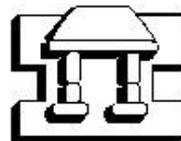


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



IZTACALA

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**

CARRERA DE BIOLOGIA

“Aclimatación de las plantas de cuatro especies de cactáceas en tres suelos provenientes de la presa Zimapan .”

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BIÓLOGO

PRESENTA:

JOSE FEDERICO GARCIA ALDAMA

DIRECTOR DE TESIS:

BIOL. MARCIAL GARCIA PINEDA

Los Reyes Iztacala, 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I.- AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Marcial le doy las gracias por prestarme la ayuda necesaria para el termino de este trabajo que me ayudo a contribuir con un granito de arena en la formación de mi persona y sobre todo como estudiante ya que con el aprendí metodos de propagación y de organización así como de amistad .Además me dio la oportunidad de ocupar los espacios del Jardín Botánico de la FES Iztacala para el desarrollo del trabajo dándome oportunidad de pensar e implementar nuevas cosas en el Jardín Botánico de la FES Iztacala.

A mis sinodales Héctor , Héctor Godínez, Gumersindo y Antonio Meyran por las correcciones hechas a este trabajo ,y sobre todo al profesor Gumersindo por ayudarme a redactar mejor este trabajo, les doy las gracias.

A mi madre que siempre me apoyo y se que donde este, lo sigue haciendo y este es un premio a esos sacrificios que siempre hizo para que yo siga preparándome, y además me enseñó que lo mas importante es respetar a las personas, y que luchemos por alcanzar nuestros objetivos y metas, gracias.

A mi hermana y hermanos por el apoyo que me han dado y que han sufrido lo mismo que yo, que a pesar de que no somos unas personas estudiosas competimos y aunque no triunfemos seguiremos luchando hasta lograr nuestros objetivos y metas.

A mis amigos por dejarme ser su amigo.

A mi padre por el apoyo que nos da, aunque es poco se valora.

INDICE

I.-AGRADECIMIENTOS.....	3
1.0.-RESUMEN.	4
2.0.- INTRODUCCIÓN	5
3.0.- ANTECEDENTES	6
3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.....	7
3.1.1.- <i>Echinocactus platyacanthus</i> Link et Otto	7
3.1.2.- <i>Echinocactus grusonii</i> Hildman, Monants	8
3.1.3.- <i>Ferocactus latispinus</i> (Haworth) Britton et Rose	9
3.1.4.- <i>Coryphanta erecta</i> <i>Lemaire</i>	10
3.2.-IMPORTANCIA DE JARDINES BOTÁNICOS Y MUSEOS VIVOS COMO ACERVOS DEL GERMOPLASMA, MANTENIMIENTO Y PROPAGACIÓN DE LAS ESPECIES ENDÉMICAS Y EN PELIGRO DE EXTINCION	11
3.3.-DIFERENCIAS EDAFICAS	13
3.4.- EL SUELO COMO FACTOR DEL HABITAT	14
3.5.- ECOFISIOLOGIA DE LA GERMINACIÓN	17
3.6.-ACLIMATACION DE LAS PLÁNTULAS	21
4.0.-OBJETIVOS	24
4.1.-OBJETIVO GENERAL	24
4.2 OBJETIVOS PARTICULARES	24
5.0.-MATERIALES Y METODOS	25
5.1.-COLECTA DE LOS TRES SUELOS EN ZONA DE PRESA ZIMAPAN HIDALGO-QUERETARO.....	25
5.1.1.-ANALISIS DE SUELOS	26
5.1.2.-GERMINACION	27
5.1.3.-ACLIMATACION	27
6.0.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
6.1.-ANALISIS DE SUELOS Y SUSTRATO MEZCLA UTILIZADO	29
6.2.-GERMINACION	31
6.3.- ACLIMATACION	36
6.3.1.- <i>Echinocactus grusonii</i>	36
6.3.2.- <i>Echinocactus platyacanthus</i>	39
6.3.3.- <i>Coryphanta erecta</i>	41
6.3.4.- <i>Ferocactus latispinus</i>	43
7.0.-CONCLUSIONES	46
8.0 SUGERENCIAS	49
8.1.-APORTACIONES	49
8.2.-DIFICULTADES	50
8.3.-¿QUÉ SIGUE DESPUÉS DE ESTO?	50
8.4.-DISEÑO EXPERIMENTAL	50
9.0.-REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
10.-ANEXO	55
10.1-ABREVIATURAS	55

1.0.-RESUMEN

En este trabajo se evaluó la aclimatación de plántulas, en tres tipos de suelo provenientes de presa Zimapan como opcionales para el cultivo de cuatro especies de cactáceas donadas en 1994 cuando se desarrollo el proyecto de la hidroeléctrica Zimapan Queretaro-Hidalgo y el suelo control (D) constituido por una mezcla 1:1:1 de tierra lama, arena de rio y tezontle, es de color negro con una textura de migajon arenoso, de pH neutro, rico en materia organica, su densidad aparente es media, su densidad real es baja, y su porosidad es alta.

El suelo A es rojo de textura migajon arcilloso, pH ligeramente alcalino, moderadamente rico en materia organica, con densidad aparente alta, densidad real alta y porosidad media no demuestra ser el suelo ideal para el desarrollo de plántulas de cactaceas. El suelo B es color café de textura migajon arenoso, pH fuertemente alcalino, moderadamente rico en materia organica, la densidad aparente es alta, densidad real alta, y su porosidad es media. El suelo C, color gris, de arena migajosa, muy fuertemente alcalino, moderadamente rico en materia organica, densidad aparente media, densidad real baja y porosidad alta provee a las raíces de mayor aeración por la cual pueden obtener el agua ya que se infiltra rápido y es absorbida por las raíces, debido a estas propiedades fisicoquímicas indican que son aptos para el crecimiento de las cactaceas. Los suelos fueron colectados en los alrededores de la presa Zimapan. Se germinaron las semillas utilizando la técnica de Rivas, obteniendose en *Echinocactus platyacanthus* el 25.39%, en *Echinocactus grusonii* 28.76%, *Ferocactus latispinus* 1.57 % y *Coryphanta erecta* 27.61%, de semillas germinadas a los seis meses se transplantaron en los 3 suelos de Zimapan y el control, respectivamente se evaluó supervivencia por día y crecimiento durante 4 meses, así como datos morfológicos de las especies, se observo en *Echinocactus grusonii* en los tres suelos y el control buenos resultados ya que el numero de plántulas muertas fue menor al 0.1%, se observo formación de areolas, espinas, asi como diferenciándose sus costillas lo cual sugiere que ha empezado su aclimatacion. En cambio en *Echinocactus platyacanthus* hay grandes diferencias referente a su sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de sus estructuras morfológicas en los 4 suelos. En *Ferocactus latispinus* su sobrevivencia y crecimiento es baja en los cuatro suelos utilizados . *Coryphanta erecta* muestra es lenta en su crecimiento y desarrollo de estructuras

morfológicas que le ayudaran a aclimatarse. El suelo B y D, son los mas aptos para el cultivo y aclimatación de estas especies.

El suelo B ,debido a sus características fisicoquímicas que aportan propiedades para el desarrollo y aclimatacion de las especies trabajadas. El suelo A, si no se le mantiene lo suficientemente humedo no permite el desarrollo normal de la plantula debido a la compactacion del mismo. La alta porosidad del suelo C, les ayuda a las cactaceas, porque permite un buen desarrollo radical facilitando la absorción de agua y sales minerales lo cual puede conllevar a un mejor desarrollo de las plantulas. El mayor numero de mortandad de individuos fue en mayo debido al aumento de temperatura sin embargo esto favorecio la aclimatacion de las especies.

2.0.- INTRODUCCION

La familia Cactaceae es endémica de América, su distribución natural abarca prácticamente todo el continente. La diversidad que alcanzan en México es sobresaliente ya que habitan cerca del 70 % de las 800 a 1500 especies de la familia, con excepción de las regiones por encima de los 56^o de latitud norte (Glass 1997).

Algunas de las regiones de alta diversidad florística de cactáceas en México son el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, localizado en los estados de Puebla y Oaxaca, el Altiplano Potosino y sur de Nuevo león, los valles inter montanos de Hidalgo y Querétaro y los bosques deciduos y espinosos de Tehuantepec. Como centro de diversificación de la familia, en México encontramos también un alto grado de endemismo debido a que aproximadamente 18 géneros (35%) y 715 especies (84%) existen únicamente en nuestro país (Becerra 2000).

Entre las especies de la familia cactaceae es frecuente que los individuos produzcan frutos con gran cantidad de semillas que, a su vez, pueden alcanzar porcentajes de germinación relativamente altos (superiores al 70%). Asimismo bajo diversas condiciones de laboratorio, el desarrollo de las plántulas se da en mayor proporción y en menor tiempo que en condiciones naturales (Nobel 1988, Nolasco et al. 1996).

Muchos de sus frutos y tallos son alimento importantes en la dieta de los mexicanos, aunque también se usan como forraje, ornamento y fuente de obtención de sustancias químicas de interés médico y farmacológico. Bravo y Scheinvar (1995) han recomendado crecer las cactáceas en suelos poco densos, porosos y de textura gruesa como mezclas de tezontle y grava debido a la infiltración de agua que pasa rapidamente y es absorbida por las raices.

En este trabajo se estudian algunos aspectos del porcentaje de germinación de *Echinocactus platyacanthus*, *Echinocactus grusonii*, *Coryphanta erecta* y *Ferocactus latispinus* en una mezcla de 1:1:1, tierra lama, arena de río y tezontle, posteriormente fueron transplantadas en 3 suelos para observar la aclimatación de plántulas en cada suelo, así como los cambios de temperatura y luz al día , se obtuvo la supervivencia y crecimiento en cada suelo, así como información de los suelos cercanos a la zona de Zimapan en comparación con la mezcla para saber cual es el más viable en la aclimatación de plántulas de especies que son provenientes de Zimapan.

3.0.- ANTECEDENTES

Las especies que se utilizaron fueron: *Coryphanta erecta*, *Ferocactus latispinus*, *Echinocactus grusonii* y *Echinocactus platyacanthus* endémicas de México fueron rescatadas de la zona en donde se realizó el dique de Zimapan, en 1994 con las siguientes coordenadas: latitud 20° 40', longitud 99°30', donadas al jardín botánico de la FES Iztacala.

3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

3.1.1.-*Echinocactus platyacanthus* Link et Otto:



Figura 1.- *Echinocactus platyacanthus*.

Esta especie de acuerdo a su distribución es considerada forma *platyacanthus* (figura 1), se considera como una especie endémica de México, la cual presenta un área de distribución que se extiende desde el estado de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí y Tamaulipas; hacia el sur de los estados de Querétaro, Hidalgo y Puebla (Bravo-Hollis, 1991). Su descripción Botánica se resume de la siguiente manera: cuerpo globoso, gruesamente columnar hasta toneliforme de 50 cm. hasta 2 m. de altura en los ejemplares adultos y de 60 a 80 cm. de diámetro, color verde a glauco, ápice con abundante lana amarillenta, costillas gruesas y duras. Presenta un periodo de floración entre los meses de abril y julio. Con flores numerosas emergiendo entre la lana del ápice, diurnas de 5 a 7 cm. de longitud de color amarillo intenso. (Bravo-Hollis, 1991). Fruto seco largamente oblongo, amarillento, escamas numerosas con producción de semillas que puede ir de 100 a 1050,

(Trujillo,1982).La semilla de *Echinocactus platyacanthus* es de color rojo oscuro, mide de 2.5 mm de longitud y tiene un peso promedio de 17 mg. La testa de la semilla presenta ornamentación. (Bravo-Hollis,1991).La utilización de esta cactacea se remonta a la época prehispánica, los indígenas se comían el tallo crudo o lo masticaban para mitigar la sed en épocas de sequía. En ciertas regiones de México, como por ejemplo en el estado de Puebla, se produce el acitrón o biznaga en dulce, preparado de la cocción del tallo de esta especie, y actualmente se utiliza como planta ornamental. Debido a que el nombre de biznaga se les da a especies de cactáceas globosas y subglobosas, existen otros nombres comunes para distinguir a *Echinocactus platyacanthus* como biznaga de acitrón, en los estados de Puebla, Hidalgo, Querétaro; biznaga burra, biznaga de lana y biznaga gigante; biznaga cabucha y biznaga dulce en la región de Guadalcazar, San Luis Potosí (Martínez 1979,citado por Trujillo 1982) y (Arias M,S 1997,).

3.1.2.-*Echinocactus grusonii* Hildman, Monants (figura 2) su descripción Botánica es la siguiente:



Figura 2.-*Echinocactus grusonii*

Tallos grandes simples, globosos, con el tiempo cilindricos, a veces producen brotes en la base, de 20 a 130 cm de altura, frecuentemente de 40 a 80 cm de diámetro, de color verde claro; apice con lana amarilla. Espinas de color amarillo oro cuando jóvenes, después mas palidas, y las viejas con algo de tinte castaño. Espinas radiales de 8 a 10, subuladas, de 3

cm de longitud. Espinas centrales generalmente 4, hasta de 5 cm de longitud. Flores de 4 a 6 cm de longitud y 5 cm de diámetro, que no se abren ampliamente; pericarpelo esferoidal llevando escamas acuminadas que desarrollan en sus axilas abundante lana; tubo receptacular de 3 cm de diámetro, cubierto con escamas lanceoladas y largamente acuminadas; segmentos exteriores del perianto largamente acuminados, de color castaño en el envés y amarillo en el haz; segmentos interiores del perianto de color amarillo, con brillo sedoso, erectos, angostamente lanceolados, acuminados, mas cortos que los exteriores; estambres numerosos, formando un grueso cilindro en el centro, amarillos; estilo amarillo; lóbulos del estigma 12. Fruto oblongo hasta esferico, de 12 a 20 mm de longitud, de pared delgada, cubierta con escamas y lana blanca o desnudo hacia abajo. Semillas de 1.5 mm de longitud; testa brillante, de color castaño. Estados de Queretaro y San Luis Potosí, localidad tipo el infiernillo, en la Barranca del río Moctezuma, en Queretaro. Es una planta muy ornamental por el color amarillo de las espinas se a exportado en grandes cantidades que actualmente esta casi extinguida en su habitat (Bravo-Hollis 1991).

3.1.3.-*Ferocactus latispinus* (Haworth) (Figura 3) Britton et Rose su descripción Botánica es la siguiente:



Figura 3.-*Ferocactus latispinus*.

Planta simple, Tallo globoso, mas o menos aplanado, hasta 30 cm de altura y 4 cm de diámetro. Costillas alrededor de 21, agudas, algo tuberculadas, con una protuberancia arriba de cada areola. Areolas grandes, con la porcion espinifera oval de unos 15 mm de longitud y

12 mm de anchura. Espinas radiales 12 a 15, unas aplanadas, otras redondeadas, la mayoría anilladas, rectas o algo curvas, radiadas, anuladas, rectas, de 4 cm de longitud y 4mm de anchura, ascendentes, la central inferior mas larga de 5 cm de longitud y 9 mm de anchura, anulada, con la punta curva o ganchuda; descendente; en las areolas jóvenes existen espinas glandulares situadas arriba del grupo de espinas. Flores infundibuliformes, purpuras o amarillas, hasta 4 cm de longitud y diámetro. Fruto ovoide, de 2.5 cm de longitud y 1.75 cm de diámetro, cubierto por las escamas, conservando los restos secos del perianto; pulpa pura, carnosa. Semillas largamente reniformes, de 1.5 mm de longitud y 1 mm de diámetro; testa de color castaño oscuro. Estados del altiplano: México, Hidalgo, Queretaro, Guanajuato, Puebla, San Luis Potosí, Aguascalientes, Zacatecas y Distrito Federal. Crece preferentemente en planicies con pastizales. Es una de las especies más comunes, a veces presenta espinas y flores amarillas, por lo que algunos distinguen dos variedades. El fruto es comestible y se conoce, en algunos mercados regionales, con el nombre de “ pochas ” ; se prepara como frituras y conservas y también se usa para dar color a los helados (Bravo-Hollis 1991).

3.1.4.- *Coryphanta erecta* *Lemaire* (figura 4) Su descripción Botánica es la siguiente :



Figura 4.- *Coryphanta erecta*.

Plantas simples o cespitosas, a veces formando clones. Tallo erecto hasta algo encorvado, cilindrico, hasta de 30 cm de altura y de 6 a 8 cm de diámetro, de color verde amarillento palido, casi oculto por las espinas; apice redondeado, con lana blanca, cubierto por las espinas de las areolas jóvenes. Fruto verde, conservando adheridos los restos secos del perianto. Semillas de color castaño; perisperma pequeño. Estados de Hidalgo, Queretaro y Guanajuato. Crece en suelos rocosos (Bravo-Hollis 1991).

3.2.-IMPORTANCIA DE JARDINES BOTÁNICOS Y MUSEOS VIVOS COMO ACERVOS DEL GERMOPLASMA, MANTENIMIENTO Y PROPAGACIÓN DE LAS ESPECIES ENDÉMICAS Y EN PELIGRO DE EXTINCIÓN:

Un jardín botánico es un recinto donde se conserva y preserva la flora de una determinada región o país y se realizan investigaciones sobre las colecciones que éste alberga. Es al mismo tiempo un centro educativo de las ciencias naturales, dado que en este lugar se pueden dar las asociaciones naturales y/ o ecosistemas típicos de una región (Ascencio y Maldonado 2002).

En el ámbito mundial los jardines botánicos han venido jugando un papel fundamental en la exploración de los recursos vegetales y las contribuciones científicas más sobresalientes han sido los de establecer sistemas de clasificación filogenético del reino vegetal, el conocimiento de la flora mundial y la introducción de plantas cultivadas de gran valor utilitario y económico. Además, se les consideran laboratorios vivos, siendo éstos los primeros sitios en donde se ha evaluado el germoplasma vegetal en el ámbito internacional.

Esto ha influido positivamente en los avances científicos que han contribuido para el desarrollo de las comunidades humanas (op.cit 2002). Recientemente estas instituciones han orientado su política de investigación de acuerdo con los objetivos de la Estrategia Mundial para la Conservación y han activado programas de investigación, enfocados a lograr la protección de las especies vegetales amenazadas o en vías de extinción y la preservación de la diversidad genética para tratar de garantizar en el futuro el uso sostenido de las especies vegetales y de los sistemas naturales en que ellos se ubican.

Las colecciones de plantas vivas en los laboratorios, son planificadas y establecidas de acuerdo a su interés científico, con fines de exhibición, educación y conservación. En las últimas décadas el mundo ha sido testigo del incesante desarrollo urbano e industrial en el ámbito mundial y como consecuencia de ello, los sistemas naturales se han visto fuertemente modificados, detectándose una alta disminución de los recursos vegetales (op.cit).

A continuación se presentan algunas estrategias implementadas por Jardines Botánicos de Colombia para la conservación y aprovechamiento de la información, en Colombia, a partir de la ley 299 de 1996, se establecía la primera ley para los jardines botánicos a escala mundial, enmarcada dentro de los principios que definen la Estrategia de los Jardines Botánicos para la Conservación, ratificando de esta forma el Convenio sobre Diversidad Biológica. Esta ley ha declarado a los jardines botánicos como centros prioritarios dentro de la agenda ambiental y reconoce su importancia en la Conservación de la biodiversidad nacional. Además, establece el desarrollo de un Plan Nacional de Jardines Botánicos, misión encomendada a la Red Nacional de Jardines Botánicos en Colaboración con el Instituto Alexander von Humboldt y el Ministerio del Medio Ambiente. Este plan tiene como misión contribuir al conocimiento, conservación, valoración, y aprovechamiento de la diversidad vegetal, mediante el fomento de la investigación, la educación ambiental y la recreación, con él propósito de mejorar la calidad de vida de las comunidades, en armonía con la naturaleza y creando una ética ecológica ciudadana. Dentro del Plan Nacional de Jardines Botánicos se incluye de manera prioritaria una estrategia de acción en materia de sistemas de información con el objeto de implementar redes de información como una tarea prioritaria para reforzar la efectividad y eficiencia de los jardines botánicos como centros de conservación de la biodiversidad. En este sentido, el Instituto Alexander von Humboldt, la Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia y Botanic Garden Conservation International (Organismos ejecutores) lograron obtener el apoyo financiero de la Iniciativa Darwin del Reino Unido, para el montaje de este sistema, involucrando a todos los jardines botánicos de Colombia, y convirtiéndose de esta manera en un proyecto pionero a nivel mundial (García 2000).

Los jardines botánicos y los bancos de semillas son las técnicas mas comúnmente utilizadas para conservar *ex situ* (fuera de los ambientes naturales) plantas en riesgo de extinción. La conservación en bancos de semillas representa un método fácil, seguro y de baja relación costo-beneficio. Puede ser aplicada a un amplio rango de especies de una forma fácil y universal y se puede conservar gran parte o toda la diversidad genética intra e interespecífica por largos periodos de tiempo sin intervención alguna. Permite, además, reducir la presión de recolección, aumenta la probabilidad de investigación y utilización del material genético conservado. Es importante mencionar que las iniciativas de conservación *ex situ* desarrolladas por un país, no pueden significar, en ningún caso, disminuir los esfuerzos por conservar *in situ*. La conservación *ex situ* debe ser entendida como complementaria a la conservación *in situ*, nunca en reemplazo. Recordemos que al conservar *in situ*, además de diversidad genética, se conservan las interrelaciones y los procesos ecológicos y evolutivos (León- Lobos et.al). 2003). Hay que tomar en cuenta que el Jardín Botánico e invernadero de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala cumple con gran parte de lo que realizan otros Jardines botánicos a nivel mundial pero no puede integrar toda la información necesaria por la falta de recursos económicos y humanos para que se hagan investigaciones como las que realiza el jardín botánico del instituto de biología y lo poco que contribuye para el desarrollo de programas de conservación e investigaciones sobre el mantenimiento y aclimatación de las especies endémicas y en peligro de extinción en suelos adecuados que permitan el desarrollo normal así como la propagación de estas con métodos de bajo costo que permitan obtener una mayor supervivencia de plántulas, para que en algún momento estas especies puedan ser introducidas a su lugar de origen y en el sustrato adecuado que permita su crecimiento.

3.3.-DIFERENCIAS EDAFICAS

La composición de los suelos varia tanto dentro de una misma región climática como entre regiones de climas distintos (Ortiz 1989). Todos los suelos proceden directamente o indirectamente de rocas que han estado expuestas a la acción atmosférica, que durante su exposición han sufrido muchos cambios, teniendo lugar a un cierto numero de procesos: quizás el mas simple sea la acción de la lluvia que disuelve los componentes solubles en

agua. Las fuerzas físicas juegan un papel importante en la rotura de muchas rocas, particularmente cuando hay cambios rápidos de temperatura, y la expansión y contracción diferencial de las capas externas de la roca conducen al desarrollo de grietas y a la fragmentación. A medida que el proceso de desgaste por la acción atmosférica progresa la roca se rompe en partículas cada vez mas pequeñas hasta que finalmente se forma una capa de suelo (Burges 1971).

Los suelos son elementos para las plantas ya que proveen de una serie de complementos que hay en ellos como pH, Humedad, Nutrientes, Materia orgánica etc. Pero que son diferentes debido a su formación geológica y a su exposición atmosférica, el agricultor o jardinero no se percata de esto y difícilmente podrá establecer ciertas plantas en sustratos de pH ácidos o alcalinos así como pocos nutritivos por lo cual las semillas y plántulas se pueden establecer en sustratos de acuerdo a sus requerimientos siendo el suelo su hogar y fuente de alimentación para su desarrollo.

3.4.- EL SUELO COMO FACTOR DEL HABITAT

El hombre difícilmente se percata de lo que logra u obtiene por medio de los suelos, que constantemente le aportan directa o indirectamente, beneficios bióticos y abióticos. En el caso de los beneficios bióticos, el suelo es un cuerpo natural que conforma el habitat y el sustento de bacterias, hongos, levaduras, virus y plantas superiores, entre otros; todos ellos son seres que sirven para la alimentación de los animales y del hombre a través de los ciclos troficos (Muñoz et.al. 2000).El suelo es un sistema muy complejo. En un volumen determinado de suelo coexisten tres fases, una sólida, otra liquida y otra gaseosa en estrecho equilibrio. La fase sólida puede ser mineral u orgánica. La porcion mineral esta compuesta de partículas de composición, formas y tamaños muy diversos. La fracción orgánica abarca desde organismos en estado de vida activa hasta residuos vegetales y animales en distintos estados de descomposición. La fase sólida, que es la que predomina, esta rodeada de películas acuosas que forman la fase liquida. La fase gaseosa ocupa

aquella parte del espacio de poros entre las partículas de suelo que no están llenas de agua (Lopez y Lopez 1990).

La división convencional de la fracción mineral del suelo en grava, arena gruesa y fina, fracciones de limo y arcilla. La textura del suelo esta claramente determinada, en primer lugar, por las proporciones relativas de las fracciones anteriores. La naturaleza mineralogica de las partículas del suelo es de gran importancia, particularmente en relación con la fertilidad del suelo. En un suelo extraordinariamente descompuesto por la acción atmosférica y lixiviado, los granos de cuarzo pueden formar del 90 al 95 % de la fracción arena, mientras que en un suelo joven que procede de una roca rica en bases el cuarzo puede formar únicamente alrededor del 60 % de minerales. La materia orgánica del suelo es extraordinariamente compleja. Cualquier planta o animal contiene un gran numero de sustancias químicas y estas a su vez quedan incorporadas al suelo cuando el organismo muere, en la practica muchas de las sustancias se descomponen tan rápidamente que tienen solo una vida efímera y por consiguiente se encuentran solo en cantidades muy pequeñas dentro del suelo (Burges op. cit.).

Las fracciones principales, tanto de los materiales vegetales como animales, sin embargo, pueden permanecer durante bastante tiempo y así formar partes apreciables de la materia orgánica del total del suelo. La humedad del suelo es considerada a menudo según tres categorías: a) agua gravitacional, que se mueve a través del suelo bajo la influencia de la gravedad, b) agua subterránea, mantenida por debajo del nivel de agua y c) agua retenida, que se conserva en el suelo después que ha cesado el movimiento gravitacional (Croney, 1952 mencionado en Burges 1971) .

El color es uno de los criterios más simples para calificar las variedades de suelo. La regla general, aunque con excepciones, es que los suelos oscuros son más fértiles que los claros. La oscuridad suele ser resultado de la presencia de grandes cantidades de humus. A veces, sin embargo, los suelos oscuros o negros deben su tono a la materia mineral o a humedad excesiva; en estos casos, el color oscuro no es un indicador de fertilidad.

Los suelos rojos o castaño-rojizos suelen contener una gran proporción de óxidos de hierro (derivado de las rocas primigenias) que no han sido sometidos a humedad excesiva. Por

tanto, el color rojo es, en general, un indicio de que el suelo está bien drenado, no es húmedo en exceso y es fértil. En muchos lugares del mundo, un color rojizo puede ser debido a minerales formados en épocas recientes, no disponibles químicamente para las plantas. Casi todos los suelos amarillos o amarillentos tienen escasa fertilidad. Deben su color a óxidos de hierro que han reaccionado con agua y son de este modo señal de un terreno mal drenado. Los suelos grisáceos pueden tener deficiencias de hierro u oxígeno, o un exceso de sales alcalinas, como carbonato de calcio. El pH es de suma importancia en los suelos ya que es primordial en el desarrollo de las plantas. La reacción del suelo es fundamental en su origen y formación, ya que influye en forma decisiva sobre la morfogénesis y los niveles de fertilidad del mismo. Asimismo, la concentración de iones hidrógeno es fundamental en los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo (Muñoz et.al 2000).

Al respecto se ha encontrado que los valores de pH ácidos inhiben el crecimiento de raíces, disminuyen la capacidad de absorción de cationes e inclusive propician la salida de estos desde el interior de la planta hacia la solución del suelo; este ultimo hecho tiene relación con la competencia entre los iones hidrógeno y los cationes, así como el comportamiento del calcio en la solución del suelo. El pH ácido de los suelos será también factor limitante para la fijación de nitrógeno en ellos, y su disponibilidad para las plantas. Por su parte, los suelos de pH alcalino son aquellos que presentan en alguna porcion de su perfil concentraciones apreciables de sales solubles (principalmente sodio, calcio, magnesio o potasio) asi como los que contienen arcillas sodicas (Black, 1975).

El efecto producido por la concentración de sales solubles consiste en la variación de la cantidad de agua retenida y la concentración de la solución del suelo, que propician una menor humedad disponible para la planta y consecuentemente limitaciones en la productividad del sustrato (Ortiz, 1966).

3.5.- ECOFISIOLOGIA DE LA GERMINACIÓN

Desde el punto de vista ecológico y fisiológico la semilla representa el estado mas resistente a la deshidratación en el ciclo de vida de una planta. Básicamente la semilla es una estructura de reproducción tanto para plantas anuales como perennes esta formada por un embrión y tejido de reserva, ambos rodeados por una cubierta seminal y estructuras que le permiten desplazarse a sitios lejanos a la planta madre, evitando asi su depredación. La germinación de la semilla ocurre bajo condiciones ambientales particulares, que encabezan eventualmente el desarrollo del embrión hasta la planta (Rodríguez et.al. 2000).

Uno de los primeros eventos que ocurre durante el proceso de la germinación es la imbibición, que es la semilla, como resultado de la diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que la rodea, debido a su naturaleza coloidal, la semilla seca tiene un gran poder de absorción de agua, por lo que el contenido de humedad aumenta rápidamente en una primera fase, lo que ablanda la cubierta de la semilla e hidrata el protoplasma, sin ser un indicador de la capacidad germinativa de la semilla (Fenner 1992). Sobre trabajos de capacidad germinativa (proporción de semillas capaces de germinar en condiciones optimas o en una condición determinada) de cactáceas son los siguientes:Álvarez y Montaña (1997) trabajaron con *Cephalocereus chrysacanthus*, *Cephalocereus hoppenstedtii*, *Ferocactus latispinus*, *Stenocereus stellatus* y *Wilcoxia viperina* endémicas de México, del Valle de Tehuacan, las cuales ponen a germinar y al evaluarlas emplearon un diseño experimental formado por un factorial de cinco especies por seis tratamientos pregerminativos, en donde trataban de simular los efectos del paso por el tracto digestivo de vertebrados herbívoros (escarificación química) o del arrastre por agua o por viento (escarificación mecánica). Así como el de Ruedas, Valverde y Castillo (2000) que vieron la respuesta germinativa y crecimiento de plántulas de *Mammillaria magnimamma* (Cactaceae) bajo diferentes condiciones ambientales, en el cual observaron que las semillas almacenadas durante un mes, así como las de un año de edad, alcanzaron porcentajes de germinación superiores al 80%. En otro trabajo realizado por González-Zertuche y Orozco-Segovia (1996) analizan los diferentes métodos de análisis para datos de germinación utilizando de ejemplo a *Manfreda*

Brachystachya en métodos descriptivos están el de graficas de capacidad de germinación, graficas de germinación diaria, gráficas de germinación acumulada por intervalos de tiempo,

graficas de germinación en el tiempo. También presenta métodos analíticos como el de índices de germinación, entre ellos el de tiempo de latencia, pendiente de la porción lineal, tiempo promedio de germinación, índice de germinación y otros, en los cuales nos dice que muchos de los métodos mencionados no proveen de toda la información que se requiere para todas las situaciones.

Aviles A,H. Et.al (2003) mencionan que la pitaya agria *Stenocereus gummusus* (Engelm) Gibson y Horak, que su dormancia innata es producida por la presencia en la testa de compuestos endogenos inhibidores, lo que complica su germinación y una forma de eliminar la dormancia es por perdida de cubierta que contienen estos inhibidores y por lixiviación por agua, ellos probaron varios métodos de escarificación, lo primero que realizaron fue lavar las semillas con un detergente liquido y desinfectar con una solución de cloro al 10% las secaron por 24 horas y trataron con 13 tratamientos de escarificación y un testigo poniéndolas en lotes de 20 semillas. De los 13 métodos aplicados lograron un mayor porcentaje de germinación con ácido sulfúrico concentrado por 30 segundos con respecto al testigo el resto de los tratamientos lograron porcentajes de germinación menores al 25%.

Rosas y Collazo (2003) determinaron el peso, diámetro y longitud de frutos de *Echinocactus platyacanthus* y las condiciones de germinación de *E. platyacanthus* y *Polaskia chichipe*. Los frutos se colectaron en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Para los ensayos de germinación se usaron como sustratos tepojal/tierra 1:1 (t/t) y agua-agar 10 g L⁻¹ pH 5.7 (a/a) y fueron: (1) control , (2) imbibición 24 horas, (3) escarificación con ácidos fuertes (HCl o H₂SO₄) pH 1 una hora, (3) escarificación con ácidos fuertes pH 1 una hora mas imbibición 24 horas, (4) escarificación con H₂SO₄ concentrado 15 segundos, excepto en *E. platyacanthus* t/t.. Se seleccionó el mejor tratamiento para realizar siembras en medios nutritivos con: a/a, MS al 100% (MSC) y al 50% (MS 50%). Las unidades experimentales se mantuvieron en cámaras de incubación a 25°C y fotoperiodo de 16/8. Los frutos de *E. platyacanthus* tuvieron los siguientes valores: peso (3.61 ± 1.78 g), diámetro (14.09 ± 3.49 mm), longitud (35.72 ± 7.32 mm). En *E. platyacanthus* los mejores resultados fueron: en t/t tratamiento (3) 90% a los 24

días; en a/a el (4) 100% a los 19 días , (3) 100% a los 23 días y (1) 80 % a los 20 días; el MS50% fue el mejor con 85% a los 25 días. En P. Chichipe en t/t el mejor tratamiento fue el

(1) 40% a los 5 días; en a/a el (1) 60% a los 7 días; en MSC y MS50% los resultados fueron similares: 25% a los 13 días.

Olvera et.al (2003) investigaron la respuesta germinativa de semillas de *Opuntia tomentosa*, colectadas en 1998, a tratamientos de escarificación con ácido sulfúrico concentrado (tiempos de exposición de 1 min hasta 1.5 h), con o sin la aplicación de ácido giberélico (AG3, en concentraciones de 1000 y 2000 ppm), en temperatura constante (24 °C) o alternante (20-35 °C) y con tres cordiciones de luz (blanca, rojo lejano y oscuridad), aplicadas a semillas recién colectadas, almacenadas en el laboratorio o previamente enterradas (8 meses). Se repitieron los experimentos con semillas de diferentes edades. Las semillas recién colectadas necesitaron largos tiempos de escarificación y altas concentraciones de AG3 para germinar, así como la presencia de luz blanca, sin importar la temperatura. El enterramiento incrementó la capacidad germinativa aún sin la aplicación de otros tratamientos y al cabo de 18 meses de edad, se alcanzaron porcentajes cercanos al 100%, a diferencia de las semillas almacenadas en el laboratorio. La temperatura alternante suplió el requerimiento de luz en las semillas que estuvieron enterradas. La respuesta germinativa a los tratamientos indicó que las semillas fueron dispersadas con una latencia compleja (exógena y endógena) y polimórfica.

Flores y Martinez (1999) mencionan en su experimento sobre *Coryphantha bumamma* mencionan para las pruebas de inducción del crecimiento de plántulas, emplearon 13 lotes de siembra en charolas germinadoras de plástico con domo utilizando como sustrato yocuela y arena esterilizada en relación 1:4. En cada lote sembraron 90 semillas a temperatura ambiente y humedad constante, después de el mes de siembra aplicaron un diseño experimental de tres fitohormonas vegetales (auxinas: ácido indol acetico; giberilinas: acido giberelico 3; citocininas: cinetina) poniéndolas a cuatro concentraciones cada una. El porcentaje de germinación en laboratorio fue de 99%, mientras que en el sustrato vario de

67.7 a 88.8 % en distintas charolas germinadoras de cada tratamiento fue diferente (desde 61 a 86 plántulas). Por ultimo destacan que todos los reguladores de crecimiento empleados

influyen de alguna forma sobre el crecimiento de plántulas de esta especie al menos en el intervalo de concentraciones utilizadas para el estudio.

Cervantes y Martinez (2000) mencionan en su trabajo sobre germinación de *Fouquieria purpusii*, las flores producidas por tres individuos de esta especie localizados en la colección de plantas vivas del Jardín Etnobotanico, fueron polinizadas manualmente en el mes de febrero de 1999. las semillas se cosecharon durante abril del mismo año. Utilizaron 2 pretratamientos, el primero consistió en mantener a las semillas sumergidas en agua durante dos horas, el segundo pretratamiento de asoleo, consistió en la exposición de las semillas sol directo durante ocho horas, los lotes se sembraron en charolas germinadoras con sustrato esterilizado en un horno de microondas por 20 minutos y preparado con una mezcla de arena fina, suelo agrícola y suelo de monte, en la proporción 1: 1: 0.5 respectivamente. Obteniendo buenos resultados de germinación y una sobrevivencia de 100%, diciendo que las semillas de *F. Purpusii* no tienen testa dura que impida el paso de humedad y que esta pudiera ser un factor que propiciara un estado de latencia prolongado.

Alanis, Favela y Velazco (2001), trabajaron con *Calibanus hookeri* (Lem.) Trel. Sacamecate, se encuentran plantadas en el jardín Botánico la Yuca, dentro del Bioparque Estrella A.C en el municipio de Montemorelos, Nuevo León, México, esta especie fue rescatada donde se construyo el proyecto hidroeléctrico de Zimapan, en los estados de Hidalgo y Queretaro, México, iniciaron después de dos años de plantados los ejemplares del jardín y haberse adaptado a las condiciones y aparecer el escapo floral desarrollándose las flores las cuales fueron polinizadas por himenópteros y dípteros locales, así iniciando con el proceso de fructificación, se obtuvieron las semillas y se sometieron a imbibición en agua, sembrando 129 semillas en un sustrato formando una mezcla de arena y materia orgánica (40 y 60 %), los cuales iniciaron su turgencia y aparición de las plántulas de las cuales se desarrollaron 29 de ellas.

3.6.- ACLIMATACIÓN DE PLANTULAS

Las plántulas que desarrollan sus estructuras morfológicas adecuadamente, así como el cambio de tamaño y color que se da en respuesta al medio después de ser transplantadas al suelo adecuado en situaciones artificiales le denominaríamos aclimatacion de la especie.

Las plantas que se adaptan a condiciones de temperaturas altas suelos alcalinos y de texturas arcillosas (por ejemplo son los cactus) lo hacen a través del reemplazo de hojas por espinas (para evitar la pérdida de agua por transpiración); raíces pequeñas por raíces cónicas, profundas y ramificadas; almacenamiento de agua en sus gruesos tallos (de ahí la forma de tonel o candelabro que tienen); cubierta externa gruesa que evita la pérdida de agua y gran capacidad de crecimiento en caso de ocurrir lluvias. La conformación espinosa, además, les protege contra el ataque de animales herbívoros en busca de agua (Naeem 2000).

En algunos trabajos sobre el establecimiento de las plántulas están el de Ortiz (1989), el cual trabajo con *Stenocereus dumortieri* (Scheidw.) Buxb., diciendo que las plántulas presentaron diferencias físicas en ambos sustratos, comparativamente ; de estas la coloración, el crecimiento retardado y la necrosis en algunas de sus partes, el pobre desarrollo radicular y la mayor mortalidad en el regosol calcarico son manifestaciones morfológicas de deficiencias de fosforo, potasio y posiblemente nitrogeno. Y en el feozem haplico, las plántulas se desarrollaron mejor, esto obedecio a un adecuado suministro de nutrientes básicos que a su vez fueron fácilmente obtenidos por los organismos al encontrarse en un balance apropiado, prosperando así su metabolismo y en consecuencia su talla y resistencia a las condiciones de temperatura, luz y humedad que, en condiciones naturales, juegan papeles importantes .

Osorio-Olaiz et. al (2000) observaron el efecto del sustrato y la edad del transplante en establecimiento de *Hylocereus undatus* Haworth, probaron 2 grupos de sustratos con características distintas el primero fue de suelo-agrolita en distintas proporciones, usando

suelo obtenido de la region semiárida de Ezequiel Montes, Queretaro y Agrolita comercial, el segundo grupo se constituyo con sustratos de tezontle, arena, agrolita y suelo, encontrando que no existe un factor unico de suelo que modifique la cantidad de agua disponible para la planta sino que la combinación de todos ellos es la que produce el cambio en la cantidad de agua disponible para la planta. El hecho que se establezca la planta no garantiza por si solo que la planta va a sobrevivir y llegar a edad adulta.

Trujillo (1982) menciona en la aclimatación de plántulas que si se exponen a luz solar directa se obscurecen y finalmente sucumben, por lo cual dicen que en esta fase es indispensable la protección brindada por rocas o plantas, para el establecimiento de individuos jóvenes de *Echinocactus platyacanthus* .

Martinez et. al (2001) nos habla acerca de algunos aspectos ecológicos de *Mammillaria oteroi* y del análisis fisicoquímico del suelo en donde se establecen las plántulas después de haber germinado, y encontraron que el pH es ligeramente acido, en materia organica es extremadamente rico, su textura es de clase franca (arena 39%, arcilla 20% y limo 41%), y ademas menciona que las plantas del desierto han desarrollado adaptaciones para vivir en las condiciones de temperatura y humedad extremas características de estos sitios.

Hay que mencionar que Meyran (1986) utilizo mezclas de arena, tierra de hoja molida y tierra de jardín a diferentes porcentajes obteniendo buenos resultados pero fácilmente se les llenaba de hongos las plántulas.

En cambio Rivas mencionado en Meyran (1986), es una de las personas que trabajaba mas sobre el establecimiento de plántulas de cactaceas por lo cual el utilizaba mezcla de tierra de una carretera cerca de Pachuca, sembrando las cactaceas en macetas de barro, pero después cambio a una mezcla de tezontle triturado (colado en una malla de 4 agujeros por cm cuadrado), tierra negra y tierra de hoja, en proporcion de 4 partes de tezontle, una parte de tierra negra y una de tierra de hoja molida funcionándole bien pero la cambio por una mezcla de tepetate triturado (colado en malla de 4 agujeros por cm cuadrado) y una parte de

tierra negra por que la primera se le terminaba contaminando por hongos y nematodos, tambien termino aplicándoles un fertilizante de accion prolongada consistente en una cucharada de harina de hueso funcionándole bien, y Reyes (1997) utiliza una mezcla de 1 parte de tierra de hojas, 1 parte de tepojal, 1 parte de tierra lama, 1 parte de tezontle fino, 1 parte de tepojal fino y una parte de agrolita esta la ajusto a un pH de 6.0 a 6.5 y las dejo a una temperatura minima de 15 grados y a una máxima de 35 grados centígrados y en el primer año realizando el riego cada cuatro dias para plántulas pequeñas.

4.0.- OBJETIVOS

4.1.- OBJETIVO GENERAL

4.1.1.-Evaluar la tasa de aclimatacion en cuatro especies de cactaceas cultivadas en tres tipos de suelos y el control, en el invernadero del Jardín Botánico de la FES Iztacala.

4.2.-OBJETIVOS PARTICULARES

4.2.1.- Evaluar el porcentaje de germinacion de 4 especies de cactaceas utilizando como substrato tierra lama, arena de río y tezontle, en proporciones iguales.

4.2.2.-Evaluar la aclimatación de plántulas de 4 especies de cactaceas ,después del transplante en tres suelos provenientes de presa Zimapan y el control.

5.0.-MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.-COLECTA DE LOS 3 SUELOS EN LA ZONA DE PRESA ZIMAPAN HIDALGO-QUERETARO

El suelo fue colectado en tres lugares cercanos a la presa Zimapan, el primero a 300 metros de la terracería , donde se abrió para hacer las labores de expansión de la presa; el segundo a 300 metros de la carretera y el tercero cerca del túnel a 500 metros.

5.1.1.-Descripción del área de colecta

La presa Zimapan se localiza en colindancia Hidalgo-Querétaro , bajo las siguientes coordenadas latitud norte $20^{\circ} 40'$, $20^{\circ} 42'$, longitud oeste $99^{\circ}30'$, $99^{\circ}31'$ (Figura 5), los municipios cercanos a la presa son al noroeste la cabecera municipal, al Noreste Bellavista del río y subestación eléctrica el arbolito, al suroeste el epazote, al sureste con municipio de Tecozautla, al este loma Bonita, y al oeste saucillo. El clima es semicálido subhúmedo con lluvias en verano, templado subhúmedo con lluvias en verano, semiseco semicálido y semiseco templado . Su precipitación anual va de los 500 a 1200 mm, su geología data del Mesozoico jurásico sedimentario, Mesozoico cretácico sedimentario, Cenozoico terciario sedimentario, Cenozoico cuaternario ígnea extrusiva y Mesozoico ígneo extrusivo. Consta de 2 provincias fisiográficas, sierra Madre Oriental con subprovincia Carso Huasteco y el eje Neovolcánico con subprovincia, llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo. La cuenca que forma parte de la región Pánuco es el río Moctezuma y además el río Tula.

La vegetación predominante es la de matorral Xerófilo y de Bosque templado. El uso de suelo no es apto para la agricultura, es manual estacional para agricultura, y de tracción animal continua.



Figura 5.-Ubicación de los suelos en presa Zimapan Hidalgo-Queretaro.

5.1.1.- ANÁLISIS DE SUELOS

Se analizaron los parámetros fisicoquímicos del suelo en base a la propuesta hecha por Muñoz et. al (2000). Las técnicas edafológicas empleadas fueron: Textura del suelo por el método de Bouyoucos (1962); Densidad Aparente y Real por el método de probeta y del picnómetro, de Beaver (1963) y tomado de Aguilera y Domínguez (1980), respectivamente; Porosidad por fórmula aritmética. Por otra parte los parámetros químicos empleados fueron el de Materia Orgánica por el método de Walkley & Black, modificado por Walkley (1947); y el pH desarrollado por Bates (1954), y Willard, Merrit y Deán (1958), se realizó el análisis de resultados con el apoyo del personal del Laboratorio de Edafología de la UBIPRO, FES Iztacala UNAM.

5.1.2.-GERMINACIÓN

Se realizo la germinación en el suelo control compuesto por una mezcla de Arena de rio, Tierra lama y Tezontle en proporciones iguales. Las semillas se obtuvieron de especies donadas en 1994 provenientes de la presa Zimapan y se extrajeron los frutos de agosto del 2003, de los ejemplares que se tienen en el jardín botánico de la FES Iztacala. Se pusieron las 4 especies a germinar en el mes de Septiembre en cajas transparentes en el suelo mezcla o suelo D, (control), utilizando él método de Rivas (1986). Después los frutos se limpiaron y se extrajeron las semillas poniéndose a imbibición durante 24 horas, posteriormente se sumergieron en hipoclorito de sodio al 40 % durante 10 minutos, sé sembraron 956 semillas de *Echinocactus grusonii*, de *Coryphanta erecta* 938 semillas, *Ferocactus latispinus* 950, y *Echinocactus platyacanthus* 764 ver figuras (6,7,8,9) dejándolas en el cubículo del invernadero en el jardín botánico FES Iztacala, después se tomaron los días de germinación hasta que se estableciera él numero de semillas germinadas bajo el criterio de emerger la radícula y formarse la plántula. Se obtuvo él porcentaje de germinación con la formula $\% g = \text{semillas germinadas} / \text{semillas sembradas} \times 100$; y la velocidad de germinación como $Vg = \text{semillas germinadas} / \text{tiempo (días transcurridos)}$.

5.1.3.-ACLIMATACION

La aclimatación consistió en transplantar las plántulas de las 4 especies en los 4 sustratos tomándose las temperaturas de la madrugada de (2 a 5 a.m), del dia (6 a.m a 13 p.m), de la tarde (14 p.m a 17 p.m) y de la noche (18 p.m a 24 p.m) con un termógrafo C 610-W-HF, la intensidad de luz que entra en el cuarto al dia con un luxómetro, se cuantifico el volumen alcanzado por cada organismo mediante la ecuación: $V = \pi \times d^2 / 4 \times l$ (mencionada en Ortiz 1989), donde pi equivale a 3.1416, d= diámetro del ejemplar en mm y l= longitud o altura del ejemplar en mm.; y que es un índice directo del crecimiento haciendo semejanza del incipiente vegetal con un cuerpo cilíndrico. Se registró además el porcentaje de supervivencia durante 4 meses de los organismos, mediante la operación $\% \text{ supervivencia} = \text{plántulas muertas} / \text{plántulas vivas al inicio} \times 100$ (mencionada en Ortiz 1989), así como observaciones morfológicas del numero de areolas y costillas y color de las cactaceas como

una muestra al cambio de temperatura al dia y en los cinco meses de la fase de aclimatacion de las especies en condiciones de invernadero.



Figura 6 y 7.- Plántulas de *Echinocactus platyacanthus* 10 meses y 7 meses respectivamente.

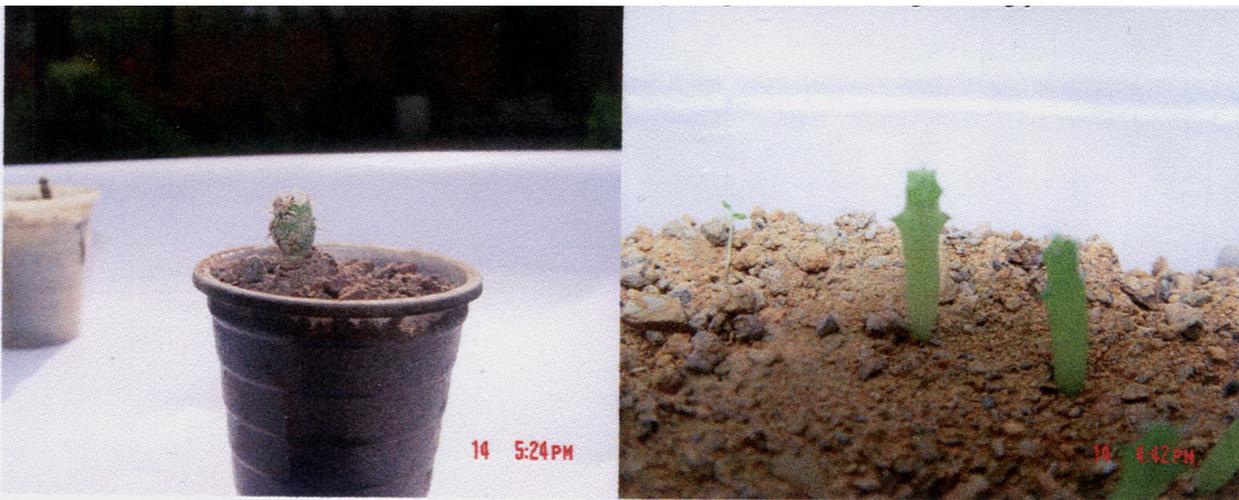


Figura 8 y 9 -Plantulas de *Coryphanta erecta* 8 meses y *Echinocactus grusonii* 4 meses respectivamente.

6.0.-RESULTADOS y DISCUSIÓN

6.1.-Análisis de suelos y sustrato mezcla utilizados:

Los suelos utilizados provenientes de la presa Zimapan son el suelo A (a 300 metros de carretera), suelo B (a 300 metros de la zona de terracería), y suelo C (a 500 metros del túnel donde todavía se observan especies cactáceas, y el suelo D o control mezcla utilizado proveniente de JABIZ.

En la tabla 1 se observan las propiedades Fisicoquímicas del suelo encontrando: texturas que van desde migajón arcilloso suelo A, migajón arenoso B, y D, y arena migajosa suelo C. Se observó un gradiente de pH en los suelos trabajados que van desde casi neutros (suelo D) hasta fuertemente alcalinos (suelo C), quedando intermedios los suelos A y B con un valor de pH de 7.86 y 8.6 respectivamente. Cabe aclarar que valores de pH entre 6.5 y 7.5 favorecen la absorción de sales minerales (Black 1975), en nuestro caso esta propiedad se observó en suelo D, coincidiendo con la mezcla que utilizan la mayoría de profesores y alumnos para germinar este tipo de especies . La materia orgánica de los sustratos utilizados siendo el suelo D rico en materia orgánica y el suelo A, B y C son moderadamente ricos. La densidad aparente de los 4 suelos no variaron mucho ya que están en categorías de medio a alto , los valores bajos de densidad aparente se asocian con una condición general mas apropiada para los cultivos (Burges 1971),acercándose a esta condición los suelos C y D. La densidad real para los suelos utilizados se encontraron valores altos para suelo A y B, y valores bajos para suelos C y D. En cambio en la porosidad se encontraron valores medios para suelos A y B, y valores altos para suelos C y D.

Suelos	Textura	PH	Materia organica	Densidad aparente (g/cm ³ o Mg m ⁻³)	Densidad real (g/cm ³ o Mg m ⁻³)	Porosidad (%)
Suelo A (rojo) 	Migajon arcilloso	7.86	Moderada mente rico	1.33 Alto	2.87 Alto	45.34146 medio
Suelo B (café) 	Migajon arenoso	8.60	Moderada mente rico	1.3 Alto	2.84 Alto	44.774 medio
Suelo C (gris) 	Arena Migajosa	9.14	Moderada mente rico	1.25 Medio	2.30 Bajo	53.347826 alto
Suelo D (control) mezcla 1:1:1 tierra lama, arena de rio y tezontle. 	Migajon Arenoso	6.80	Rico	1.15 Medio	2.20 Bajo	51.272727 alto

Tabla 1.- Se muestran las propiedades fisicoquímicas para cada uno de los suelos utilizados.

6.2.-Germinación

La fase de germinación y la fase de aclimatación son fases en las cuales ocurre el mayor numero de mortandad (Solbrig,1980 mencionado en Trujillo 1982). Los resultados obtenidos en lo referente a la de germinación de las 4 especies en el sustrato mezcla bajo la técnica de Rivas con una temperatura que variaba 10 °C en la madrugada, en el día 21.67 °C, tarde 30.56 °C y en la noche 15.5⁰C. De acuerdo con Martín et al (1971) mencionado en (Trujillo 1982) nos dicen que los principales requerimientos para que germinen las semillas de cactáceas son, frescura de la semilla, adecuada humedad y una temperatura de 21 a 27⁰C es por eso que bajo estas circunstancias las semillas germinan por lo cual nosotros observamos que *Echinocactus grusonii*, *Echinocactus platyacanthus*, y *Coryphanta erecta* germinaron bien ver tablas 1, 2 y 3 aprovechando los recursos necesarios como son la humedad, la temperatura que no vario mucho en el tiempo de germinacion. Por lo cual en la figura 10 se observa su porcentaje total que es de 28.76 % para *Echinocactus grusonii*, *Echinocactus platyacanthus*, 25.39 % *Coryphanta erecta* 27.61 % y *Ferocactus latispinus* con 1.57 % en germinacion por lo cual nos dice ser una especie que necesita de otros requerimientos como la temporada en que se ponen a germinar como lo menciona Trujillo (1982) para *Echinocactus platyacanthus* que ellas no germinan en invierno y que son sensibles a las bajas temperaturas y a un corto fotoperiodo. El porcentaje de germinación de *Echinocactus grusonii* (ver figura 10), se dan los valores de porcentaje por día y la velocidad de germinación por día ver tabla 2 , para *Coryphanta erecta* ver tabla 3 y figura 10 , en *Ferocactus latispinus* ver tabla 4 y figura 10, para *Echinocactus platyacanthus* ver tabla 5 y figura 10.

Dias Germinacion	de	% de Germinacion	Vg/t
22		1.75	0.6
24		1.77	0.7
35		2.5	0.7
38		3.76	0.9
41		3.97	0.9
43		4.91	1.1
48		6.9	1.4
51		10.77	2
55		12.86	2.2
58		14.74	2.4
59		15.26	2.5
62		17.46	2.7
66		19.45	2.8
69		20.18	2.8
71		20.49	2.8
72		22.58	2.8
78		23.7	2.8
80		24.94	2.8
85		27.4	2.8
93		28.76	2.8
98		28.76	2.8

Tabla 2.- Velocidad y porcentaje de germinación de *Echinocactus grusonii* por dia.

Dias de Germinacion	% de Germinacion	Vg/t
12	8.2	6.4
13	15.35	11
14	20.25	14
16	23.55	14
19	24.83	12
21	25.15	11
23	25.47	10
26	26.01	9.4
29	26.43	8.6
33	26.97	7.7
39	27.61	6.6
40	27.61	6.6
41	27.61	6.6
42	27.61	6.6
43	27.61	6.6
44	27.61	6.6
45	27.61	6.6

Tabla 3.-Velocidad y porcentaje de germinación de *Coryphanta erecta* por dias.

Dias de Germinacion	% de Germinacion	Vg/t
21	0.52	0.2
22	0.73	0.3
23	0.83	0.3
24	1.04	0.4
25	1.15	0.5
26	1.36	0.6
27	1.57	0.6
28	1.57	0.6
29	1.57	0.6
30	1.57	0.6

Tabla 4.- Velocidad y porcentaje de germinación de *Ferocactus latispinus* por dia

Dias de Germinacion	% de Germinacion	Vg/t
14	1.96	3.75
16	2.48	1.2
18	3.66	1.6
25	4.18	1.3
28	4.84	1.3
29	5.75	1.6
32	6.41	1.4
34	7.06	1.4
36	7.32	1.5
37	7.59	1.5
38	8.24	1.5
39	9.29	1.6
42	9.81	1.7
45	11.78	1.7
47	12.56	1.9
49	14	2
51	15.31	2.1
54	15.44	2.2
57	16.88	2.1
58	18.45	2.2
60	19.1	2.35
61	20.81	2.4
62	20.94	2.6
63	22.77	2.5
64	23.16	2.7
66	24.86	2.7
70	25.39	2.5
73	25.39	2.6
74	25.39	2.6
75	25.39	2.6
76	25.39	2.6
77	25.39	2.6
78	25.39	2.6
79	25.39	2.6
80	25.39	2.6

Tabla 5.- Velocidad y porcentaje de germinación de *Echinocactus Plathyacanthus* por dias.

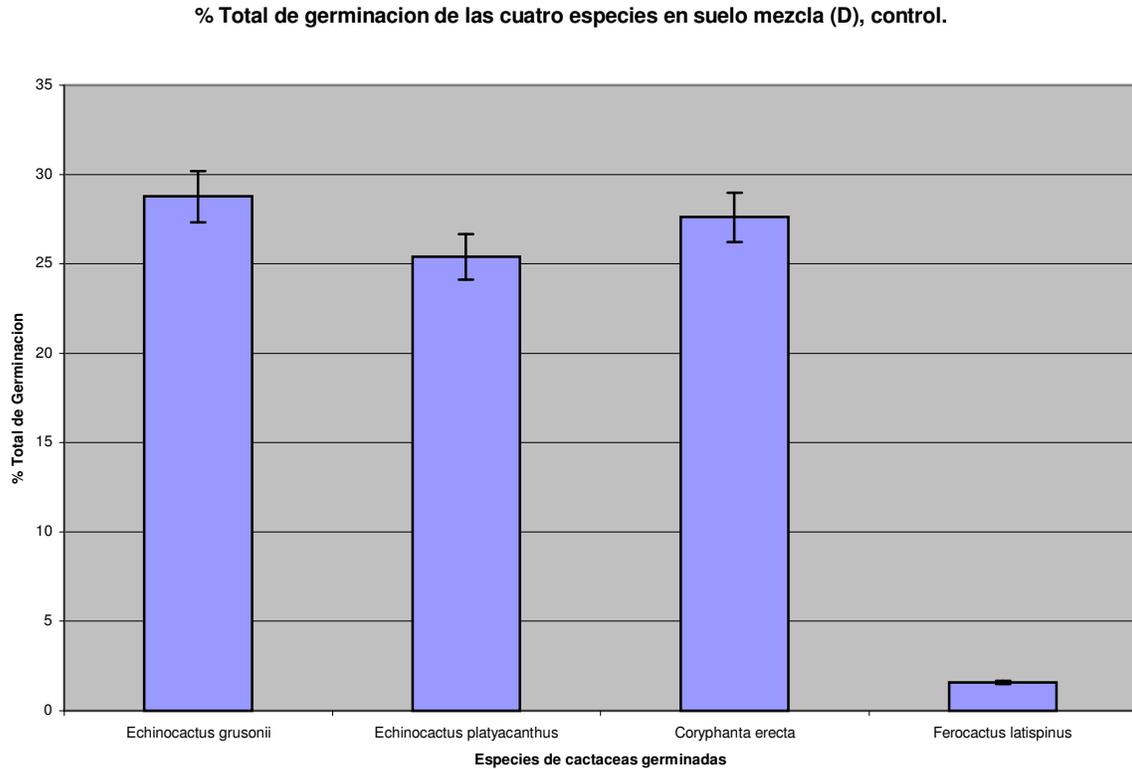


Figura 10.- Porcentaje total de Germinacion de las especies de cactaceas utilizadas \pm desviación estandar de 80 repeticiones.

Como se ve en la figura 10, para *Echinocactus grusonii*, *Echinocactus platyacanthus* y *Coryphanta erecta* se observa el mayor porcentaje de germinacion esto es debido a las condiciones apropiadas de temperatura y humedad que facilitaron la germinacion de estas especies, en cambio *Ferocactus latispinus* necesita de mayores temperaturas para que se logre germinar y un factor de escarificación químico. como lo menciona (Rodríguez et.al. 2000) que los factores ambientales son particulares para cada especie.

6.3.- Aclimatación

La temporada de aclimatación que abarca las estaciones de primavera-verano hizo variaciones en la temperatura de gran forma en el cubículo del invernadero de JABIIZ ver figura (11), por lo cual observamos que las especies lograron soportar altas y bajas temperaturas debido al soporte que le daban los suelos y a la humedad suficiente, el riego se realizaba cada tercer día y mantenía a las plántulas frescas, siendo este importante para su desarrollo.

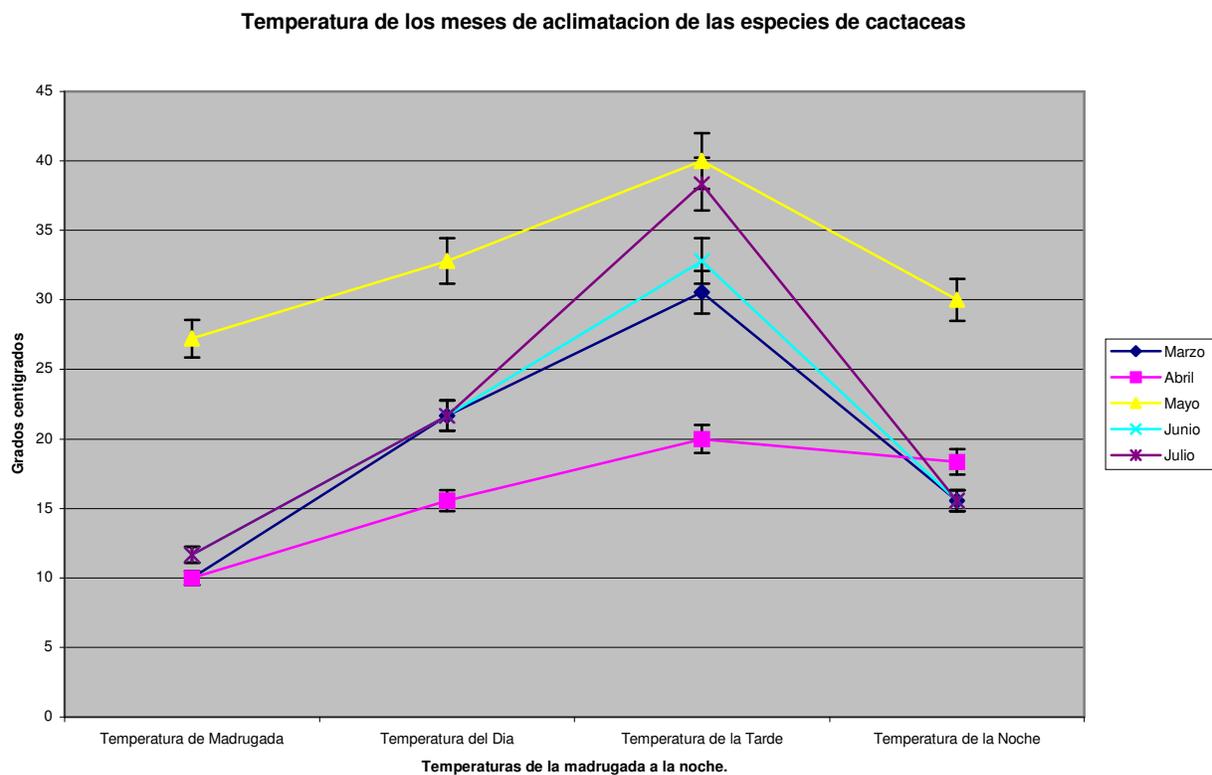


Figura 11.-Temperatura de aclimatación del cubículo del invernadero JABIIZ durante los meses de Marzo, Abril, Mayo, Junio y Julio \pm desviación estandar de 40 repeticiones .

6.3.1 *Echinocactus grusonii*:

En lo referente a los resultados de la aclimatación empezaremos por *Echinocactus grusonii*, es una de las especies mas fácil de adecuarse a las condiciones adversas a su habitat

natural por lo cual mostró una alta supervivencia en los 4 tipos de suelos ver (figura 12), las diferencias mas consistentes entre los 4 suelos fue en el crecimiento ya que en el suelo B y D, ver figura 13 , se encontró una mejor aceptación por lo cual su crecimiento fue mayor a diferencia de los suelos A y C (figura 13). Así como sus estructuras morfológicas empezaron a desarrollarse mejor en los suelos B y D a diferencia del suelo A ver tabla 1, que se tiene que mantener mayor humedad para que este no se endurezca y termine presionando las raíces, así no permitiendo un buen desarrollo en la plántula debiéndose a su densidad alta y a su baja porosidad del suelo y a que la humedad retenida se evapora en mayor tiempo, formando grietas superficiales debido a su textura. Por lo cual Bravo y Scheinvar (1995), nos recomiendan crecer las cactaceas en suelos porosos y textura gruesa para que haya una mayor infiltración de agua y no se termina acumulando en la planta y esta termine pudriéndose. Tambien observamos en grafica 12 que el suelo C y D hubo una mayor supervivencia de la especie ya que se mantuvo al 100% esto debido a las propiedades fisicoquímicas de los suelos, muestran que la especie aprovecha bien los recursos propuestos y aprovecha el momento adecuado para desarrollar sus espinas en mayo y en los meses de junio y julio desarrolla su volumen en crecimiento en estos suelos por lo cual creemos que el suelo mantiene una temperatura diferente a la que hay en el ambiente y eso les ayuda a las plantas para que no decaigan y ademas el que tengan espinas hace que eviten la perdida de agua por transpiración y sus raices conicas, profundas y ramificadas les ayuda bastante para su crecimiento (Naeem 2000).

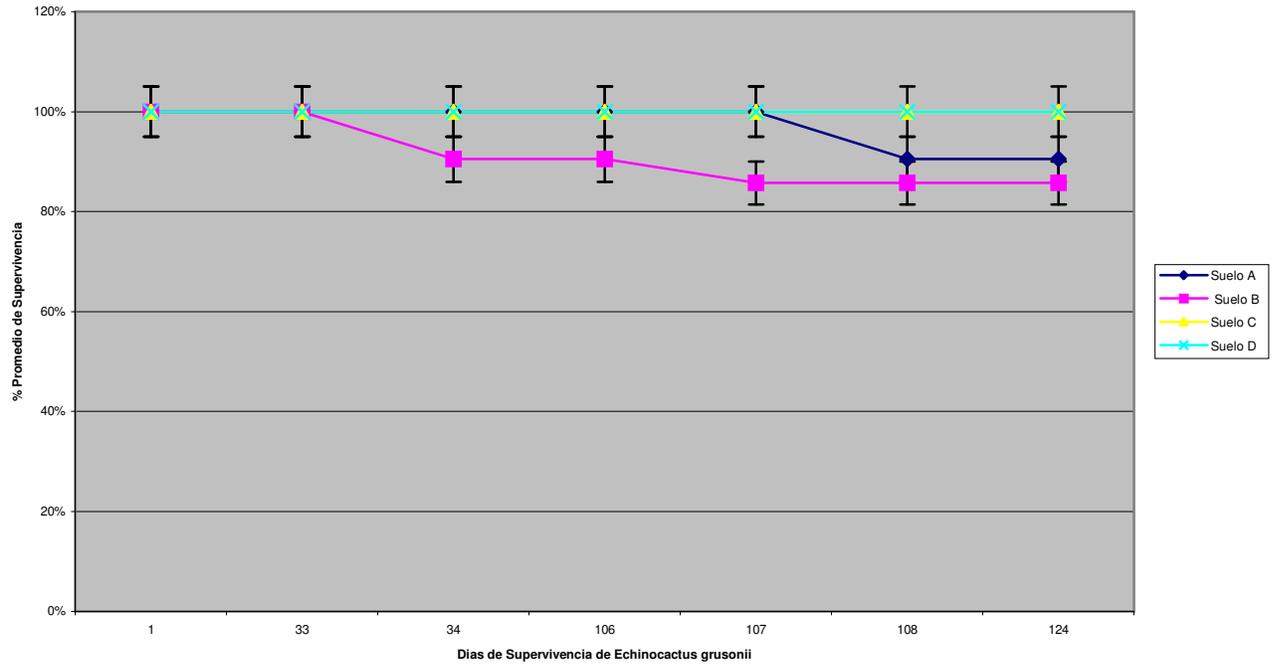


Figura 12.- Porcentaje de Supervivencia de *Echinocactus grusonii* \pm desviación estandar de 30 repeticiones para cada suelo.

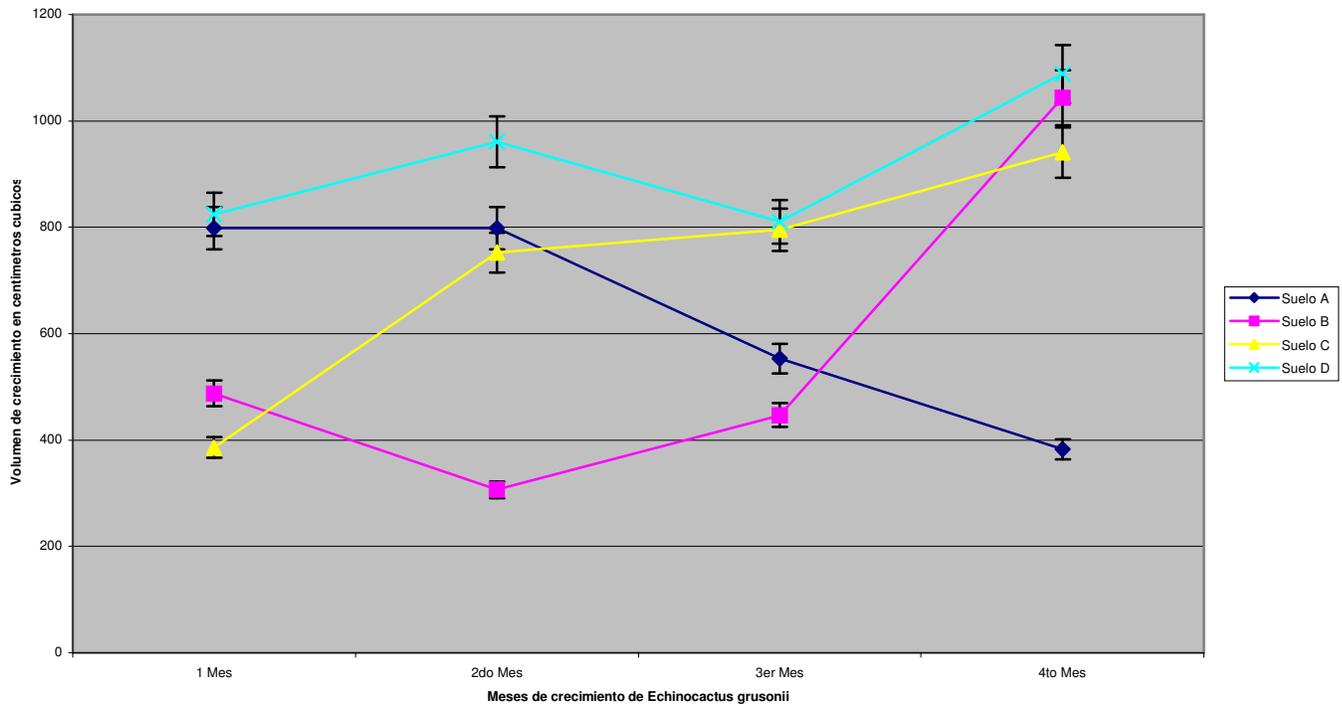


Figura 13.- Volumen de crecimiento de *Echinocactus grusonii* \pm de 30 repeticiones para cada suelo.

6.3.2.- *Echinocactus platyacanthus*

En cambio en *Echinocactus platyacanthus* ha demostrado ser una especie que difícilmente se pueda establecer debido a que sus condiciones morfológicas y fisiológicas (Trujillo 1982), no le ayudan mucho por lo cual su supervivencia se ve diezmada, y en el suelo D y B mostró preferencias debido a su estructura migajosa y a su porosidad de permitir la aeración y entrada de agua para la obtención de nutrientes por medio de sus raíces (figura 14), en cambio en los suelos A y C no hay una buena aceptación debido a su alta alcalinidad, esto también se observa en el crecimiento en el suelo B su pH fue la medida para que el crecimiento diera buenos resultados ya que a pesar de que el volumen fue menor este fue aumentando en cambio en el suelo D fue al revés de tener un mayor volumen llego a bajar esto debido a que las plantas pasan por un proceso morfológico y fisiológico en el cual su estructura cambia y empieza a utilizar sus reservas de almidón por lo cual empieza a desarrollar estructuras morfológicas como areolas, espinas y forma sus costillas cambiando de un color verde a un poco grisáceo y espinas color café ya que hayan realizado esta fase empezaran a aumentar su volumen ya que su cuerpo es como el de una biznaga (Trujillo 1982) nos dice que algunas cactaceas

sobre todo *Echinocactus platyacantus* sucumben cuando cambian de color pasando por lo cual aquí observamos lo contrario, si no que empiezan su desarrollo, ver (figura 15).

En lo referente a la temperatura ver figura 11 para esta especie observamos que cuando hay el aumento en mayo de la temperatura su supervivencia y crecimiento se ven diezmadas por lo cual en este mes sucumben el mayor numero de plantas y es debido a las altas temperaturas, que como en Trujillo 1982 nos menciona que plántulas de esta especie sucumben debido a una mayor insolación y una alza en las temperaturas y falta de humedad.

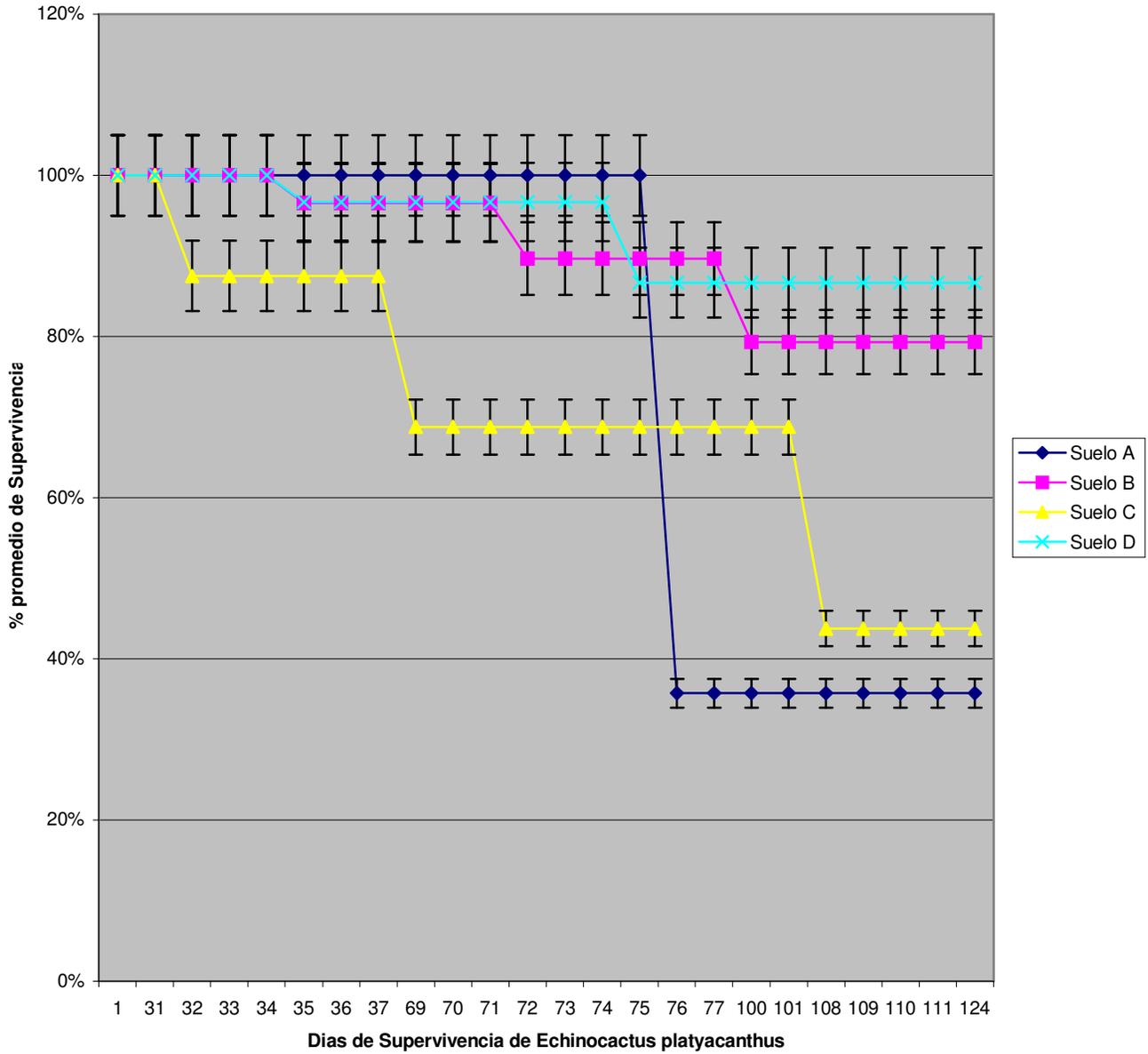


Figura 14.- Porcentaje de Supervivencia de *Echinocactus platyacanthus* \pm desviaci3n estandar de 30 repeticiones por suelo.

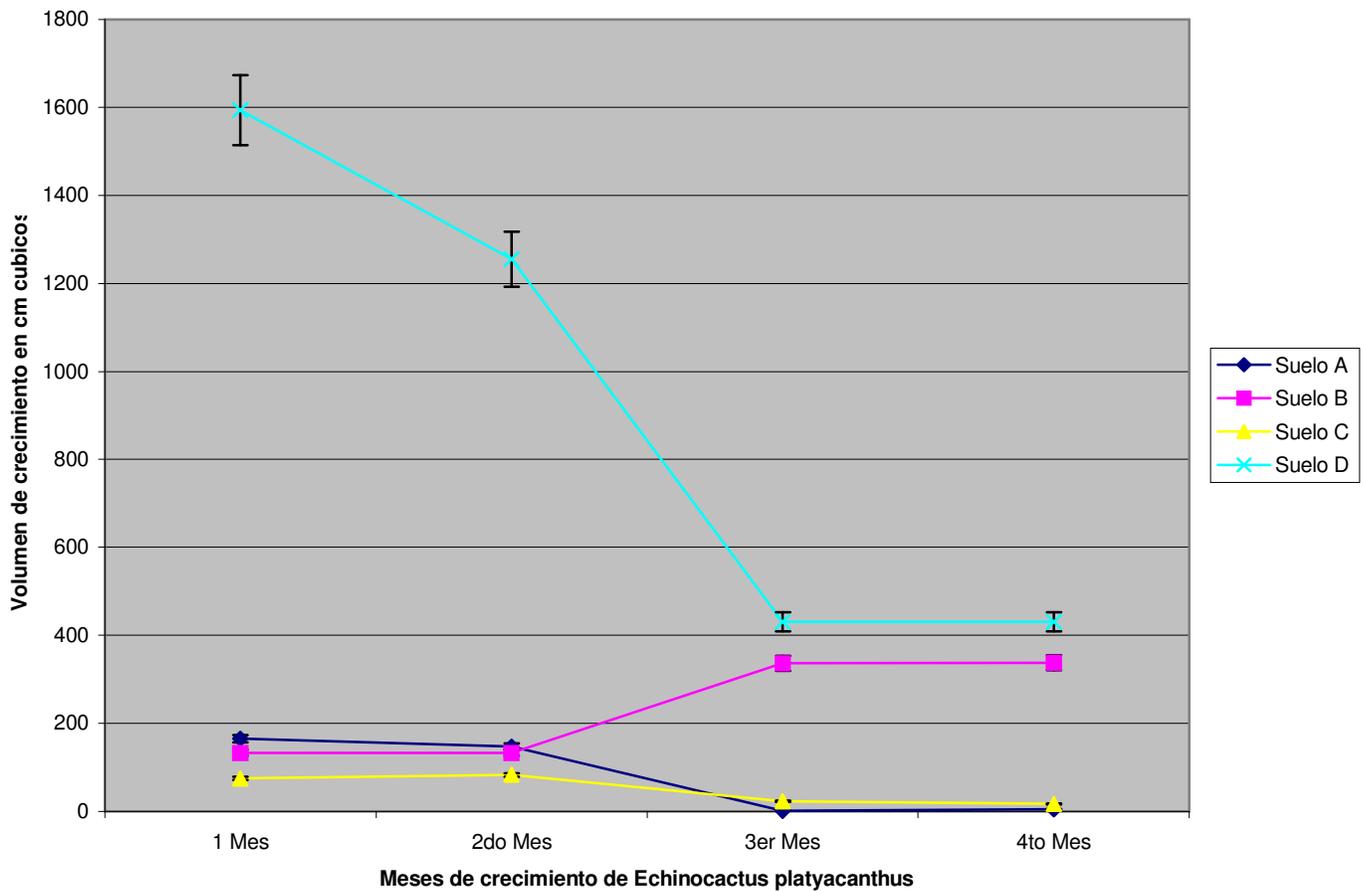


Figura 15.-Volumen de crecimiento de *Echinocactus platyacanthus* \pm desviación estandar de 30 repeticiones.

6.3.3 *Coryphanta erecta*

Para *Coryphanta erecta* la supervivencia en los diferentes suelos estuvo a la par entre suelos A, B y D no mostrando grandes diferencias como se observa en figura 16, en cambio en el crecimiento se observo que en el suelo B si hubo un aumento de volumen y en suelos A, C, y D el volumen fue bajando sobre todo en el ultimo mes ver figuras 17 y 11, en las cuales la temperatura del mes de mayo que paso los limites hizo que sucumbieran las plantas por lo cual observamos que esta especie al igual que *Echinocactus platyacanthus* se comportan al parecer de la misma forma ya que no soportan grandes temperaturas y son difíciles de desarrollarse bajo estas condiciones por lo cual lo preferente seria mantenerlas a una temperatura entre un promedio de 21 a 27°C no mayor como dice Martín et.al (1971, mencionado en Trujillo 1982) que los requerimientos principales son humedad adecuada, y temperatura de 21 a 27 °C .En cambio sus estructuras morfológicas se

desarrollan rapidamente para dar principio a la aclimatacion ya que al desarrollar estas le serviran para compensar los efectos adversos a las condiciones ambientales del medio en que se desarrolle. En lo referente al crecimiento se observa una baja en el volumen y es debido a que las cactaceas se achican cuando estan en estrés debido a las fuertes temperaturas esto solamente fue observado en condiciones de invernadero no habiendo literatura solamente lo que menciona Trujillo (1982) para *Echinocactus platyacanthus* observo que las plántulas cambian de color y sucumben en cambio en las cuatro especies observamos que es un factor tanto el color como el achicamiento para que después de que haya fuertes temperaturas y estas se establezcan la especie empiece su crecimiento y este sea el punto critico para que la especie sobreviva y empiece la aclimatacion .

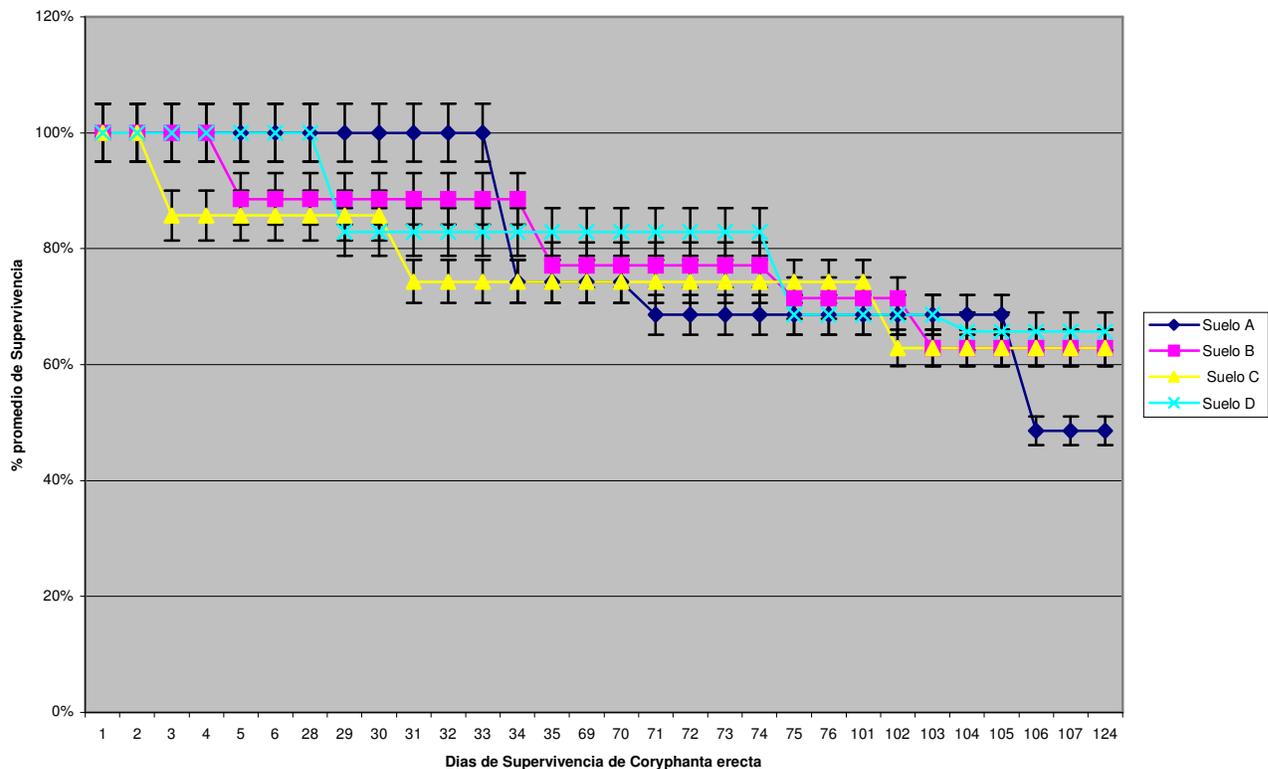


Figura 16 .- Porcentaje de Supervivencia de *Coryphanta erecta* \pm desviación estandar de 30 repeticiones.

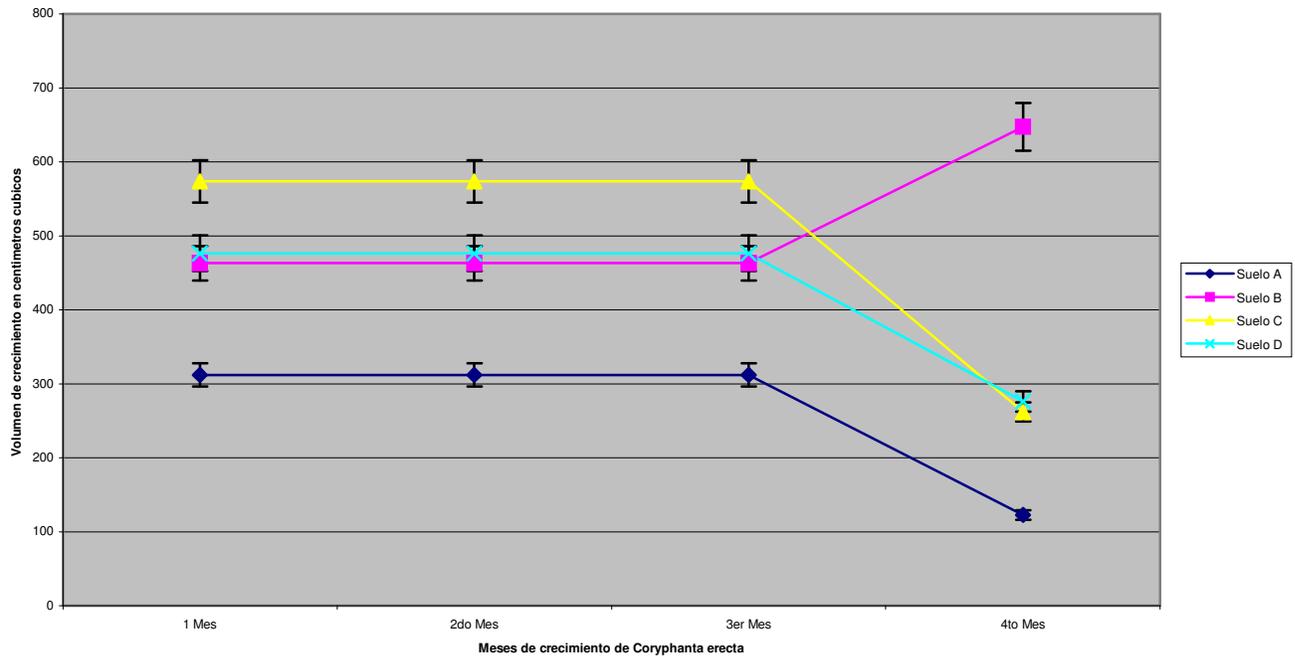
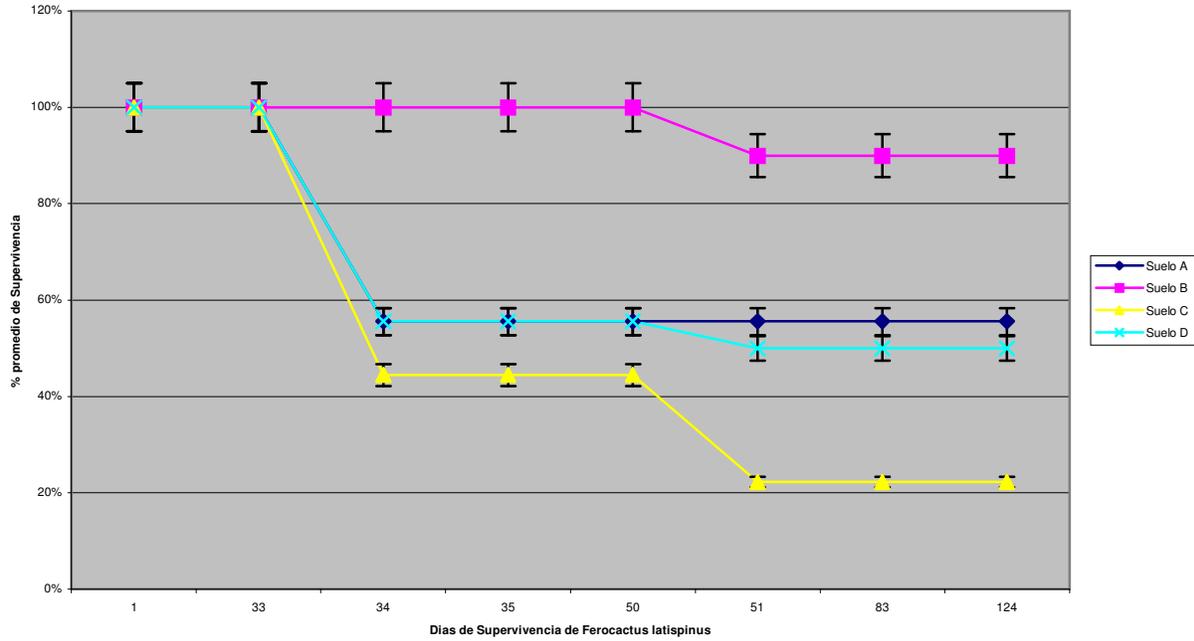


Figura 17.- Volumen de crecimiento de *Coryphanta erecta* \pm desviación estandar de 30 repeticiones.

6.3.4

En cambio *Ferocactus latispinus* es una especie difícil de germinar pero no para aclimatarse ya que empieza a formar sus estructuras morfológicas en menor tiempo y su supervivencia se ve afectada en suelos A, C y D, pero en suelo B su supervivencia es al 98 % ver figura 18, su crecimiento es mayor en el suelo B a diferencia de los otros tres suelos esto es debido a que posiblemente esta especie crece en zonas de cañada cerca de la presa por lo cual se establece y se desarrolla bien, ver figura 19. Al igual que en las otras dos especies el aumento en la temperatura y la desecación en esta etapa hacen que la especie sucumba.

Y los suelos ayudan en gran medida sobre todo el suelo B ya que su pH es el aceptable para que plantas de cactus logren aclimatarse e iniciar su desarrollo ya que ellas logran soportar grandes cantidades de alcalinidad ya que es parte de un proceso evolutivo (Naeem 2000).



Grafica 18.-Porcentaje de Supervivencia de *Ferocactus latispinus* \pm desviación estándar de 10 repeticiones por suelo.

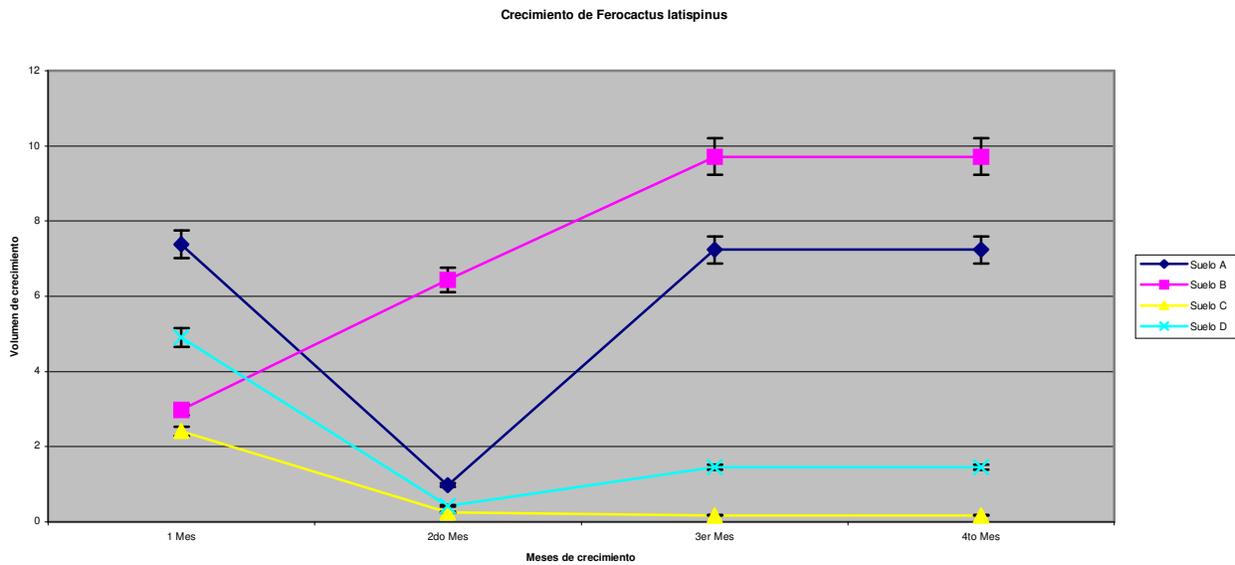


Figura 19.- Volumen de crecimiento de *Ferocactus latispinus* en tres suelos provenientes de presa Zimapan y suelo control (D) \pm desviación estándar , 10 repeticiones por suelo.

En figura 20 se observa el porcentaje promedio total de las cuatro especies utilizadas en los tres suelos provenientes de presa Zimapan, y el suelo control D en el cual *Echinocactus grusonii*, *Echinocactus platyacanthus* y *Echinocactus grusonii* tuvieron la mayor supervivencia esto se debe a las propiedades fisicoquímicas del suelo y al factor principal la temperatura se dan la desviación estándar para cada suelo no habiendo diferencias significativas.

Porcentaje promedio total de Supervivencia de las cuatro especies utilizadas.

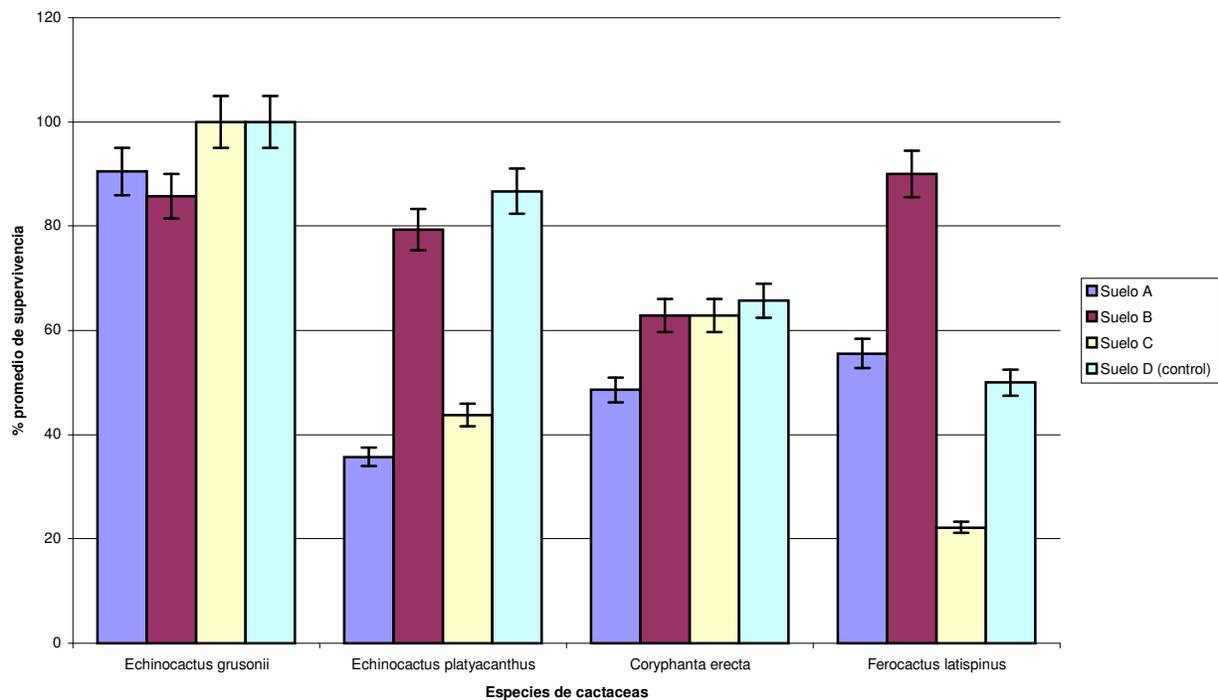


Figura 20.- Porcentaje promedio total de supervivencia de las cuatro especies de cactáceas en los tres suelos utilizados provenientes de presa Zimapan y el suelo control \pm desviación estándar.

7.0.-CONCLUSIONES

- La germinación obtenida fue la deseada ya que nosotros les propusimos las condiciones adecuadas para que germinaran en menor tiempo a diferencia de sus condiciones naturales, sirviéndonos de gran ayuda la técnica de Rivas (1986) ya que es barata, es la mas usada en JABIZ y es fácil de aplicar para la obtención de semillas germinadas
- La germinación en las cuatro especies manejadas bajo la técnica de Rivas que es imbibición en agua durante 24 horas y en una mezcla suelo 1:1:1 tierra lama, arena de rio y tezontle (suelo D) que se prepara en JABIIZ y que es utilizada por alumnos y profesores para germinación de cactáceas a demostrado a través de los años ser la mas adecuada para germinar y establecer plantas de diferentes especies de cactáceas por lo cual en su análisis de suelo encontramos que es lo suficientemente porosa , de una textura de migajon arenoso, con un pH neutro y con bastante materia orgánica que le permite a las plantas obtener los nutrientes necesarios así como mantener la humedad necesaria para su buen desarrollo.
- Además la materia orgánica favorece la formación de agregados y la estructuración del suelo; debido a su acción cementante, incrementa la agregación de las partículas sólidas y mejora la estabilidad estructural trayendo como consecuencia, reducción de la densidad aparente, incremento de la porosidad total del suelo, incremento de la aireación del suelo (Burges 1971).
- Los residuos de raíces al ser descompuestas dejan espacios entre las partículas sólidas, lo que facilita la penetración del agua y del aire, hay cambios en la capacidad de retención de humedad; generalmente se incrementa la humedad disponible para las plantas y se mejora la eficiencia en el uso del agua. Por otra parte, la materia orgánica juega un papel importante al mejorar la fertilidad natural del suelo bajo diferentes mecanismos naturales. Un incremento en el valor de la densidad aparente de los suelos se refleja en la disminución del espacio poroso y

en el incremento de la conductividad térmica, de la compresión-compactación y de la resistencia del suelo a la penetración. Tal incremento de la densidad aparente puede ser causado por la reducción en el contenido de materia orgánica del suelo, por la degradación de los agregados o por la aplicación de una fuerza que reduzca el espacio poroso. Lo cual ayuda mucho para el buen desarrollo de las raíces y del paso del agua, ya que esta por lo regular se encuentra alojada en los poros cuyo diámetro es menor a 10 micras, puesto que los poros de mayor tamaño drenan fácilmente el agua y permanecen ocupados por aire, excepto cuando las condiciones del suelo impiden el libre drenaje, siendo el contenido de humedad del suelo y el estado energético del agua, así como la proporción de poros que drenan fácilmente y favorecen la aireación del suelo importantes para el desarrollo de las plantas Black (1975), siendo el suelo C y D altos en porosidad.

- . Basándonos en experiencias previas y en lo realizado en estos trabajos logramos observar que la mezcla de suelo D control utilizada desde la década de los 90s cumple con las características necesarias para la aclimatación de las especies permitiéndoles un buen crecimiento y supervivencia teniendo alternativas de suelos como el suelo B y C que van a depender de las especies estudiadas, y el suelo A utilizado no ofrece los nutrientes ni la estructura, así como la porosidad no favorecen el crecimiento y la supervivencia de la especie ya que esta cuando no hay humedad se forman costras o grietas superficiales en el suelo el cual aprieta las raíces terminando rompiéndolas y afectando así la especie ya que empiezan a debilitarse esto es observándose en las cuatro especies utilizadas.
- Muchos autores como Trujillo 1982, Nóbél 1988 Martínez et.al 2001 coinciden en que las plántulas cuando apenas empiezan su desarrollo y aclimatación necesitan de plantas nodrizas que le brinden la sombra y luz necesaria en el día para que se de su buen crecimiento y no se vea afectada por el exceso de luz como nos menciona

- Trujillo (1982) que las biznagas expuestas a insolación (solarización) sucumben ya que tal vez se deba a las altas intensidades luminosas, la planta consume oxígeno y al hacerlo libera Dióxido de carbono (fotooxidación), y esto llega a oxidar componentes celulares entre ellos las clorofilas.
- Es por eso que las plántulas estudiadas en este trabajo al no tener una planta nodriza se pusieron en un cubículo del invernadero escenificando a la planta nodriza es por eso que la luz no les llegaba directamente y tenían la sombra requerida a ciertas horas del día, el problema aquí fueron las altas temperaturas que se acumulaban en el cubículo del invernadero por lo cual en el mes de mayo en que la temperatura llegó a subir hasta los 40⁰C es donde hubo el mayor número de muertos ya que esto les afecta sobre todo en esta etapa de aclimatación .
- *Echinocactus grusonii*, *Coryphanta erecta*, *Ferocactus latispinus* y *Echinocactus platyacanthus* son especies que tienen un papel ecológico importante en sus habitats naturales y al no estar ellas los animales o plantas que dependían de ellas tendrían a desaparecer por lo cual es de suma importancia lograr aclimatar las especies y tener el suelo adecuado para su crecimiento y dar alternativas para su uso como plantas ornamentales o de consumo, solo aquellas que sean germinadas en condiciones artificiales y que este sea un recurso de aprovechamiento para personas que se dediquen a la venta de plantas como un redituable económico y el hacer uso de la tierra lama nos permitirá tener un mayor recurso sustentable.
- El suelo adecuado para las plántulas de cactáceas es la mezcla de suelo 1:1:1 tierra lama, arena de río y tezontle (o suelo D) que le da las condiciones necesarias de materia orgánica que esta dada por la tierra lama que esta es extraída de los canales de desagüe y las coladeras el cual tiene un alto contenido de minerales y materia orgánica, la arena de río nos da una textura de migajon arenoso y porosa junto con el tezontle el cual también no permitirá que nuestras plantas se nos llenen de hongos o de malezas ya que al calentarse no se desarrollaran estas, este suelo mezcla es

opcional para zonas de ciudad. Pero también tenemos la opción del suelo B (a 300 metros de terrecería), que es de la zona de Zimapan y sus características cumplen con lo necesario para que algunas especies se establezcan, esta alternativa servirá para los pobladores de la zona ya que ahí se encuentra este recurso y en el le podrían sacar provecho para obtener ingresos en los cuales no tenga que ver el saqueo ilegal de las especies y lograr mantenerlas en sus condiciones naturales formando jardines regionales en los cuales se utilicen los suelos cercanos al lugar e ir fomentando una cultura de preservación y de uso sustentable de los suelos y plantas originarias, tratando de evitar la quema y tala de estas plantas y de el aprovechamiento del suelo como cultivos o para ganado no originario de estas zonas.

- Es por eso que es importante saber sobre la biología de las especies y suelos en los que se desarrollan para ayudarnos a preservarlas y dar opciones de cultivo a las personas que se encuentran en estos lugares y hacer sustentable el recurso ya que no necesita tecnologías avanzadas ni inversiones económicas bastantes solamente es saber cual suelo utilizar y en que momento aplicar fertilizantes para su crecimiento es por eso que este trabajo contribuye al desarrollo de nuevas mezclas de suelo que ayuden en la aclimatación de las especies y hacer redituable para los pobladores de estas zonas desérticas y así evitar el saqueo ilegal de las especies.

8.0 SUGERENCIAS

8.1.- Aportaciones

Primero contribuye al desarrollo de nuevas estrategias para aclimatar especies endémicas y en peligro de extinción.

Segundo se dan 2 opciones de suelo para utilizar para el desarrollo de plantas provenientes de presa Zimapan, así como las de provenientes de otras zonas desérticas del país.

Tercero, aclimatación de especies que se utilizaran para elaboración de terrarios y difusión de las especies así como conservación de la especie y el uso adecuado de los suelos.

8.2.-Dificultades enfrentadas y que hacer para superarlas.

En lo referente a germinar las especies de Cactaceas es lo mas difícil ya que en su mayoría depende de la especie y sus semillas ya que tienen requerimientos diferentes por lo cual optamos por la técnica de Rivas 1986 ya que no requería de utilizar metodos de escarificación y no es costosa y fácil de implementar en invernadero además de ser la mas utilizada en JABIZ. En lo referente a la utilización de espacios y material, se tuvo que implementar el trabajo en donde se tenia la herramienta y es un espacio el cual todos los alumnos de biología utilizan por lo cual fue difícil adaptarlo de manera de que fuera aceptable para que no maltrataran el material biológico.

Además las salidas a campo fueron de gran provecho por que nos dio idea de cómo estaban las temperaturas así como el lugar de origen de las especies utilizadas dándonos cuenta de los requerimientos de estas.

8.3.-¿Que sigue después de esto?

El desarrollo de nuevas mezclas entre los suelos utilizados, así como la reintroducción o formación de un Jardín Botánico regional en la zona, otra opción es la implementación de talleres en la zona para hacer uso de las semillas y de los suelos como recurso para los pobladores, dando información de aquellas especies que se usan como alimento y que se podrían aprovechar para sembrar en vez de maíz y de las cuales obtendrían un recurso económico. También se evitaría un poco la tala y se conservaría la especie ya que toda planta se produciría en invernadero y esto seria a largo plazo.

8.4.-Diseño experimental derivado de este es el siguiente:

Después de tenerlas aclimatadas y saber los suelos adecuados, lo conveniente es probar hormonas de crecimiento en los individuos que sobrevivieron, además de tomar las temperaturas diarias en donde se implemente el trabajo, así como las temperaturas de los suelos utilizados esto es para ver que tanto influye para el desarrollo de la planta. También se tendrían que hacer mediciones de crecimiento, sobrevivencia, así como revisar que sucede cuando la planta es transplantada a que se debe que cambie de tamaño y color, y por que después de que se establezcan las temperaturas, las plantas se disparen y obtengan tamaños grandes en menor tiempo esto es al meterlas a estrés con temperaturas altas y bajas. Y utilizar un análisis estadístico viable para la discusión de resultados.

10.0.-ANEXO

10.1 Abreviaturas

FESI Facultad de Estudios Superiores Iztacala

JABIZ Jardín Botánico e Invernadero Iztacala

Suelos de presa Zimapan Hidalgo-Queretaro

Suelo A Zona de carretera a 300 metros donde todavía se observan cactaceas.

Suelo B Zona de terrecería a 300 metros donde todavía se observan cactaceas

Suelo C Zona del tunel a 500 metros donde todavía se observan cactaceas

Suelo Control

Suelo D Suelo control, mezcla 1:1:1 (tierra lama, arena de rio y tezontle)

9.0.-Referencias Bibliograficas

1. Alanis F.,G.,J, Favela L.,S y Velazco M.,C. G. (2001) Notas sobre la adaptación y reproducción de *Calibanus Hookeri* (Lem) Trel. "Sacamecate" en un Jardín Botánico. *Cactaceas y Suculentas Mexicanas*. Tomo XLVI (2) 40-45.
2. Álvarez A. M. G y Montaña C. (1997). Germinación y supervivencia de cinco especies de cactáceas del valle de Tehuacan: implicaciones para su conservación. *Acta Botánica*, 40:43-58.
3. Arias M,S (1997). Distribucion general . *Suculentas Mexicanas: Cactaceas*, 17-25.
4. Ascencio R, J, M., y Maldonado M, F. (2002). El Jardín Botánico Universitario "José Narciso Roviroso" Kuxulkab" *Revista de divulgación*: vol VII Num.14.
5. Aviles A,H, Morales,R.M.E, Treviño, N.J.F, Oranday C.M.A y Verde, S .M.J (2003) Datos sobre germinación de *Stenocereus gummosus* (Engelm) Gibson y Horak, mediante metodos de escarificación. Resumen, XV Congreso Mexicano de botánica, tema Fisiología. Cartel.
6. Becerra, R. (2000). *Las Cactáceas, Plantas Amenazadas por su Belleza*. Biodiversitas.ED CONABIO. pp. 1-5.
7. Benítez H. Y Dávila P. (2002). *Las Cactáceas Mexicanas en el Contexto de la CITES*. Biodiversitas. ED CONABIO. pp. 8-11.
8. Black, C. A. (1975). *Relaciones Suelo-Planta*. Ed. Hemisferio Sur. México. Tomos I y II.
9. Bravo-Hollis, H. y Sánchez-Mejorada, H. (1991). *Las cactaceas de México* . Vol. 2. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
10. _____.(1991). *Las cactaceas de México*. Vol 3. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
11. Bravo-Hollis, H. y Scheinvar L. (1995) *El interesante mundo de las cactaceas*. CONACYT y FCE. 223 pp.
12. Burges A. (1971) *Biología del Suelo*. Ed.Omega.Barcelona. pp.11-15.
13. Cervantes S.,L.,M y Martinez R.,P (2000) *Ensayos de Germinación en Semillas de Fouquieria purpusii Brandege*. *Cactaceas y Suculentas Mexicanas*. Tomo XLV. (3) 52-61.
14. Fenner, M., (1992) *Sedes. The Ecology of regeneration in plant communities*.,C.A.B. Internacional.

15. Flores, M.,A. y Martinez B., R.,M. (1999) Pruebas de inducción del crecimiento de plántulas de *Coryphantha bumamma*. Cactaceas y suculentas mexicanas. Tomo XLIV.(3) 74-78.
16. Garcia M, H (2000) Avances en la Implementacion del Plan Nacional de Jardines Botánicos: Sistema de Información. Biosíntesis. Boletín No. 20.
17. Glass CH. E. (1997). Guía Para la identificación de Cactáceas Amenazadas de México, ED. CANTE y CONABIO .pp. 100.
18. González – Zertuche L. Y Orozco – Segovia A. (1996). Métodos de Análisis de Datos en la Germinación de Semillas, un Ejemplo: *Manfreda Brachistachya*. Boletín de la Sociedad Botánica de México.58: 15-30.
19. Leon-Lobos P, Way M, Pritchard H, Moreira-Muñoz, Leon M y Casado F. (2003). Conservación Ex situ de la Flora de Chile en Bancos de Semillas. Chloris Chilensis, No.-1.
20. Lopez R., J., y Lopez M., J (1990). El diagnostico de suelos y plantas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 4ta ed. Pp: 23-25.
21. Martinez D, Flores-Martinez A, Lopez F y Manzanero G. (2001). Aspectos ecológicos de *Mammillaria oteroi* Glass& R. Foster en la region Mixteca de Oaxaca, México. Cactaceas y Suculentas Mexicanas Tomo XLVI (2) 32-39.
22. Meyran J. (1986) Algunas Observaciones Sobre el Cultivo de las Cactaceas. Cactaceas y Suculentas Mexicanas vol XXXI. pp 54-55.