

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN AGRONOMIA .



EVALUACIÓN DE INDICE DE GERMINACIÓN EN *Epithelantha micromeris*
Engelmann (CACTACEAE) CON SEIS DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATOS.

POR

MARVELLA ROBLERO BRIONES

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:
Ingeniero en agrobiología.
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

AGOSTO 2005

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN AGRONOMIA .

EVALUACIÓN DE INDICE DE GERMINACIÓN EN *Epithelantha micromeris*
Engelmann (CACTACEAE) CON SEIS DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATOS.

POR

MARVELLA ROBLERO BRIONES

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

Ingeniero en Agrobiología

Aprobado por:

Asesor principal

MC. Leopoldo Arce González

Sinodal
Rubén Rojas Meléndez

Sinodal
Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla

Biol.. Sergio Pérez Mata

coordinador de la división de agronomía
MC. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, septiembre
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN AGRONOMIA .

EVALUACIÓN DE INDICE DE GERMINACIÓN EN *Epithelantha micromeris*
Engelmann (CACTACEAE) CON SEIS DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATOS.

POR

MARVELLA ROBLERO BRIONES

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

Ingeniero en Agrobiología

Aprobado por:

Asesor principal

MC. Leopoldo Arce González

Sinodal
Rubén Rojas Meléndez

Sinodal
Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla

Biol.. Sergio Pérez Mata

coordinador de la división de agronomía
MC. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, septiebre.

DEDICATORIA.

*Este trabajo es dedicado principalmente ha dos personas que nunca en la vida
terminare de pagarles todo el cariño, amor y el tiempo que se tomaron para mi
formación como persona, tanto como profesional:*

A mi abuelita Delfina Ávila García (+), que fue mas que una madre para mi, y durante su estancia ha mi lado me dio grandes conocimientos, desde mis primeros pasos hasta parte de mi formación. Mil gracias.

A mi abuelitos Augusto Briones Gómez. Gracias papito, gracias por dejar que comparta toda esta experiencia contigo, por todo el apoyo durante toda la carrera, por ser mi respaldo y la persona que me hizo sentir que nunca estuve sola, por no haberme abandonado, por ser mi motivo para culminar. Gracia

A mis padres: Placido Roblero Gonzáles y Mariola Briones Ávila por ser mis padres y por que de una o de otra manera siento que cuento con ellos, por permitirme conocer el mundo y ver la luz.

A mis hermanos: Augusto, Areli, José Ramón por permitirme saber lo que es el amor y el cariño de hermanos, por sus cariño, por compartir con migo momentos que nunca en la vida olvidare, por existir y por ser mis hermanos (los Q. M.).

A mi hermana Ada Cruz por compartir momentos especiales, difíciles y apoyarme cuando mas la necesite, por darme su confianza, por ser una de mis mejores amigas, gracias T. Q. M. chiquita.

A mis sobrinas Nancy, Laurita y Uriel y espero ser un ejemplo para ellos..

A Juan Carlos Santos Arellano por el apoyo en la realización de este trabajo, por tanto amor, paciencia y apoyo en los momentos mas difíciles de mi vida por formar parte de mi vida, por estar conmigo en los momentos buenos y malos..

A mis compañeros y amigos de generación Diana, Elizaide, Evelin, Obdulia, José Gildardo, Álvaro T, Álvaro S, Juan Carlos, Eliott,, Ricardo Trinidad, José Luis Tapia por soportarme.

A mis tíos Clemente, Refugio, Rodolfo (+), Homero, Amparo, Rosemberg, Beltrán, Humbelina (+), Benandro (+); y primos por formar parte de mi familia.

A mis padrinos concepción, Margot y Arturo por creer en mi y apoyarme siempre.

ii

iii

AGRADECIMIENTOS.

Principalmente a la naturaleza por permitir que la vida se realizara y seguir existiendo.

A dios por enseñarme ha vivir y soportar las adversidades de la vida. Ha mi ALMA TERRA MATER por abrirme sus puertas y permitir lograr mi propósito.

A mis maestros por compartir sus conocimientos, y darnos lo mejor de ellos.

Al MC. Leopoldo Arce González por el tiempo dedicado para realización de esta investigación.

Biol. Rubén Rojas Meléndez por todo el apoyo brindado desde aceptarme en su equipo de trabajo así como para la realización de esta investigación.

Al Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla por el apoyo y colaboración durante el tiempo de desarrollo del presente trabajo.

A Idalia Hernández, Ha MC. Ana Bertaud por darme la oportunidad de desarrollarme como profesional por su amistad, su enseñanza, y por todo su apoyo.

A los Señores Roberto Escobedo, Benito Siller y Ramon Mata por su amistad y apoyo.

iv

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Paginas
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS y GRAFICAS	vii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Hipótesis	2
REVISION DE LITERATURA	2
Características Morfológicas de <i>Epithelantha micromeris</i> . Engelm.	2
Tallo	2
Raiz	2
Tuberculos	2
Areolas	3
Espinass	3
Flores	3
Fruto	4
Semilla	4
Características Anatomicas y Morfológicas de la Semilla	4
Testa	4
Micropilo	4
Embrión	5
Endospermo	5
Perispermo	6
Hilo	6
Caruncula y estrofiolo	6
Rafe	6
Funiculo	7
GERMINACIÓN	7
Proceso de Germinación	8

Requerimientos para la Germinación_____	9
Humedad_____	9
Temperatura_____	10
Oxígeno_____	11
Sustrato_____	11
Estado de latencia_____	12
TIPOS DE LATENCIA EN LAS SEMILLAS_____	14
Latencia por la cubierta de las semillas o exógena_____	14
Latencia física_____	14
Latencia mecánica_____	14
Latencia química_____	15
Latencia morfológica o endógena_____	15
Embriones rudimentarios_____	15
Embriones no desarrollados_____	15
Latencia Interna_____	15
Fisiológica_____	16
Interno intermedio_____	16
Del embrión_____	16
Latencia combinada morfofisiológica_____	16
Latencia combinada exógena – endógena_____	16
FITORREGULADORES_____	16
Efectos de las giberelinas_____	16
CARACTERÍSTICAS DE SUSTRATOS_____	18
Peat-moss o Turba_____	18
Perlita_____	19
Estiércol Bovino_____	19
Estiércol Caprino_____	20
Vermicompostas_____	20
Composta_____	20
suelo_____	21
Propiedades Físicas y Químicas mas Importantes de un Sustrato_____	21
Granulometría_____	21
Porosidad ocupada por aire_____	22
PH_____	23
MATERIALES Y MÉTODOS_____	23
Descripción del área experimental_____	23
Obtención del material vegetal_____	23
Pretratamiento de germinación_____	24
Preparación de los sustratos_____	24
Siembra_____	24
Temperatura_____	24
Evaluación de las Propiedades Físicas de los Sustratos_____	24
velocidad de Germinación_____	25
RESULTADOS Y DISCUSIONES_____	26
Tratamiento 1 peat-moss y perlita en proporción 1:1_____	28
Tratamiento 2 estiércol bovino_____	28
Tratamiento 3 estiércol caprino_____	29
Tratamiento 4 vermicomposta_____	30
Tratamiento 5 composta_____	31
Testigo suelo_____	31

ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
CONCLUSIONES	35
RESUMEN	36
ANEXOS	37
BIBLIOGRAFÍA	38

ÍNDICE DE CUADROS Y GRAFICAS.

Cuadro 1. Resultados de la evaluación de los sustratos	Pag. 27
Cuadro 2. Resultados de la evaluación de la germinación	Pag. 32
Grafica 1. Temperaturas durante los 18 días de evaluación de la germinación	Pag.27
Grafica 2. Semillas germinadas de <i>Epithelantha micromeris</i> (T1 = peat-moss y perlita 1:1)	Pag.28
Grafica 3. Semillas germinadas de <i>Epithelantha micromeris</i> (T2 =Estiércol bovino)	Pag.29
Grafica 4. Semillas germinadas de <i>Epithelantha micromeris</i> (T3 = Estiércol caprino)	Pag.30
Grafica 5. Semillas germinadas de <i>Epithelantha micromeris</i> (T4 = Vermicomposta)	Pag.30
Grafica 6. Semillas germinadas de <i>Epithelantha micromeris</i> (T = Composta)	Pag. 31
Grafica 7. Semillas germinadas de <i>Epithelantha micromeris</i> (Testigo = Suelo)	Pag.32
Grafica 8. Por ciento de germinación por tratamiento	Pag.33

INTRODUCCIÓN.

Las cactáceas, son autóctonas del Continente Americano en donde se encuentran distribuidas especialmente en las regiones áridas y semiáridas, aunque también se encuentra en lugares húmedos como plantas epifitas. Se caracterizan por presentar hábitos y estructuras anatómicas de adaptación altamente especializada, adquiridas a través de todo un proceso evolutivo que ofrece una estructura que garantiza su supervivencia. Posee un gran potencial como fuente de alimento, fármacos, materias primas para industrias al igual que un alto valor ornamental que las hace altamente apreciadas a escala mundial (Bravo,1978).

Las cactáceas son plantas que presentan un desarrollo extremadamente lento, por lo que es imprescindible inducir un desarrollo rápido de individuos jóvenes, que puedan ocupar el lugar de los adultos a la muerte de estos últimos, y así, poder cumplir con sus funciones.

La germinación de las semillas de las cactáceas es un proceso difícil en su medio natural aun cuando los frutos producen generalmente numerosas semillas sola unas cuantas logran germinar y un numero menor, es el que puede alcanzar su etapa adulta.

Epithelantha: Son plantas simples o cespitosas; tallos globosos o cilíndricos, con tubérculos pequeños, oscurecidos por espinas blancas, las apicales glandulares, la punta de éstas deciduas, rara vez con espinas centrales. Flores apicales, infundibuliformes, de color rosa, pericarpelo y tubo resepticular desnudo. Frutos claviforme, rojo, indehiscentes. semillas ovales, negras, tuberculadas, sin estrofiolo, comúnmente se le conoce como biznaguita chilona o biznaguita blanca. Según Guzmán *et al.*, (2003) su distribución en México se encuentra en los siguientes estados: Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Zacatecas; en Estados Unidos al Norte de Nuevo México y Texas, crece en terrenos calcáreos, asociada con matorrales xerófilos; Es una especie muy variable y por ello se han descrito diversas variedades, algunas de las cuales, quizá solo sean en realidad tan solo formas ecológicas o de crecimiento. Según los criterios de la NOM-O59-ECOL (2001) esta considerada dentro de las categorías rara. En el presente trabajo se pretende encontrar técnicas que ayuden al aprovechamiento de la semillas.

2

Objetivo:

El objetivo del siguiente trabajo es encontrar un sustrato adecuado para la germinación de *Epithelantha micromeris* Engelm.

Se plantea la siguiente hipótesis: Con el uso de una mezcla de peat-moss y perlita como sustrato se obtiene un alto porcentaje de germinación en *Epithelantha micromeris* Engelm.

REVISIÓN DE LITERATURA

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE *Epithelantha micromeris* Engelm.

TALLO.

Globoso, subgloboso o cortamente ovoideo, de 4 a 5 y hasta 8 cm. de alto por 2.5 a 6 cm. de diámetro, cubierto por espinas, presenta el ápice hundido y recubierto por un mechón de espinas erguidas (Bravo, 1991).

LA RAIZ.

Procede de la radícula del embrión, puede ser adventicias, biológicamente la raíz principal es la que fijara la planta en el suelo y las secundarias intervendrán principalmente en el proceso de absorción. (Paredes *et al.*, 2000).

Epithelantha micromeris presenta una raíz principal que se ramifica inmediatamente (fasciculada), es decir con crecimiento determinado, además se encuentra en lugares pedregosos y de manera superficial contando con numerosos pelos radicales (Santiago, 2001).

TUBERCULOS.

Dispuestos en 21 y 34 series espiraladas, cónico-cilíndricos, de 1.5 mm. de longitud y 3 mm. de altura, ocultos por las espinas (Bravo,1991).

AREOLAS.

La *Epithelantha micromeris* presenta Areolas pequeñas, alargadas, dimorfas, la florífera adyacente a la espinífera, situadas en el ápice de los tubérculos, cuando joven con lana blanquecina (Bravo,1991).

Las areolas forman también hojas reducidas, flores, nuevos tallos y además espinas, gloquideos, cerdas y pelos y a veces raíces adventicias (Paredes *et al.*,2000).

ESPINAS.

De 13 a 28 y hasta 40 dispuestas en 1, 2 o 3 series, según la edad de la planta, generalmente todas son radiales, de 5 a 8 mm. de longitud, en ciertas variedades hay algunas interiores que se han sido consideradas como centrales, todas son aciculares, barbeladas, glandulosas, blancas, o con tintes amarillentos, de color rosa castaño rojizo, pectinadas, horizontalmente radiadas, ascendentes; en las aréolas apicales las externas son las mas largas y erectas, y se agrupan formando un pincel es frecuente que con el tiempo las espinas se rompan mas o menos a la mitad.

FLORES.

Brotando de las aréolas floríferas de los tubérculos jóvenes cercanos al ápice del tallo, muy pequeñas, infundibuliforme, abriéndose poco, de 3 a 5 mm de longitud y de 3 a 6 mm de diámetro, emergiendo muy poco entre la lana y las espinas del ápice del tallo; pericarpelo algo claviforme, desprovisto de escamas; segmentos exteriores del perianto 3 a 5, hiperbólicos, de 1 a 2 mm. de longitud y 2 mm. de altura, con ápice redondeado y el margen irregularmente dentado, de color rosa pálido con la línea media mas oscura; segmentos interiores del perianto cerca de 5, casi obdeltoides, de 1 a 1.5 mm. de longitud, de color rosa pálido: estambre 10 a 15, de color amarillo claro; estilo amarillento; lóbulos del estigma 3 o 4, amarillentos.

FRUTO.

Claviforme, generalmente largo y angosto, de 3 a 12 mm. de longitud y 1.5 a 5 mm. de diámetro, sin escamas, rojos, sin conservar adheridos los restos secos del perianto.

SEMILLA.

Angostamente ovoide, de 1.5 a 2 mm. de longitud, 1 mm. de ancho y 0.8 mm. de espesor, hilo largo, oblicuo, amplio y hundido, micrópilo en la porción aguda de la semilla, testa finamente reticulada, perisperma escaso, embrión corto, con los cotiledones apenas distinguibles (Bravo,1991).

CARACTERÍSTICAS ANATOMICAS Y MORFOLOGÍCAS DE LA SEMILLA.

La semilla de las cactáceas presenta variaciones en forma, tamaño, estructura y color de la testa, características del embrión y tejidos almacenadores que pueden tener gran importancia filogenético y taxonómica (Bravo, 1978).

Según Fahn (1978) las partes que constituyen una semilla de cactáceas madura son las siguientes:

Testa.

la testa corresponde a los tegumentos del rudimento seminal (Tiagi, 1970) indica que la cubierta de la semilla consta de solo de dos capas de células llenas de taninos. Todas las estructuras de la testa derivan del tegumento externo. El tamaño de las células en general decrecen hacia el hilo. También pueden presentar papilas (Buxbaum, 1953; Tiagi, 1970).

Micrópilo.

El micrópilo es una perforación ha manera de canal que comunica a la semilla con el exterior este se origina en el óvulo y viene ha ser el lugar por donde penetra el tubo polínico hacia el saco embrionario en la mayoría de las especies (Esau, 1965) citado por (Niembro, 1988).

Embrión.

El embrión es una planta minúscula , resultado de la fertilización del gameto femenino, en el saco embrionario , por uno de los gametos masculinos del tubo polínico (Camilo, 1973).

Los tamaños y las estructuras de los embriones de las semillas maduras difieren en las diversas familias de plantas. Esas características no solo son importantes para la semillas si no también tienen significancia para comprender el comportamiento fisiológico durante la germinación (Hartmann y kester, 1980).

El embrión de las cactáceas es grande y ocupa toda la cavidad de las semillas posee cotiledones grandes y curvos en las cactáceas primitivas y hay una tendencia ha reducirlo de tamaño en especies mas evolucionadas y almacenar las reservas en el hipocotilo (Bravo , 1978). Los cotiledones en semillas del genero *Mammillaria* por ejemplo son muy reducidos (Buxbaum, 1953).

Endospermo.

Igual que la mayoría de los angiospermas, el endospermo se forma como resultado de la fusión de dos núcleos polares y un gameto masculino por que resulta ser una estructura triploide que constituye por lo común un tejido de almacenamiento.

El endospermo tipo nuclear presenta una primera división y usualmente varias de las siguientes, sin formación de paredes celulares por lo que los núcleos pueden permanecer libres o formar paredes, mas los núcleos pueden permanecer libres o formar paredes mas tarde. En cactáceas ocurre lo ultimo: La formación de paredes es tardía (Maheshwari, 1950).

Engleman (1960) estableció que las cactáceas no tienen endospermos en la madurez. Buxbaum (1955) indico que el endospermo en cactáceas es completamente digerido.

El endospermo, formado en el saco embrionario durante la fecundación, puede estar presente como un órgano almacenador o degenerar total o parcialmente como un tejido rudimentario y es digerido por el embrión durante la germinación (Mayer y Poljakoff, 1982).

Perispermo.

El perispermo formado a partir de la nucela es también un tejido de reserva e igualmente digerido por el embrión durante su desarrollo esta estructura es un tejido de almacenamiento (Esau, 1972).

Hilo.

Es la región de la semilla en donde se separa el funículo de la semilla en la madurez.

La expansión del funículo cerca de la zona calazal, causa que la mayoría de las semillas tengan un hilo largo. Sólo el tegumento externo se desarrolla en una testa dura, mientras que el funículo usual mente permanece suave y se separa de la semilla dura. La testa adyacente forma una pared alrededor del hilo (Buxbaum,1955). La posición y forma del micrópilo es determinada en una fase temprana en desarrollo del rudimento seminal (Buxbaum,1953).

Carúncula y estrofiolo.

Cronquist (1968) define Carúncula como una excrescencia que se origina del micrópilo en forma de arilo, el estrofiolo por el contrario se desarrolla del funículo.

Rafe.

Fron Quer (1953) define rafe como la línea en resalto a modo de costura que se observa en el borde de muchos rudimentos seminales y aun mas tarde en la semilla, y que proviene de la soldadura del funículo con dichos rudimentos cuando estos son anátropos. El rafe recorre, el borde del rudimento seminal desde el hilo hasta el ápice geométrico del mismo, que corresponde a su base orgánica, junto a la calabaza, como se trata de funículo por la rafe discurre en un hacecillo liberoleñoso.

Funículo.

El funículo es un cordoncillo formado principalmente por tejido vascular que conecta el óvulo con la placenta, y que sirve de puente para el paso de agua y nutrimento de la plata madre hacia la semilla durante su ontogenia, en la semilla madúrale funículo se desprende dejando el hilo al descubierto (Niembro, 1988).

GERMINACIÓN.

Medina (1977) menciona que es comienzo del crecimiento activo del embrión, o sea su paso de vida latente a la vida activa.

La imbibición de agua en una semilla seca desencadena una variedad de reacciones químicas que conduce a la germinación (protrusión de la radícula a través del tegumento seminal). (Dalling, 1986; Nielsen, 1988) Citado por (Salisbury, 1994).

Durante la germinación de la semilla, el metabolismo celular se incrementa, el embrión reanuda su crecimiento activo y las cubiertas de la semilla se rompen y emerge la plántula (Hartmann y Kester, 1980).

En la mayoría de las cactáceas germinan en un lapso de una semana, aunque hay algunas excepciones. Por lo general las semillas viejas toman más tiempo en germinar hasta tres semanas o más (Álvarez, 1986).

Cuando llegan las semillas al suelo, el recurso clave para iniciar los cambios fisiológicos que conducen a la germinación es el agua, que resulta indispensable para activar el metabolismo y el crecimiento de las células vivas de los tejidos de las semillas. La cantidad de agua que absorbe una semilla y la velocidad a la que lo hace no sólo dependen de las características de la semilla, como la permeabilidad de sus cubiertas, la composición química de sus reservas, su tamaño y su contenido de humedad, sino que también están determinadas por condiciones ambientales como la humedad del suelo, la humedad del aire y la temperatura (Vázquez *et al.*, 1997).

8

Cuando las condiciones anteriores se presentan, el proceso de germinación comienza. Se dice que la germinación de una semilla de una planta superior es el número de pasos consecutivos que causan que una semilla quiescente muestre un aumento general en su actividad metabólica e inicie la formación de una plántula a partir de un embrión (Mayer y Poljacoff, 1982).

Proceso de germinación.

El agua del medio entra en la semilla por una diferencia entre el potencial hídrico del medio y el potencial hídrico de la semilla, tanto las células del embrión como del endospermo se hidratan y entran en actividad, por lo que la semilla se hincha. La absorción de agua es un proceso físico – químico y se lleva a cabo más rápidamente en altas temperaturas.

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

El embrión empieza a producir ácido giberélico (GA₃) que va a actuar en la capa de aleurona que rodea al endospermo y la induce a secretar enzimas hidrolíticas como alfa – amilasa, glucosidasa, fosforilasa, lipasa, etc.

Por acción de la alfa – amilasa y otras enzimas, el almidón pasa a glucosa, teniendo así el embrión energía para su desarrollo.

El embrión empieza a producir citocininas que junto con el ácido giberelico, inducen la síntesis de otras enzimas que degradan a las proteínas y lípidos en compuestos mas simples.

9

Por acción de la citocininas y contando con la energía producto de la oxidación de la glucosa y con proteínas solubles, las células del embrión se dividen activamente, en este momento termina la germinación al romper la radícula, la testa de la semilla.

Las células del endospermo y posteriormente las del embrión, sintetizan auxinas que inducen al alargamiento del meristemo de la radícula primero y del talluelo después. Con un rápido crecimiento, inducido por la acción de las auxinas, las citocininas inician el proceso de la diferenciación de los tejidos, de la misma manera que el crecimiento direccional del talluelo hacia arriba y el de la raíz hacia abajo Overbeek citado por (Weaver, 1980).

Al hacer un estudio sobre la germinación y calidad de la planta de capulín (*Prunus serótina*. Ehrh), se encontró que esta no necesita de bajas temperaturas para germinar (estratificación), observándose que con la escarificación mecánica (eliminación del endocarpio), se aumento la velocidad de germinación, apareciendo la radícula a los 10 – 12 días y presentándose las dos primeras hojas en los 20-22 días posteriores a la siembra (García y Pérez, 1987).

Ruiz y Vidal (1989) obtuvieron un porcentaje de emergencia de 72.5% en semillas de durazno (*Prunus persica L.*), después de darles una estratificación de 800 horas frío y escarificación, mas ácido giberelico (AG3) A 150 ppm.

Requerimientos para la germinación.

HUMEDAD: Para la germinación se requiere un suministro adecuado de humedad , el cual se da a través del medio de germinación o sustrato. debe ser evitado un excesivo humedecimiento del sustrato de la semilla, ya que interfiere con una adecuada aireación y por lo tanto de la disponibilidad del oxígeno.

10

Pilbean (1980) al trabajar con semillas de cactáceas, encontró que al encerrar completamente las semillas con polietileno durante los 3, 6, o 12 meses en caja con sustrato, se obtenía un buen control de la humedad. Para prevenir damping off aplico un riego con funguicida a base de cobre.

TEMPERATURA: Se admite tiene necesidad de calor tanto para iniciar como tanto para serrar su ciclo de desarrollo. Esto resulta fácil de comprobar cuando se examinan los limites de dificultades cuando se trata de examinar las necesidades globales de cada una de ellas (Donalson, 1947).

La aplicación de altas temperaturas como mecanismo de romper latencia ha sido frecuentemente utilizado. Al parecer estas producen incrementos de la respiración y metabolismo, especialmente en semillas húmedas, cambiando el balance de los componentes intermedios del ciclo respiratorio, sin embargo, su mantenimiento por

tiempo prolongado puede ser desfavorable para la germinación de las semillas (McElgunn, 1974).

En la actualidad no existen recomendaciones de los rangos de temperatura requeridas para el 85% de las especies de cactáceas (Mrinskii,1985). Por otra parte, Pilbean (1980) menciona que han hecho pruebas de germinación en cactáceas y se ha visto que 20 °C es la óptima para germinar.

Algunas observaciones sobre los requerimientos de temperaturas de las cactáceas hechas por Fearn (1981) son las siguientes:

- I).- Extremos de temperatura no favorecen a la germinación; menos o mas de 12 °C producen una germinación pobre.
- II).- Diferentes especies tienen diferentes rangos de temperatura.
- III).- El rango de temperatura es dependiente del rango de la semilla. Esto puede ser influenciado con los cambios de la actividad metabólica.
- IV).- Las temperaturas fluctuantes parecen producir mejores resultados de germinación que las temperaturas constantes.

11

Sin embargo, existen métodos más simples como el descrito por Mrinskii (1985) un contenedor preparado con semillas de cactáceas es mantenido a una temperatura de 14-16 °C durante 5-8 días, siendo esta temperatura ideal para ciertas cactáceas que empiezan a germinar. Después la temperatura se eleva a 20-22°C, germinando rápidamente una porción de las semillas restantes en el curso de 2-4 días. La etapa final es otra elevación de temperatura a 30-35 °C las semillas que han quedado sin germinar lo hacen en 2-3 días. El porcentaje de germinación alcanza 90-95%, aun con especies francamente difíciles, en el curso de 9 a 15 días.

OXIGENO: La germinación comprende numerosas oxidaciones, las semillas germinan solamente en agua aireada (Diehl,1978). Muchas veces la germinación de la semillas esta limitada por efecto de testa gruesa y / o duras que oponen una barrera al paso del agua o de los gases. A veces las envolturas impermeables de la semillas impiden la salida de CO₂ resultante de la respiración y se sabe que, a alta concentración, dicho gas inhibe la germinación (Medina 1977).

SUSTRATO: Ansorena (1994) menciona que el sustrato además de servir de soporte a la planta, debe de suministrar cantidades equilibradas de aire, agua y nutrimentos minerales.

Por su parte, Hartmann y Kester (1982) menciona que un buen sustrato debe de tener las siguientes características:

- El medio debe retener suficiente humedad para evitar riegos muy frecuentes.
- Debe ser suficientemente poroso de manera que drene el exceso de agua, permitiendo una aireación adecuada.
- Debe proporcionar cantidades adecuadas de nutrimentos cuando las plantas permanecen en un periodo largo de tiempo.
- Debe de estar libre de semillas de malezas y patógenos.

El sustrato reportado por Avolió (1982) para germinación de semillas de cactáceas, consistía de composta ($\frac{1}{2}$ turba, $\frac{1}{4}$ de tierra de hoja y $\frac{1}{4}$ de arena), lavado todo y cernido finamente.

12

ESTADO DE LATENCIA.

Los autores tienen diferentes formas de expresar sinónimos de latencia: Delouche (1965) una semilla latente es una semilla que está viva pero que no germina bajo condiciones favorables para la germinación de otras semillas no latentes de la misma clase. La latencia puede manifestarse como completa inhabilidad de la semilla para germinar o en un aumento específico de los requerimientos de la germinación.

Harmann y Kester (1982) dicen que una semilla está en estado latente cuando la germinación está impedida por sus propios mecanismos internos; una semilla quiescente es aquella capaz de germinar de inmediato cuando se le expone a condiciones ambientales adecuadas.

Bonner y Galston (1967) describen otro tipo de latencia, que se presenta cuando en algunas especies, las semillas contienen un embrión rudimentario en época de maduración del fruto, y para que sea capaz de germinar debe transcurrir cierto tiempo (semanas o meses) después de haberse separado de la planta madre.

Bidwell (1979) define letargo como un período forzoso de baja actividad metabólica bajo contenido de agua y nulo crecimiento, durante el cual la semilla es muy resistente a los rigores del frío y de la sequía.

Rabenda (1990) en las semillas de plantas silvestres pueden presentarse diferentes grados de letargo, debido a que están expuestas a condiciones adversas del medio ambiente mostrando una curva de distribución normal, en consecuencia inicialmente germinan pocas semillas, después un período de no germinación y posteriormente el resto germinará súbitamente. Esto no ocurre en semillas colectadas bajo condiciones ideales. Sin embargo, Rojas y Ramírez (1987) mencionan que todas las semillas ya formadas tienen la posibilidad de germinar si las condiciones de humedad, temperatura y aireación son correctas, o de no germinar si el ambiente es frío o seco. Esta posibilidad de mantenerse en vida pero con el metabolismo suspendido, se denomina latencia, mientras que la incapacidad para germinar, aunque las condiciones del medio sean correctas, hasta cubrir ciertos requisitos, se denomina letargo.

13

Una parte importante de las especies es que posee algún impedimento para germinar sus semillas. Esto puede deberse a dos causas (Patiño *et al.*, 1983, Willan, 1991).

a).- El medio no es favorable para el crecimiento vegetativo a causa de una escasa disponibilidad de humedad, aireación o por una temperatura inadecuada. A este tipo de inhibición se le llama quiescencia.

b).- Las condiciones del medio son adecuadas, pero el organismo tiene una combinación fisiológica tal que impide su crecimiento. Este tipo de inhibición se denomina latencia, dormancia o letargo.

Weaver (1980) menciona que en ocasiones el hecho de que no se desarrollen plántulas a partir de semilla, no es resultado de cualquier proceso que tenga lugar durante el letargo de estas últimas. En ciertas especies, los epicótilos atraviesan la cubierta de la semilla, pero después permanecen en estado latente. Los sistemas radiculares jóvenes pueden nacer también de las semillas, para volver a la condición latente y los tipos de letargo pueden concluir, por lo común, mediante la expansión a bajas temperaturas (0 a 10 °C) o a un tratamiento con sustancias estimuladoras del crecimiento.

Las semillas al llegar a la madurez van sufriendo una disminución progresiva en el contenido de agua y es este estado cercano a la desecación lo que da a la semilla longevidad y resistencia a múltiples variaciones del medio ambiente. (Gemmell, 1971)

Las células de una semilla así han reducido notablemente funciones tales como respiración y nutrición. Otras como la división celular se suspenden por completo. Este periodo de descanso varía de acuerdo a la especie (Ruiz, 1979).

14

Ayala (1987) menciona que existe latencia de poscosecha (almacenamiento en seco) con una duración viable, dependiendo del especie que se trate. Muchas plantas perennes o anuales herbáceas no germinan si no han pasado por un periodo de almacenamiento en seco (Hartmann y Kester, 1979). Durante este periodo la latencia desaparecerá en forma natural por los cambios que se efectúan en la semilla (Copeland, 1976).

Según Davies y Rose (1912), Stoke (1965) citado por Gouvêa (1983) ciertas semillas no germinan cuando recién son colectadas, existen dos interpretaciones al respecto una es que las semillas necesitan un periodo de reposo antes de germinar y el otro punto de vista es que requieren de ciertos cambios que se denominan de post-maduración que operan durante su aparente reposo, estas condiciones pueden ser imitadas o aceleradas por tratamientos adecuados. Las semillas de las plantas desérticas generalmente contienen un mecanismo detector de las lluvias basados en los contenidos de inhibidores, esto habilita a las plantas a medir y responder a cantidades de lluvias adecuadas para su completo desarrollo. Solo cuando estas cantidades suficientes de agua han caído, suficientes inhibidores habrán sido lavados para permitir que las semillas germinen (Tevis, 1958).

Tipos de latencia en las semillas.

Hartmann y Kester, 1988; Willan, 1991: menciona que la latencia se clasifica de acuerdo a la forma o mecanismo que la ocasiona. De esta manera se ha encontrado las siguientes tipos.

Latencia por la cubierta de las semillas o latencia exógena.

Latencia física. Característica de un gran número de especies de plantas, en las cuales la testa o secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables. El embrión está quiescente, pero se encuentra encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años, aún con temperaturas elevadas.

Latencia mecánica. En esta categoría las cubiertas de las semillas son demasiado duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Probablemente éste

factor no es la única causa de la latencia, ya en la mayoría de los casos se combina con otros tipos para retardar la germinación.

Latencia química. Corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación, ya sea en el fruto o en las cubiertas de las semillas.

Latencia morfológica o latencia endógena.

Se presenta en aquellas familias de plantas, cuyas semillas, de manera característica en el embrión, no se han desarrollado por completo en la época de maduración. Como regla general, el crecimiento del embrión es favorecido por temperaturas cálidas, pero la respuesta puede ser complicada por la presencia de otros mecanismos de letargo. Dentro de ésta categoría hay dos grupos:

Embriones rudimentarios. Se presenta en semillas cuyo embrión es apenas algo más que un proembrión embebido en un endosperma, al momento de la maduración del fruto.

También en el endosperma existen inhibidores químicos de la germinación, que se vuelven en particular activos con altas temperaturas.

Embriones no desarrollados. Algunas semillas, en la madurez del fruto tienen embriones poco desarrollados, con forma de torpedos, que pueden alcanzar un tamaño de hasta la mitad de la cavidad de la semilla. El crecimiento posterior del embrión se efectúa antes de la germinación.

Latencia Interna.

en muchas especies la latencia es controlada internamente en el interior de los tejidos. En el control interno de la germinación están implicados dos fenómenos separados. El primero es el control ejercido por la semipermeabilidad de las cubiertas de las semillas, y el segundo es un letargo presente en el embrión que se supera con exposición a enfriamiento en húmedo.

16

Fisiológica. Corresponde a aquella en que la germinación es impedida por un mecanismo fisiológico inhibitor.

Interno intermedio. Esta latencia es inducida principalmente por las cubiertas de las semillas y los tejidos de almacenamiento circundante.

Del embrión. Se caracteriza principalmente porque para llegar a la germinación se requiere un período de enfriamiento en húmedo y por la incapacidad del embrión separado de germinar con normalidad.

Latencia combinada morfofisiológica.

Consiste en la combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismos fisiológicos inhibidores fuerte.

Latencia combinada exógena – endógena.

Se denomina así a las diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpio con latencia fisiológica endógena.

FITORREGULADORES.

Se definen como sustancias reguladoras del crecimiento vegetal que son sintetizadas en el interior de una planta y que a bajas concentraciones pueden activar, inhibir o modificar cualitativamente el crecimiento, ejerciendo normalmente esta acción en un lugar distinto al de origen (Hill, 1977).

Efectos de las giberelinas.

Ciertas especies de semillas requieren ser estimuladas por la giberelina a fin de promover la acción enzimática que induce la ruptura del almidón y otras sustancias de reserva (Flores. 1993).

17

En la germinación las giberelinas actúan como sustituto de bajas temperaturas, días largos o luz roja. Uno de los efectos de las giberelinas es estimular la elongación celular de manera que la radícula pueda empujar a través del endospermo, la cubierta seminal o la cubierta del fruto que restringe su crecimiento (Salisbury *et al.*, 1994).

Las giberelinas parecen transportarse fácilmente en el embrión hidratado por ser hidrosolubles y atravesar fácilmente las membranas celulares; inducen la acción de las enzimas hidrolíticas existentes en las semillas y su nueva síntesis, intervienen en el metabolismo de la glucosa, en la respiración y en la síntesis de nuevas proteínas, incluyendo las proteínas enzimáticas (Besnier, 1989).

Las giberelinas han sido utilizadas como promotoras de la germinación en diferentes especies de cactáceas, las concentraciones varían de 0.1 a 100 ppm. (García, 1993, Moreno, *et al.*, 1992, Peña-Yáñez *et al.*, 1995).

Moreno *et al.*, (1992) trabajaron en la germinación de *Echinomatus mariposensis* dando un pretratamiento de remojo por 18 horas a todas las semillas. Establecieron 5 tratamientos: T1= Testigo, T2= Escarificación, T3= Escarificación + GA 0.5ppm., T4= Escarificación + GA 1ppm, T5= GA al 0.5 ppm. La escarificación constó de dos a tres pasadas ligeras, a través de una lija de grano fino, las soluciones de ácido giberélico (GA) se adicionaron sobre papel filtro a una temperatura de 24°C por 5 minutos.

Los resultados mostraron que el T3, el cual corresponde a escarificación y giberelinas 0.5 ppm obtuvo el más alto porcentaje de germinación con un 81.6% de germinación el 76.6% de germinación correspondió al T4, mientras que el T5 presentó el mas bajo porcentaje de germinación, 48%.

Peña-Yáñez *et al.*, (1995) trabajaron con cinco especies de cactáceas, *Echinocactus spp.* y *Ferocactus spp.*, el medio basal que utilizaron fue el Murashige and Skoog (MS) al 50% de su concentración, adicionando 30 g/l de azúcar morena y 7 g/l de agar. Antes de ser colocada en el medio nutritivo MS la semilla se sometió a diferentes tratamientos T1= testigo, T2= Semilla remojada en solución de 1.0 mg/l de GA3 por 30 min. a temperatura ambiente, T3 = 0.5 mg/l de GA3, T4= Semilla remojada en una solución de 0.5mg./l de GA3 por una hora a 45°C. Evaluaron a los 45 días el por ciento de germinación obteniendo como mejor resultado el Tratamiento 3 con un promedio para

las cinco especies de 51.27% de germinación, seguidos por T1, T4 y T2 con un promedio de 46.60, 38.87 y 33.49% de germinación respectivamente.

López y Sánchez (1969), Gómez y Romero (1989) hicieron notar la importancia de la aplicación de ácido giberélico para sustituir la presencia de luz en la germinación de *Stenocereus griseus*, que se mantuvo en la oscuridad.

Borrego y Hernández (1986) mencionan que en las semillas del nopal el uso del ácido giberélico dio un valor mayor de germinación. Muratalla *et al.*, (1990) evaluaron el efecto de ácido giberélico en *Opuntia amyclaea* para aumentar el porcentaje de germinación y los resultados obtenidos indicaron que se requiere de una mayor investigación en el empleo de esta sustancia como estimulante de germinación.

En *Carnegiea gigantea* y en *Leimacereus thurberi* la dosis óptima de ácido giberélico a sido de 100 ppm. no obstante se requiere de luz para obtener una buena germinación (Alcorn y Kurtz, 1959; Mc Dunough, 1964).

CARACTERÍSTICAS DE SUSTRATOS.

Peat—moss o Turba.

Abad (1993) ha definido como la forma disgregada de la vegetación de un pantano que no se ha descompuesto completamente por el exceso de agua y falta de oxígeno; estos materiales con el tiempo se van depositando formando extractos mas o menos densos de materia orgánica, en los que se puede identificar los restos de las diferentes especies vegetales que los forman.

Resh (1982) menciona que la turba consiste en una vegetación acuática pantanosa o de ciénega parcialmente descompuesta. Los diferentes depósitos de turba varia ampliamente dependiendo de la vegetación original, estado de descomposición por contenido mineral y grado de acidificación.

Perlita.

Resh (1982) indica que la perlita es un material silíceo que se calienta a 760 °C, proceso que nos da un material estéril. La perlita absorbe de tres a cuatro veces su peso en agua, siendo esencial mente neutra con un pH de 6.0 a 8.0, sin amortiguamiento químico, no tiene la capacidad de intercambio iónico y no tiene nutrimentos minerales. Es mas útil para incrementar la aireación de la mezcla, ya que tiene una estructura muy rígida. Da lugar ha que el tamaño de las partículas vaya disminuyendo con forme estas se parten con el uso.

Estiércol Bovino.

Nava (1992) menciona que la materia orgánica es una sustancia muy compleja, de naturaleza variable y de origen diverso. Contiene un sin numero de materiales cuyos porcentajes varían de acuerdo con la clase de residuos (plantas o animales) y su estado de descomposición. Así mismo, la materia orgánica interviene en varios procesos físico-químico en el suelo, tales como: el suministro de elementos nutritivos por la mineralización; en particular, la liberación de nitrógeno, fósforo, azufre y micronutrimentos disponibles para las plantas, compensar a los suelos contra cambios químicos rápidos en el pH, causados por la adición de enmiendas y / o fertilizantes y reducción de la alcalinidad de los suelos debido a la liberación de los ácidos orgánicos en descomposición.

Buckman *et al.*, (1977) mencionan que este tipo de materia orgánica tiene capacidad para mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Por su parte, Cooke (1981) afirma que el nitrógeno (0.5%), el fósforo (0.25%) y el potasio (0.5%) que contiene, son liberados gradualmente conforme el estiércol se descompone en la rizósfera.

Castellanos (1996) encontró que el cultivo de girasol en estiércol bovino al 100% no es factible, debido a que presentó un alto índice de mortalidad en las plantas, con respecto de otros sustratos a base de mezclas.

20

Estiércol Caprino.

contiene nitrógeno, minerales, vitaminas, y baja acidez. Presentan la ventaja de su fácil manejo, debido a condición textural sólida y con poca humedad. (1).

Vermicomposta.

Son producto de la modificación de las compostas. Para este caso se utilizan lombrices durante el proceso de composteo. La diferencia entre compostas y vermicompostas está relacionada con la disponibilidad de nutrimentos útiles para las plantas y la presencia de sustancias promotoras del crecimiento contenidas en ellas (Alarcón *et al.*,2004).

Los elementos nutritivos que contiene vermicomposta provienen del proceso de fragmentación y descomposición de la materia orgánica por lombrices, bacterias y hongos microscópicos. Estos organismos digieren los complejos orgánicos reduciéndolos a formas simples, de tal manera que pueden ser asimilados por las plantas (Sherman-Huntoon, 1997).

Composta.

Deffis (1989) indica que la composta es un producto negro, homogéneo, de forma granulada, sin restos gruesos. A la vez es un producto húmico y cálcico; un fertilizante orgánico que por su aportación de micro elementos al suelo es muy apreciado; se le conoce como humus. Compuesto de partículas coloidales electrizadas, que tienen la propiedad de atraer iones a la superficie del suelo, regula el pH, es rico en fosfato, la composición de la composta depende fundamentalmente del contenido de basura fresca.

También se define como el producto obtenido después de la descomposición de los residuos orgánicos (estiércoles, aserrín, podas de jardín, basura de comida, etc.) mediante el control de las condiciones ambientales. Se consideran de gran utilidad en los sustratos ya que al haber pasado por un proceso previo de descomposición no se inmovilizará el nitrógeno (no lo utilizarán los microorganismos) que se destine a la fertilización de las plantas. Aportan además nutrimentos de lenta liberación (Alarcón *et al.*,2004).

21

Al tratar de germinar varias especies de cactáceas en composta se obtuvo un porcentaje bajo de germinación; y las semillas que no germinaron, se les rompió la testa por el borde del hilum, se obtuvo el embrión; posteriormente se colocaron en un nuevo medio estéril y a las 24 a 48 horas empezó la germinación mejorándose los resultados hasta en un 100% (Novelli y Meregalli, 1982).

Suelo.

capa mas superficial de la corteza terrestre compuesta de minerales derivado de las rocas asociado con material orgánico en diversos grados de descomposición Curtís (2000).

PROPIEDADES FÍSICAS MAS IMPORTATES DE UN SUSTRATO.

Ansorena (1994) menciona que las propiedades fisicas mas importantes que permiten evaluar la capacidad de un material como sustrato, o comparar diferentes materiales, son: granulometría o distribución del tamaño de la partículas, porosidad, y su reparto entre las fases liquidas y gaseosas, es decir: capacidad de retención de agua y porosidad de aire.

Granulometría.

En la practica, la porosidad aumenta a medida que lo hace el tamaño medio de la partícula, así Handreck (1983) estudio mezclas basadas en cortezas de pino, concluyendo que la fracción menor de 0.5 mm y en particular la que va de 0.1 a 0.25mm, presenta la máxima influencia en la porosidad de aire y en la retención de agua.

En contraste, la influencia del tamaño de partícula en la propiedades químicas del sustrato no parece tan clara. (Daniels y Wrigth,1988).

22

Ansorena (1994) menciona que la presencia de partículas muy pequeñas hace que disminuya la porosidad total y aumente la cantidad de agua retenida, ya que crece el numero de microporos o huecos pequeños, que son los que retienen el agua. También se reducirá la porosidad ocupada por aire, al disminuir el volumen de los macroporos.

En relación a la Porosidad total varia en un amplio intervalo de valores, desde un 30% en suelos compactados hasta cifras del orden del 95% en algunas turbas. Por termino medio, los buenos suelos de campo con hierba contienen alrededor de un 50% de poros, mientras que en los sustratos de maceta la porosidad puede llegar a alcanzar valores de un 95% o superiores, recomendándose un mínimo de 85 %.

Porosidad ocupada por aire.

Para la porosidad ocupada por aire menciona que es probablemente la propiedad fisica mas importante de los sustratos empleados en horticultura ornamental. No existe unanimidad entre los diferentes autores respecto del valor optimo de P , aunque se acepta con carácter general que debe estar comprendido entre 10 y 20 por ciento para sustratos en maceta. El mismo autor, menciona que muchos investigadores aun no llegan a un acuerdo sobre las necesidades de aireación de un sustrato, la cual es debida a tres causas principales: a)-diferentes tolerancias de las plantas a niveles bajos de aireación del medio de cultivo, b)- influencia de factores ambientales y de manejo, y c)- los diferentes métodos para determinar los valores de porosidad de aire.

De acuerdo a la retención de agua por la fase sólida menciona que una mezcla con una elevada porosidad tendrá las ventajas potenciales de una buena aireación y retención de agua. Sin embargo, el que estas condiciones se den en la practica dependerá, además, de la distribución del tamaño de los poros. Si estos son muy grandes, la porosidad estará

ocupada principalmente por aire, pudiendo llegar a ser insuficiente la cantidad de agua retenida. Por el contrario, si los poros son excesivamente pequeño, se retendrá mucha agua, pero la cantidad de aire disponible para respiración de raíces puede no ser suficiente. Por lo tanto, es necesario que la distribución de los tamaños de los poros sea la adecuada para que el sustrato retenga la cantidad suficiente de agua y aire.

23

pH .

El pH del suelo mide la actividad de los iones H^+ . Los suelos productivos fluctúan entre un pH de 4.0 a 9.0. Un ácido es una sustancia que libera iones hidrógeno (H^+), un suelo se satura con H^+ actúa como un ácido débil. Mientras mayor sea el H^+ retenido por el complejo de intercambio, mayor será la acidez del suelo (2).

MATERIALES Y METODOS.

- Semillas de *Epithelantha micromeris*. Engelm.
- Sustratos.
- peat—moss y perlita proporción (1:1).
- estiércol bovino.
- estiércol caprino.
- vermicomposta.
- composta.
- suelo.
- Charolas de germinación .
- Potenciómetro.
- Ácido Giberélico.
- Frasco de 10 ml.
- Probeta graduada.
- Macetas de 2 pulgadas.
- Cloro.
- Termómetro.
- Agua destilada.
- Agua corriente.

Descripción del área experimental.

Este trabajo fue desarrollado en los invernaderos del Museo del Desierto ubicado en Prolongación Pérez Treviño 3745 Centro Metropolitano, Parque Las Maravillas, Saltillo, Coahuila, México.

Obtención del material vegetal.

Los frutos se obtuvieron de plantas cultivadas en el Museo del Desierto bajo condiciones de invernadero, colectados el 17 de mayo del año 2004 se realizó cuando presentaron una coloración roja, la cual es indicador de maduración, se partieron los frutos transversalmente, se extrajeron las semillas, se secaron a temperatura ambiente y se empacaron en bolsas de destreza hasta el 7 de abril que fueron puestas a germinar.

24

Pretratamiento de germinación.

Se remojo las semillas de *Epithelantha micromeris* durante 24 horas en una solución de ácido giberélico al 10%, se desinfectó con cloro al 15% durante 5 minutos, se le dio tres enjuagues con agua destilada y se dejó secar.

Preparación de los sustratos.

Se obtuvo el pH de los distintos sustratos. En el laboratorio de micropropagación de cactáceas del Museo del Desierto. (Se realizó una solución de los sustratos con agua destilada).

Se tamizaron los distintos sustratos con una malla numero 1, se coloco 5 cm. de sustrato en las charolas (6 tratamientos, 5 Repeticiones). Se humedecieron las charolas hasta punto de saturación.

Siembra (200 semillas por tratamiento).

Se realizó al voleo en las charolas de germinación, prosiguiendo a colocar las charolas en el invernadero.

Temperatura.

Se tomaron tres temperaturas por día (9AM, 2PM y 6PM), de las cuales se obtuvo la media, al final del experimento la media total fue de 29 °C (ver grafica 1).

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUSTRATOS.

La porosidad, la capacidad de retención de agua y porosidad de aire son las propiedades físicas mas importantes de un sustrato (Ansorena 1994).

Se realizaron las pruebas con los siguientes pasos:

- 1.-Se secaron los sustratos.
- 2.-Se taparon los orificios de drenaje de una maceta de plástico y se lleno de agua, se midió el volumen de agua del envase.(volumen del envase).
- 3.-Se vació el envase y se lleno con sustrato seco. Lenta y uniformemente se saturo el medio, agregando agua con una probeta graduada. se anoto la cantidad de agua incorporada(espacio poroso total).
- 4.- Se destaparon los orificios de drenaje y se colecto el agua que drenó. se midió el volumen de agua colectada (volumen de poros de aireación).
- 5.- La porosidad total del sustrato se obtuvo dividiendo el espacio poroso total entre el volumen del envase.
- 6.- La porosidad de aireación se obtiene dividiendo el volumen de poros de aireación entre el volumen del envase.
- 7.- La capacidad de retención de humedad se obtiene restando la porosidad de aireación, de la porosidad total.

25

$$\text{Porosidad total (\%)} = \frac{(\text{espacio poroso total})}{\text{Volumen del envase}} (100)$$

$$\text{Porosidad de aireación (\%)} = \frac{(\text{Volumen de poro de aireación})}{\text{Volumen del envase}} (100)$$

$$\text{Capacidad de retención de humedad (\%)} = \text{porosidad total(\%)} - \text{porosidad de aireación (\%)}$$

Velocidad de Germinación.

Para el calculo de la velocidad de germinación se tomaron los datos de cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones a los 18 días después de su siembra (resultados ver cuadro 1).

Se tomaron datos para cada uno de los tratamientos cada 24 horas durante 18 días, procurando hacer la toma de datos a la misma hora, considerando como semilla germinada aquella que mostró la radícula emergida.

La velocidad de germinación se obtuvo por el índice de (Maguire, 1962).
Índice de Maguire.

$$IM = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Días transcurridos}} + \dots + \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Días transcurridos}}$$

26

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Para que se lleve a cabo el proceso fisiológico de germinación se tiene que cumplir con cierta cantidad de requisitos como son una temperatura adecuada, sustratos que mantengan una buena cantidad moderada de humedad, aireación y un pH. ligeramente ácido.

Un sustrato debe cumplir ciertos requisitos aparte de tener la función de soporte para las plantas, debe tener suministros equilibrados de aire, agua y nutrientes, por lo que la porosidad total, la porosidad de aireación y la capacidad de retención de humedad son unas de las características físicas más importantes que evalúa a los materiales como sustratos, según (Ansorena, 1994).

Según Ansorena (1994); en partículas pequeñas disminuye porosidad total y aumenta la cantidad de microporos o huecos pequeños los cuales retienen agua y reduce la porosidad ocupada por aire; Harman y Kester (1982) la semilla al no tener condiciones adecuadas para su completo desarrollo tiene la capacidad de impedir su germinación por un mecanismo fisiológico (inhibidor). sin embargo, Rojas y Ramírez (1987); mencionan que todas las semillas ya formadas tienen la posibilidad de germinar si las condiciones de humedad, temperatura y aireación son correctas; (Medina, 1977) las semillas germinan solo en agua aireada por que comprenden numerosas oxidaciones.

Tomando en cuenta lo anterior y analizando el cuadro 1 observamos que el estiércol bovino, estiércol caprino, vermicomposta, composta y suelo presentan los porcentajes de aireación más bajos por este motivo es posible que el peat-moss y perlita dé los mejores resultados ya que presenta el porcentaje de aireación más alto 32% (ver Gráfica 8).

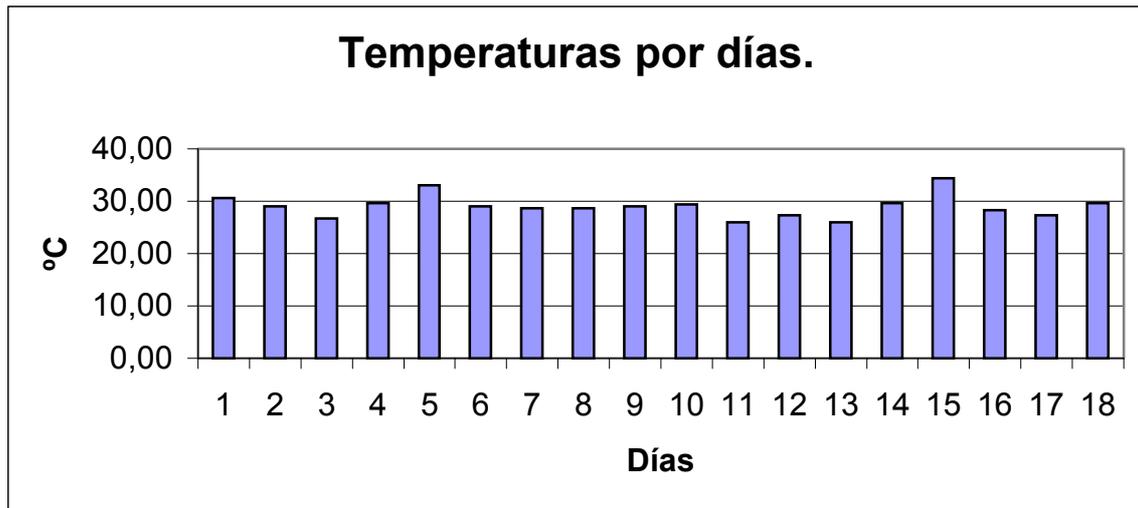
27

Sustratos	pH	%porosidad total	% porosidad de aireación	Capacidad de retención de humedad
peat-moss	6,19	75	32	43
estiércol bovino	7,5	77	18	59
estiércol caprino	7,17	75	18	59
vermicomposta	7,3	87	24	63
composta	6,6	75	7	68
suelo	6,5	80	20	60

Cuadro 1. Resultados de la evaluación de los sustratos.

En la actualidad no existen recomendaciones de los rangos de temperatura requeridas para el 85% de las especies de cactáceas (Mrinskii,1985). Pilbean (1980) menciona que han hecho pruebas de germinación en cactáceas y se ha visto que 20 °C es la optima para germinar.

Para el caso de *Epithelantha micromeris* podemos observar que una temperatura variable entre 27 y 34 °C con una media de 29 °C (ver Grafica 1), combinada con un sustrato adecuado dan los mejores resultados de germinación.

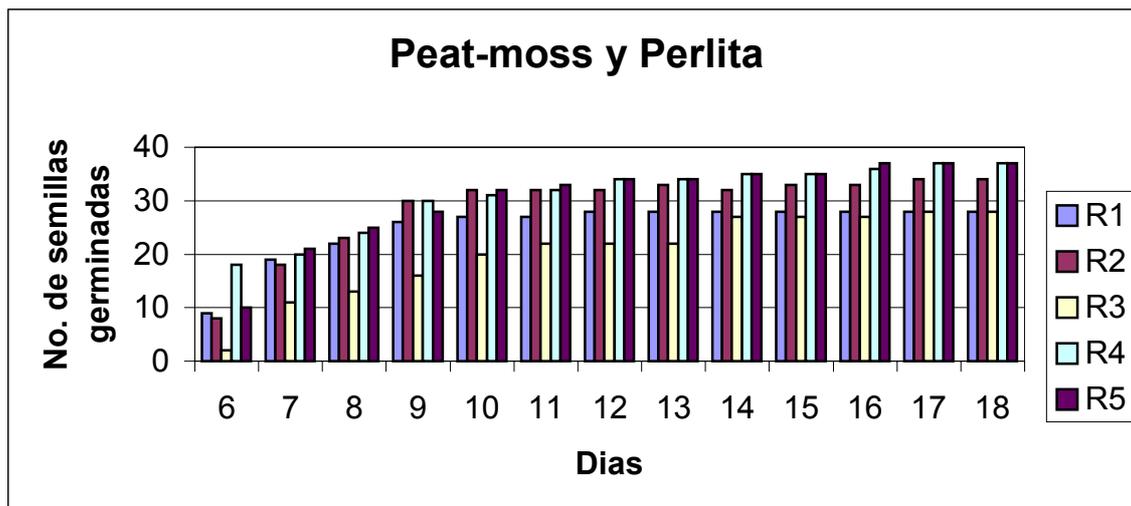


Grafica 1. Temperaturas durante los 18 días de evaluación de la germinación.

Se tomo como germinación la aparición de la radícula según Dalling,1986; Nielsen, 1988(citado por Salisbury, 1994), esta se inicio a los seis días después de la siembra en Peat-moss y Suelo que fueron los primeros sustratos en germinar y al final presentaron mayor velocidad de germinación (ver Cuadro 2).

En las siguientes graficas podemos observar el numero de semillas germinadas por días, para los siguientes tratamientos:

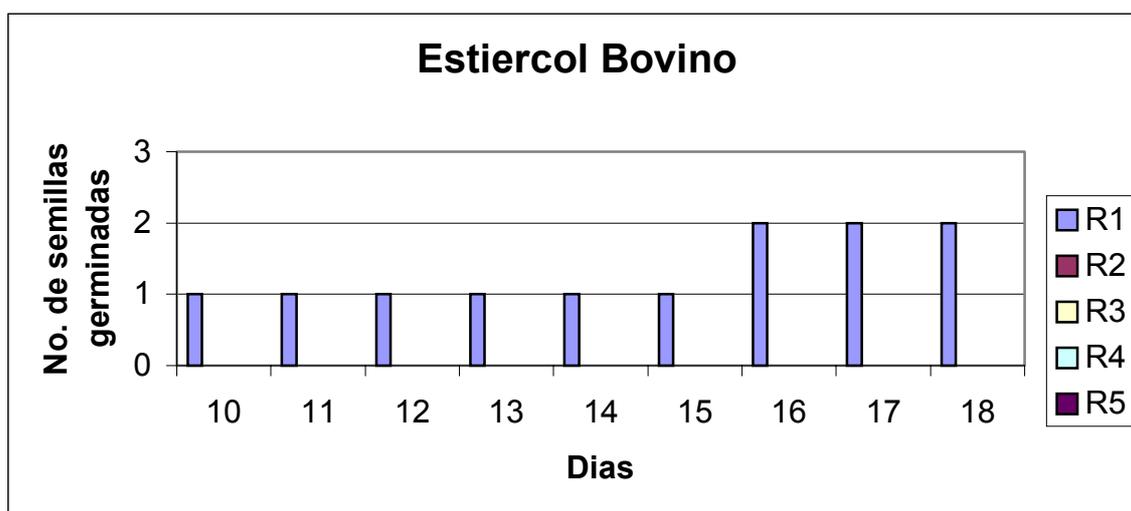
Tratamiento 1 peat-moss y perlita en proporción 1:1. Con un pH de 6.19 , un porcentaje de porosidad total en el sustrato de 75%,una porosidad de aireación de 32% y con capacidad de retención de humedad 43%.El cual nos dio como resultado el 82% de germinación estadísticamente es el altamente significativo. La germinación inicio a los seis días después de la siembra presentando la mayor geminación a los catorce días después de la siembra (ver grafica2). Weaver 1980, menciona que los sustratos debe de tener una distribución adecuada en los tamaños de los poros para la retención de la cantidad de agua y aire; La perlita ayuda a aumentar la aireación (Resh,1982).



Grafica 2. Semillas germinadas de *Epithelantha micromeris* (T1 = peat-moss y perlita 1:1).

Tratamiento 2 estiércol bovino. Con un pH de 7.50, un porcentaje de porosidad total en el sustrato de 77%, una porosidad de aireación de 18% y con capacidad de retención de humedad 59%. Se puede apreciar que la germinación se inicio a los diez días después de la siembra en la repetición 1 que fue la única en germinar, su mayor germinación la alcanzo el día dieciséis después de la siembra el porcentaje de germinación fue 1% (ver Grafica 3).

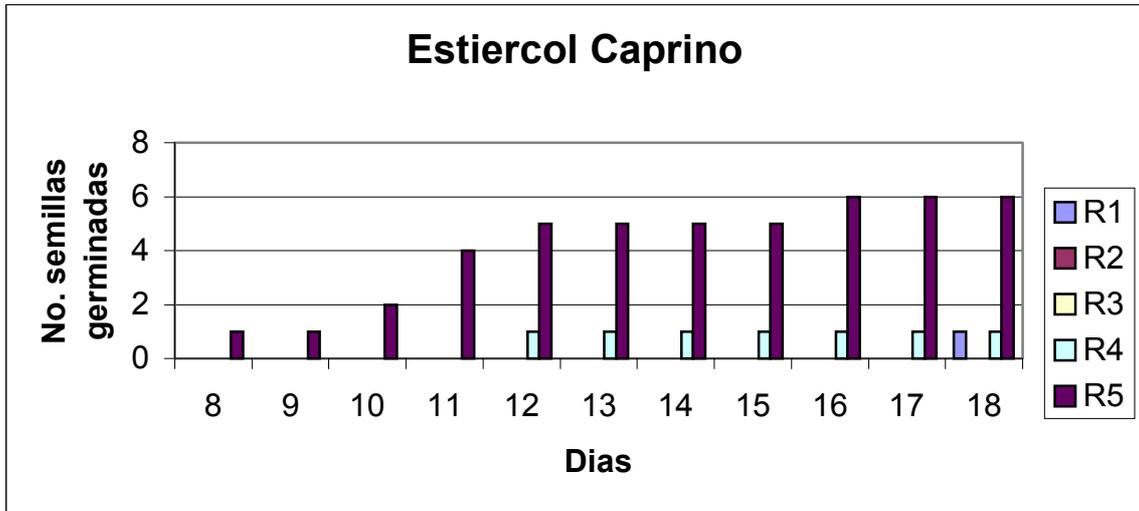
El cultivo de girasol en estiércol bovino al 100% presenta alto índice de mortalidad (Castellanos, 1996), por lo que se puede deducir que no es factible para el desarrollo de plantas.



Grafica 3. Semillas germinadas de *Epithelantha micromeris* (T2 = Estiércol bovino).

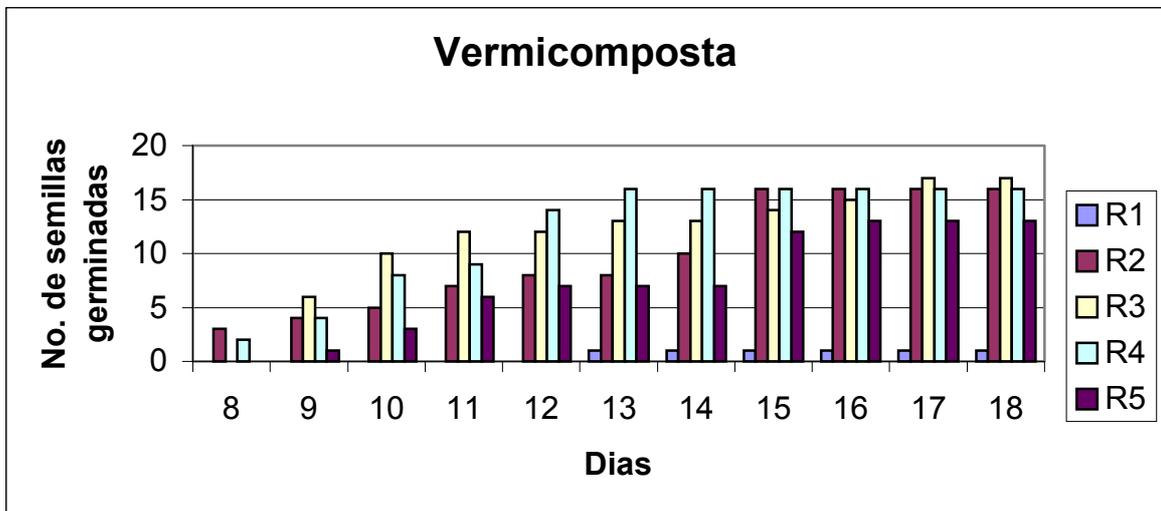
Tratamiento 3 estiércol caprino. Con un pH de 7.17, un porcentaje de porosidad total en el sustrato de 75%, una porosidad de aireación de 18% y con capacidad de retención de humedad 57%. En este tratamiento la germinación inicio a los ocho días después de la

siembra, alcanzando su mayor geminación a los dieciséis días después de la siembra, presentando un 4% de germinación total (ver Grafica 4).



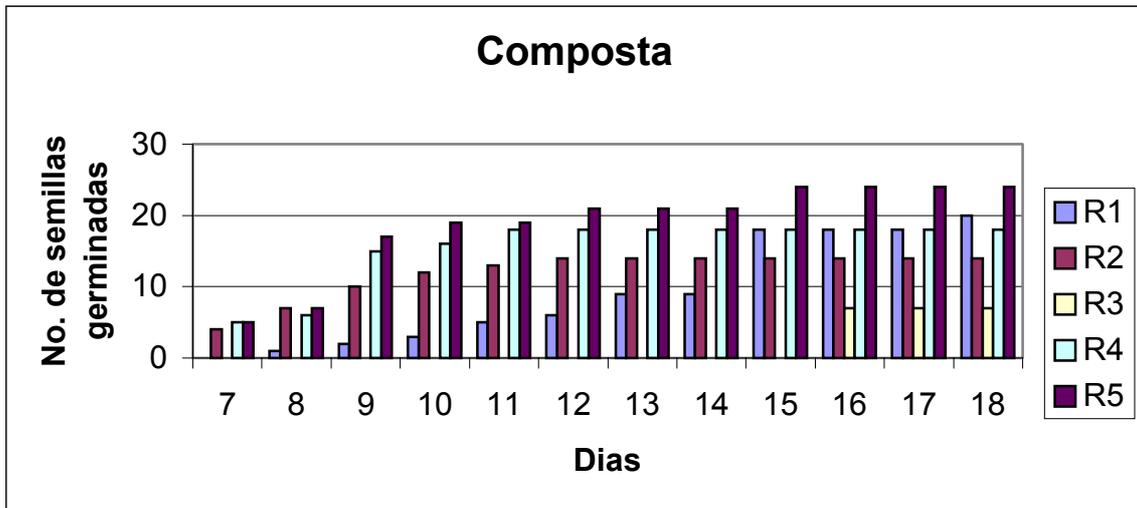
Grafica 4. Semillas germinadas de *Epithelantha micromeris* (T3 = Estiércol caprino).

Tratamiento 4 vermicomposta. Con un pH de 7.30, un porcentaje de porosidad total en el sustrato de 87%, una porosidad de aireación de 24% y con capacidad de retención de humedad 63% La germinación en este tratamiento se inicio a los ocho días después de la siembra, alcanzando su mayor geminación a los diecisiete días después de la siembra Se obtuvo un 31.5 % de germinación (ver Grafica 5).



Grafica 5. Semillas germinadas de *Epithelantha micromeris* (T4 = Vermicomposta) Tratamiento 5 composta. Con un pH de 6.60, un porcentaje de porosidad total en el sustrato de 75%, una porosidad de aireación de 7% y con capacidad de retención de humedad 68%, la germinación en este tratamiento se inicio a los siete días después de la siembra, alcanzando su mayor geminación a los dieciséis días después de la siembra. Dando un total de 41.5% de germinación(ver Grafica 6).

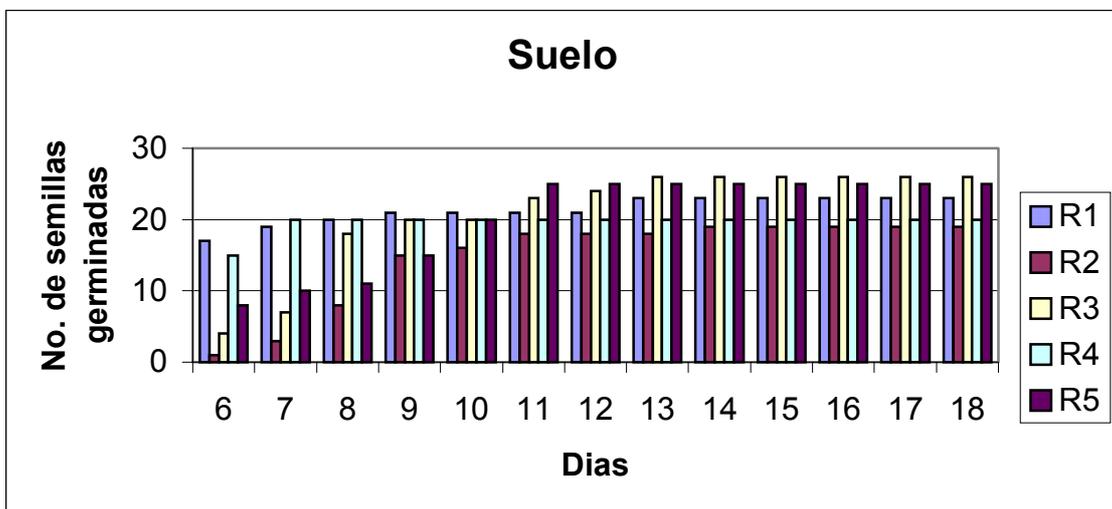
Novelli y Miregalli (1982) obtuvieron baja capacidad de germinación en composta, al romper la testa obtener el embrión y pasarlo a otro sustrato obtuvieron una germinación de 100%, por lo que se dice que no es adecuado para la germinación de cactáceas.



Grafica 6. Semillas germinadas de *Epithelantha micromeris* (T = Composta).

Testigo suelo. Con un pH de 6.50, un porcentaje de porosidad total en el sustrato de 80%, una porosidad de aireación de 20% y con capacidad de retención de humedad 60%; La germinación inicio a los seis días después de la siembra, alcanzando su mayor germinación a los catorce días después de la siembra. Obteniendo un porcentaje de germinación de 56.5% (ver Grafica 7).

32



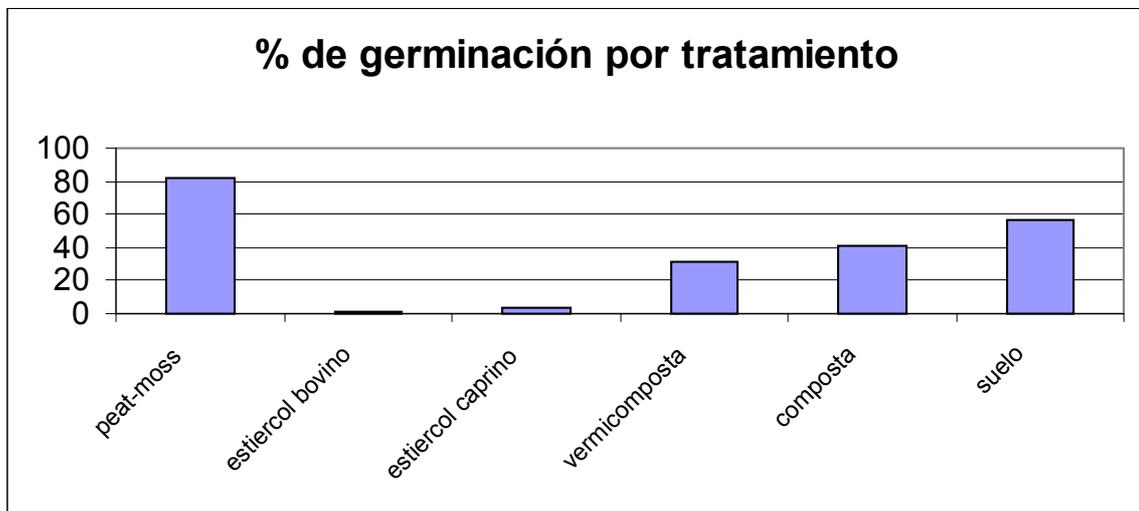
Grafica 7. Semillas germinadas de *Epithelantha micromeris* (Testigo = Suelo).

En el Cuadro 2 puede apreciarse el porcentaje de germinación (ver Grafica 8) y la velocidad de germinación, siendo la de mayor velocidad el tratamiento numero 1 de peat- moss con perlita con un 2.3, seguido por el testigo con 1.70 de velocidad germinativa, luego el T5 que viene siendo la composta con 0.96 de velocidad germinativa, la Vermicomposta que es el T4 obtuvo un 0.64 de velocidad de germinación. Los mas bajos fueron T3 estiércol caprino con 0.09 y T2 estiércol bovino

con 0.02 de velocidad de germinación (los resultados se obtuvieron por el índice de Maguire).

<i>Epithelantha micromeris</i>		
Sustratos	Germinación	
	%	Velocidad
peat-moss	82	2,30
estiercol bovino	1	0,02
estiercol caprino	4	0,09
vermicomposta	31,5	0,64
composta	41,5	0,96
suelo	56,5	1,70

Cuadro 2. Resultados de la evaluación de la germinación.



Grafica 8. Porcentaje de germinación por tratamiento.

Es adecuado propagar cactáceas por medio de semillas ya que con esta técnica se conserva la variabilidad genética de las especies cultivar especies en invernaderos ya que de esta manera se puede aprovechar mayor numero de semillas y disminuir la sobrecolecta de ejemplares.

Es urgente tratar de concientizar sobre el manejo de usos racionales de la flora y fauna de nuestro planeta.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Con el fin de representar estadísticamente la diferencia entre tratamientos se realizó un análisis de varianza, con un diseño bloques al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones . Pero para saber cual es el mejor tratamiento se corrió una comparación de medias mediante el método Diferencia Mínima Significativa (DMS). La unidades considerada experimental de la investigación son las charolas de germinación con 40 semilla cada una, dando un total de 30 charolas y 1200 semillas.

De acuerdo con el diseño puede ser representada por el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable observada

μ : Media general

T_i : Efecto del los tratamiento

β_j : Efecto del los bloques

ϵ_{ij} : error experimental

i : 1, 2, 3.....6 tratamientos

j : 1, 2, 3.....5 repeticiones

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el programa de la Universidad Autónoma de Nuevo León en un diseño bloques al azar Olivares (1994).

Analizando los resultados de la tabla de ANVA se observa que la F calculada es mayor que la F de tabla por lo cual podemos decir que existe diferencia significativa entre los tratamientos por esto es conveniente realizar una comparación de medias utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS) con un nivel de significancia de 0.01.

Se puede observar en la tabla de comparación de medias, elaborado con el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS) con nivel significancia 0.01, el tratamiento 1 peat-moss y perlita (1:1) el que presenta una diferencia altamente significativa con respecto al valor de DMS que es = 8.7146 y el tratamiento es de 32.8000.

El mejor tratamiento es el T1 peat- moss con perlita.

CONCLUSIONES.

Se puede concluir que la mezcla de peat-moss y perlita en proporción 1:1 es un sustrato adecuado para la germinación de *Epithelantha micromeris* Engelm. por lo cual se acepta la hipótesis, ya que posee las características mas favorables para esta como son: un porcentaje de aireación de 32% el cual es mayor que el de todos los sustratos utilizados, además se pudo observar que cuenta con un pH ligeramente ácido de 6.19, los cuales combinados con la temperatura media de 29 °C durante los 18 días de evaluación dieron como resultado una velocidad de germinación de 2,30 con un porcentaje de 82% el cual fue el mas alto.

Se recomienda en futuros trabajos:

tener un mejor control sobre las temperaturas.

Realizar diferentes mezclas de los sustratos, evitando utilizar los estiércoles al 100%.

Aplicar funguicida a los sustratos antes de la siembra.

RESUMEN.

Para la evaluación de germinación de semillas de *Epithelantha micromeris*, se trabajo con 1200 semillas y seis diferentes sustratos (peat-moss y perlita, estiércol bovino, estiércol caprino, vermicomposta, composta, suelo), los cuales se les tomo el pH, % porosidad, % aireación y % de capacidad de retención de humedad. Para cada tratamiento se utilizaron 200 semillas, 5 repeticiones con 40 semillas para cada una de ellas bajo condiciones de invernadero.

El experimento se estableció en los invernaderos del Museo del Desierto de Saltillo Coahuila ubicado en el centro metropolitano del parque las Maravillas, evaluando 18 días posteriores ala siembra.

Las semillas fueron remojadas con ácido Giberelico al 10% por 24 horas, posteriormente desinfectadas con cloro al 30% y lavadas con agua destilada para eliminar el exceso de cloro, se colocaron en papel secante y finalmente se sembraron en charolas de germinación.

Se considero la semilla germinada en el momento de la aparición de la radícula; las primeras semillas germinaron en el sustrato peat-moss, a los seis días después de la siembra.

Al termino del experimento obtuvimos los siguientes porcentajes de germinación: peat-moss y perlita 82%, estiércol bovino 1%, estiércol caprino 4%, vermicomposta 31.5%, composta 41%, suelo 56.5%.

El mejor sustrato para la germinación de *Epithelantha micromeris* fue el peat- moss seguido por el suelo, composta, vermicomposta; el estiércol bovino y caprino no son recomendables, se obtuvo muy bajo rendimiento de germinación se puede decir insignificante.

ANEXOS.

ANÁLISIS DE VARIANZA.

FV	GL	SC	CM	F c	P>F
TRATAMIENTOS	5	3868.565918	773.713196	39.2150	0.000
BLOQUES	4	98.200195	24.550049	1.2443	0.324
ERROR		20	394.600586	19.730030	
TOTAL			29	4361.366699	

$$F_{\alpha}=3.73$$

$$C.V. = 30.77\%$$

TABLA DE MEDIAS.

La comparación de medias se realizó mediante el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS) obteniendo los siguientes resultados:

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	*31.6000 A
6	22.6000 B
5	14.8000 BC
4	11.8000 C
3	1.2000 D
2	0.2000 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

$$DMS = 8.7146$$

BIBLIOGRAFÍA.

Abad, B. M. 1993. Sustratos, Caracterización y propiedades. Curso superior de especialización sobre: cultivo sin suelo. FIAPA. Almería, España. Pp47 - 61.

Alarcón A. *et al.*, 2004. tecnología de hongos micorrizicos en la producción de especies forestales en vivero. Instituto de Recursos Naturales Colegio de Posgraduados en las Ciencias Agrícolas. Montecillo estado de México.

Álvarez 1986. Efecto de tres fitorreguladores y escarificación en la germinación de seis especies de cactáceas del noroeste de México. U. A. A. N. Pp. 85.

Ansorena, M. J. 1994. Sustratos, propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. Pp.35-69.

- Avolió, M. 1982. Seed - raising under sterile conditions. The cactus and Succulent Society of Great Britain. 44(2):44-45.
- Alcorn S. M. and Kurtz B. E. 1959. Some factor affecting the germination of seed of the Saguaro cactus (*Carnegiea gigantea*). America journal of botany. 46 (7):526 – 529.
- Ayala O.,M. 1987. Influencia de diferentes tratamientos para estimular y acelerar la germinación de *Opuntia spp.* Tesis licenciatura U. A. A. A. N. Saltillo Coahuila México. Pp. 98.
- Besnier, R. F., 1989. Semillas Biología y Tecnología. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 637pp.
- Bidwell, R. G.S.1979. Fisiología vegetal. Primera edición en español. Ed. A. G. T. Editor, S. A .México, D. F. Pp 784.
- Bonner, J. F. y Galston W. A. 1967. Principios de fisiología vegetal. 5ª edición. Ediciones Aguilar, S.A. Madrid, España Pp. 485.
- Borrego, E. F. y Hernández H. G. 1986. Estudio de semilla de germinación de semillas de nopal. Resúmenes de xl congreso nacional de fitogenetica. Sociedad mexicana de fitogenetica . México . Pp. 289.
- Bravo H. H. 1978. Las Cactáceas de México. Vol. I. Segunda. ed. UNAM México D. F.
- Bravo H. H. 1991. Las Cactáceas de México. Primera edición Vol. II. Editorial Universidad Autónoma de México. Pp 239.
- Buckman H. O. y Buckmany N. C. *et al.* 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simón. Barcelona, España.
- Buxbaum F.1953. Morfology of cacti Section II. The Flower. Abbey Gerden Press. Pasadena U. S. A.
- Buxbaum F.1955. Morphology of cacti. Section III Fruits an seed. Abbey Garden Press. Pasadena U. S. A.
- Camilo, G. E. 1973. Efecto de los acidos 3 - indolacetico Y 1 naftalen en distintas concentraciones sobre la germinación de semillas de 6 especies de hortalizas. Tesis inédita. U. A. A. A. N.
- Castellanos D. H. 1996. Evaluación de la composta (abono orgánico) y otros sustratos, Sobre la producción de girasol ornamental *Heliacanthus annuus* L. Var “sunbright “, Bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. U. A. A. A. N. Buena vista saltillo, coah., México.
- Cooke, G. W. 1981. Fertilizantes y sus usos. 9ª impresión. Editorial C. E. C. S. A. México.

- Copeland, L. 1976. Principles of seed science and technology. Ed. Burges. Minneapolis, Minesota. Pp. 321.
- Cronquist, A. 1968. Introduccion a la Botanica. Cuarta edición C. E. C. S. A.México. Pp. 800.
- Curtis H.2000. Biología. Sexta edición en español . editorial panamericana Pp998.
- Dallin, MJ (Ed).1986.Plant profeolytic Enzymes Vols. I and II. CRC press, Boca Raton ,Fla. Pp.334.
- Daniel, W. L. and R.D. Wriyth, 1988. Cation Exchange properties of pine Bark Growing Media as influenced by pH particle size and cation species. E.U. A.J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 (4): 557- 5560.
- Davies W. E. y R. C. Rose.1912. The effect of external conditions upon the After-Ripening of the seeds of Crataegus mollis, Bot. Gaz.,54:49-62.
- Dawson, E. Y. 1963. How to know the cacti. Dubuque, Iowa. Ed, Brown.
- Deffis, C. A. 1989. La basura es la solución. Memoria del congreso nacional de la ciencia del suelo. Pachuca, hidalgo. México
- Delouche, C. J. 1965. A perliminary study of methods of separating crimsom clover seed on basis of viability. Poc. Assoc. Off. Seed Anal.55: 30-36
- Diehl, R. 1978. Fitotecnia general. Impreso en España. Pp299 , 231
- Donalson, J. G. 1947. Cactus and succulents. Journal. 19 Vol. (42):225.
- Engleman, P. 1960.Ovule and seed development in certain cacti. Am. Jour.Bot. 47: 460-467.
- Esau, K. 1965. Anatomy of seed plants. Willeg. New York. Pp. 376
- Esau, K. 1972. Anatomía vegetal. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. Pp. 779
- Fahn A. 1978. Anatomía vegetal. 2ª Edición. C. H. Blume. Ediciones Madrid, España. 643P
- Fearn , B. 1981. Seed Germination: The modern approach. The cactus and succulent. Jounal of great Britain. 43 (1):13-16.
- Flores, Z. 1993. Evaluación de algunos métodos de ruptura de latencia y estudio del efecto de almacenamiento sobre la calidad de semillas de Brachiaria dictyoneura. Tesis MSc. U. C. V., FAGRO, Maracay, Venezuela,Pp. 95.
- Fron Quer P. 1953. Diccionario de Botánica . Editorial labor. Barcelona España. Pp 195.

Garcia, C. C. y Perez, G. S. 1987. Estudio sobre la germinación y calidad de planta de capulín (*Prunus serotina* Ehrh) en vivero. II Congreso Nacional de la SOMECH, Irapuato Gto. Mex. Pp.99

García, R. H. 1993. Estimulación de la germinación de cinco especies de Cactáceas consideradas en peligro de extinción. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencia y Cultura, A.C. División de Ciencias Biológicas, Saltillo Coahuila, México. 60pp.

Gemmell, A. R. 1971. Developmental plant anatomy. Edward Arnold (Publishers) CTA. London, P61

Gomez L. R. y S. P. Romero 1989. Germinación de dos variedades de pitaya . *Stenocereus griseus* (Haworth) Buxbaum. Cactáceas y suculentas mexicanas. México 34: 34 – 40p

42

Gouvêa, L. 1983. A germinação das sementes. Secretaria-Gral. de Organización das Estados Americanos, Washington, D. C. Pp 772.

Guzman *et. al.*, 2003. Cactalogo de Cactáceas Mexicanas. Editorial U. N. A. M. CONABIO. Pp 86

Handreck K. A. 1983. Particle size analysis and the physical properties of growing media for containers E. U. A. Commun. In Soil Sci. Plant Anal., 14 (3): 209 – 222.

Harmann, H. T y Kester D., 1979. Propagación de plantas. Ed. C. E. C. S. A. México. 693p

Harmann, H. T. y Kester D. 1980. Propagación de plantas, principios y practicas. Segunda edición. Editorial Continental, S. A. México, D. F. 693p

Harmann, H. T. y Kester D. 1982. propagación de plantas. Principios y practicas. 3ª impresión. Editorial C. E. C. S. A. México.

Hartmann, H. y Kester D. 1988. Propagación de Plantas. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C. V. P p 760.

Hill, T. A. 1977. Hormonas reguladores del crecimiento vegetal. Ediciones Omega. Barcelona, España. Pp 94.

Khan, A. 1971. Hormonal regulation of primary and secondary dormacy. Israel Journal of Botany 29: 207-240.

Maguirre, J. 1962. Speed of germinatation-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci 2:176-177.

43

Maheshwari, P.1950. An introduction to the Embriology of Angiosperms. Mc Graw Hill Co. N. Y. Pp 98.

- Mayer, A.M y A. Poljakoff-Mayber. 1982. The germination of seeds. Second Edition. Pergamon press. Oxford, N.Y. 192 p
- McDonough, T. W. 1964. Germination responses of *Carnegiea gigantea* and *Lamaireocereus turberi*. Ecology 45: (1): 155 – 158 p.
- McElgunn, J. 1974. Germination response of forage grasses to constant and alternating temperature. Canadian Journal of Plant Science. 54 (2): 265-270.
- Medina, E. R. 1977. Introducción a la ecofisiología vegetal. Organización de los estados americanos . Washinton. D.C. Pp.7-8.
- Moreno P. N., López J. y Arce. Gzz. L. 1992. Aspectos sobre las semillas y su germinación de *Echinomastus mariposensis* Hester. Cact. Suc. Mex. 37: 21-27.
- Mriskii, V. 1985. Nota sobre nuevos métodos para germinar semillas de cactus. Cactaceas y Suculentas de Mexico. Tomo xxx. No. 3: 65-66.
- Muratalla, L. A., Barrientos F. P. y Rodríguez J. A. 1990. Germinación y viabilidad de la semilla de nopal (*Opuntia amyclaea* k y *Opuntia ficus indica*) II Reunión Nacional sobre Conocimientos y Aprovechamiento del Nopal. Sociedad nacional de ciencias hortícolas, México Pp19.
- Narro, F. E., 1994. Física de suelos. Editorial TRILLAS. México, D. F. Pp. 192.
- Nava, A. F. 1992. Efecto del estiércol Bovino y fertilizante Químico en el suelo y respuesta del sorgo forrajero. Memoria del congreso Nacional de la ciencia del suelo. Acapulco, Guerrero. México Pp. 454
- Nielsen S.S. 1988. Degradation of bean proteins by endogenous and exogenous proteases-a review. Cerealchemistry 65:43-442.
- Niembro R. A. 1988. Semillas de árboles y arbustos. Primera edición. Editorial LIMUSA. México, D. F. Pp 271.
- Novelli, M. y Merigalli, M. 1982. Germination of excised embryos. The Cactus and Succulent. Journal of Great Britain Vol. 44(3):68-69.
- Olivares S. E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L.
- Paredes, A. R. et al 2000. Cactáceas de Sonora, México: su diversidad, uso y conservación. Ed. IMADES.
- Patiño, F., de la Garza, P., Villagomez, Y., Talavera, I. y Camacho, F. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México D.F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaría Forestal. Boletín Divulgativo N° 63. Pp.181 .

Peña Y. J, Ramos P. M., Silos E. H., Valera M. L., y Tirado E. G. 1995. Evaluación de la germinación *in-vitro* de *Echinocactus* spp. y *Ferocactus* spp. II congreso Nacional de Biotecnología Agropecuaria y Forestal, Aguascalientes, Ags. México. Pp.53.

Pilbeam, J. 1980. Seed raising. The cactus and succulent Journal of Great Britain. Vol.42 (2): 55-56.

Rabenda, L. 1990. Breaking dormancy in cactus seed. Cactus and Succulent Journal, 62 (2):86-94.

Resh, H. M. 1982. Cultivos Hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. Ediciones Mundi – prensa, 2ª edición. Madrid España. Pp. 232-238.

Rojas, G. M. y Ramirez R. H., 1987. Control hormonal del Desarrollo de las plantas. Ed. Limusa. S. A. de C. V. México, d. F. Pp.81.

45

Ruiz, O. M. 1979. Tratado elemental de botánica. Editorial ECLALSA. MÉXICO, D. F.

Ruiz, A. M. y L. E. Vidal, 1989. Tratamientos pregerminativos en semillas de durazno (*Prunus persica* L. Betsch), selección carlos. III congreso nacional de la SOMEH, Oaxtepec Morelos. Mex. Pp.27.

Salisbury, B. F., 1994. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamérica S.A. de C. V. México, D. F. Pp.759.

Santiago M. H. 2001. Enraizamiento *in vitro* de *Epithelantha micromeris* Engelmann (CACTACEA). Tesis profesional U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo Coahuila, México. p21

Sherman H. R. 1997. Earthworm castings as plant growth media. Pp. 1-3.

Stokes P. 1965. Temperature and seed dormancy. Em: RUHLAND, E.(ed)Handb. Pflanzen physiol.,15(2),springer verlag , berlín.Pp362.

Tevis, L. 1958. Germination and growth of ephemerals induced by sprinkling a sandy desert. Ecol 39: 681

Tiagi, Y. D. 1970. Cactaceae En Symposium on comparative embryology of Angiosperms India. Nat. Sci. Acad. New Delhi. Pp30-35.

Vázquez y. C., Orozco M. *et. al.*, 1997. La Reproducción de las plantas: semillas y meristemas. Primera edición. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.

Weaver, R. J. 1980. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas. México D. F. Pp.622.

46

Weaver, R. J. 1982. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. Trillas. Pp 173-178.

Willan, R.L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, estudio con especial referencia a los trópicos. FAO Montes 20/2. Pp.502.

PAGINAS WEB CONSULTADAS.

<http://www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/106/hernandez106.htm> 2002. (1)

<http://www.agropecstar.com/portal/doctos/agronomia2.htm>.2002. (2)