



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Germinación de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose y *Myrtillocactus geometrizans* (Bravo) Backeberg en diferentes suelos y niveles de humedad.

TESIS

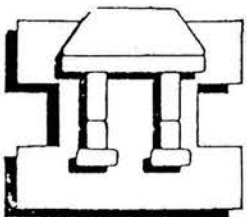
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIOLOGO

PRESENTA

Diana Herrera Rojas

Director de Tesis: Biol. Antonia Trujillo Hernández



IZTACALA

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



U.N.A.M. CAMPUS

AGRADECIMIENTOS

Siempre hay tiempo para ser agradecidos.

A Dios le agradezco el milagro de la vida y el que este momento llegara.

A mis padres Benito Herrera Mosco y Engracia Rojas Paz les doy las gracias por darme la oportunidad de estudiar, brindarme su apoyo y motivación.

A mis hermanos Tomás, Joaquín, Eduardo, Enrique, Julieta y Leidy Cristina por estar conmigo en todo momento.

Agradezco a la UNAM y en particular a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por la oportunidad de estudiar en ella y recibir su formación profesional.

De manera muy especial agradezco a mi asesora Antonia Trujillo Hernández por la confianza y el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

A los sinodales Alberto Arriaga Frías, Manuel Mandujano Piña, Gumercindo de la Cruz Guzmán y Francisco López Galindo por sus comentarios y observaciones.

También agradezco a toda la gente que hicieron posible la realización de este trabajo en el Estado de Puebla.

A mis amigos (as) y compañeros que siempre me han motivado a continuar.

I N D I C E

IZT.

Páginas

1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3. ANTECEDENTES.....	4
3.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACIÓN.....	6
3.2. GERMINACIÓN EN PLANTAS DEL DESIERTO.....	13
4. MATERIALES Y METODOS.....	23
4.1. ZONA DE COLECTA.....	23
4.2. COLECTA DE SEMILLAS Y MUESTRAS DE SUELO.....	25
4.3. PRUEBAS FISICOQUIMICAS DEL SUELO.....	25
4.4. PRUEBA DE VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS.....	26
4.5. EVALUACION DEL % DE HUMEDAD DEL SUELO.....	26
4.6. CONDICIONES DE GERMINACION EN SUELO.....	28
4.7. TRATAMIENTOS PARA ROMPER LATENCIA DE SEMILLAS NO GERMINADAS.....	28
5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	29
6. RESULTADOS.....	31
ESCONTRIA CHIOTILLA.....	31
MYRTILLOCACTUS GEOMETRIZANS.....	31
7. DISCUSION.....	40
VIABILIDAD.....	40
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	41
GERMINACIÓN EN DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD Y SUELO.....	44
TRATAMIENTOS CON AG Y ESCARIFICACION.....	46
8. CONCLUSIONES.....	48
9. RECOMENDACIONES.....	49
10. APÉNDICE.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	55

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	páginas
CUADRO. 1 Distribución de tratamientos.....	29
CUADRO. 2 Porcentaje de viabilidad.....	31
CUADRO. 3 Características fisicoquímicas del suelo.....	31
CUADRO. 4 Comparación final del porcentaje de germinación.....	39
CUADRO. 5 Determinación del pH.....	51
CUADRO. 6 Clasificación de la materia orgánica.....	51
CUADRO. 7 Humedad del suelo.....	51
CUADRO. 8 Agua disponible en el suelo.....	52
CUADRO. 9 ANDEVA para <i>Escontria chiotilla</i>	52
CUADRO.10 ANDEVA para <i>Myrtillocactus geometrizans</i>	53
CUADRO.11 Tukey para <i>Escontria chiotilla</i>	53
CUADRO.12 Tukey para <i>Myrtillocactus geometrizans</i>	53
CUADRO.13 ANDEVA para AG y Escarificación (<i>E.Chiotilla</i>).....	54
CUADRO 14 ANDEVA para AG y Escarificación (<i>M.geometrizarans</i>).....	54
FIGURA. 1 Planta aborescente de <i>Escontria chiotilla</i>	19
FIGURA. 2 Frutos de <i>Escontria chiotilla</i>	20
FIGURA .3 Planta arborescente de <i>Myrtillocactus geometrizans</i>	21
FIGURA. 4 Frutos de <i>Myrtillocactus geometrizans</i>	22
FIGURA. 5 Ubicación de la zona de colecta	24
FIGURA. 6 Diagrama de la metodología efectuada.....	30
FIGURA. 7 Comportamiento de germinación en <i>E.chiotilla</i>	34
FIGURA. 8 Porcentage final de germinación en <i>E.chiotilla</i>	35
FIGURA. 9 Comportamiento de germinación en <i>M.geometrizarans</i>	36
FIGURA.10 Porcentaj final de germinación en <i>M.geometrizarans</i>	37
FIGURA.11 Efecto del ácido giberélico y la escarificación	38

R E S U M E N

Las cactáceas vegetación de importancia ecológica, además de poseer gran número de especies endémicas son de reproducción sexual y asexual, en la sexual las semillas son las que mantienen la variabilidad genética. Los mecanismos que regulan la germinación de las semillas en zonas áridas y semiáridas son causa de interés para su estudio por lo que el objetivo de este trabajo fue Evaluar el efecto de la humedad sobre la germinación de semillas de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose y *Myrtillocactus geometrizans* (Bravo) Backeberg en tres suelos procedentes de Coxcatlán, Puebla. Se recolectaron semillas de estas especies y muestras de suelo en la localidad de Venta Salada y Calipam Municipio de Coxcatlán Pue. En laboratorio se realizó: la prueba de viabilidad a las semillas con Cloruro de Tetrazolio al 0.1% y al suelo un análisis físicoquímico, además se determino la Capacidad de Campo (C.C.) y el Punto de Marchitez Permanente (P.M.P). Las semillas fueron sembradas en cajas de petri con suelo y humedad de 25%, 50%, y 75% de su C.C., la cual fue mantenida por diferencia de peso, regando cada 24 h; en cada caja se colocaron 50 semillas, manteniéndose a una temperatura de $28^{\circ}\pm 2^{\circ}$ C con un fotoperiodo 12 h luz/obscuridad, la germinación fue registrada cada 24 h durante 40 días. Posteriormente a las semillas no germinadas se les aplicaron los tratamientos: ácido giberélico a la concentración de 500 ppm y escarificación con ácido sulfúrico 0.5 N.

Los resultados obtenidos en viabilidad fueron de 75% para *Escontria chiotilla* y del 78% para *Myrtillocactus geometrizans*. El mejor porcentaje de germinación para *Myrtillocactus* fue de 7.8% con la humedad del 25%, en suelo de Venta Salada área 2, éste suelo presentó: textura arena migajón, pH 8.2, contenido de M.O. de 1.26%, C.C. de 24.78 y P.M.P. de 11.80 *Escontria chiotilla* no presento diferencias significativas, observándose gráficamente mejor germinación a la humedad del 50% en suelo de Venta Salada área 2 con 8.6% de germinación.

La respuesta de germinación con los tratamientos ácido giberélico y escarificación ácida no presentó diferencias significativas en *Escontria chiotilla*, para *Myrtillocactus geometrizans* el ácido giberélico resultó ser el mejor tratamiento con 20.53% de germinación. De acuerdo a lo anterior se concluye que los niveles de humedad requerida para la germinación de estas especies fueron específicos para cada una, ambas especies presentan semillas con latencia temporal lo que les permite distribuir su germinación a lo largo del tiempo.

1. INTRODUCCION

Los patrones en la historia de la vida de una planta determinan el lugar y el tiempo en que pueden ocurrir apropiadamente los procesos de germinación, crecimiento y reproducción, a pesar de esto el hombre ha tratado de modificar este patrón adelantando o retrasando estos procesos para su beneficio, siendo así que ha fomentando la explotación del recurso natural. Uno de los recursos más ricos de nuestro país es su flora, en la cual ha contribuido lo variado de sus climas, la situación geográfica y lo accidentado de su fisiografía, influyendo de esta manera en la formación de extensas regiones áridas y semiáridas que ocupan más del 60% del área total. El tipo de vegetación de estas zonas adquiere, según el predominio de las formas biológicas de su composición, rasgos particulares determinados por las condiciones ambientales en que crece como: humedad, temperatura y tipo de suelo (Bravo-Hollis, 1991).

Entre las plantas más notables que caracterizan el paisaje de las zonas áridas de México se distinguen, junto con los Agaves (magueyes), Prosopis (mezquites) y las Yucas, un fascinante grupo, la familia Cactaceae autóctona del Continente Americano que se encuentra distribuido especialmente en regiones semiáridas. Las cactáceas al igual que las agavaceas jugaron un papel muy importante en el sustento y la cultura de las primeras tribus nómadas como fuente de alimento, bebida, medicina y materia prima para construcción de viviendas, manufactura de sus armas de caza y pesca, así como diversas herramientas adquiriendo tanta importancia que algunas de ellas llegaron a ser deificadas y que en la actualidad siguen siendo de gran importancia para el hombre (Rzedowski, 1988; Bravo-Hollis, 1991)

Su reproducción es como en las demás fanerógamas por multiplicación vegetativa o por medio de las semillas. En las cactáceas, la multiplicación asexual puede realizarse por medio de los tallos y del pericarpio de algunos frutos debido a la actividad de las areolas vegetativas que conservan activos sus tejidos embrionarios (Bravo-Hollis, 1978). Dentro de la reproducción sexual, a la semilla se le define en un sentido botánico estricto, como óvulo fecundado, independiente de la planta madre y

que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo vegetal u organismo (Camacho, 1994; Fuller, 1992). Las semillas representan la estructura más resistente en el ciclo de vida de una planta, permiten que las especies sobrevivan en condiciones adversas de humedad y sus mecanismos de dispersión evitan su consumo masivo. La presencia de latencia en una porción de la población favorece la permanencia de las especies en tiempo y espacio además de contribuir en la formación de banco de semillas en el suelo (Gutterman, 1994).

La estación de crecimiento en zonas áridas es restringida a un corto período durante el cual la humedad es disponible, consecuentemente la germinación es controlada por diversas causas que van desde: el genotipo heredado, la fisiología de la semilla, presencia de latencia, y características edáficas, para esa última, se ha demostrado que las diferencias en los suelos pueden influir en las plantas en los siguientes aspectos: capacidad de las semillas para germinar, vigor de los organismos vegetativos, profundidad del sistema radical, susceptibilidad a las sequías, heladas, parasitosis y época de floración. Puesto que la composición florística de la vegetación será influida por la germinación de las semillas, es básico conocer el comportamiento de las plantas, para entender los patrones de la diversidad en la composición de la vegetación de zonas áridas (Daubenmire, 1990; Goodall, 1981; Gutterman, 1994). Así, las cactáceas además de tener importancia económica, ornamental y médica tanto fuera como dentro de nuestro país, presentan una gran importancia ecológica, debido a la existencia de especies endémicas, algunas de las cuales se encuentran en peligro de extinción. Todo lo anterior ha motivado un gran interés en investigaciones sobre taxonomía, distribución y propagación; sin embargo, aún faltan por conocer aspectos sobre el proceso de germinación y la importancia del suelo en proporcionar la humedad necesaria para que se llave a cabo dicho proceso. Por esto, en el presente trabajo se establecieron los siguientes objetivos:

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la humedad sobre la germinación de semillas de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose y *Myrtillocactus geometrizans* (Bravo) Backeberg en tres suelos procedentes de Coxcatlán Puebla.

2.2. Objetivos específicos

Establecer la viabilidad de las semillas de *Escontria chiotilla* y *Myrtillocactus geometrizans* en laboratorio.

Determinar las características fisicoquímicas de los suelos como: Color, Textura, Densidad Aparente, Densidad Real, pH, % de Porosidad y de Materia Orgánica.

Comparar el porcentaje de germinación en los suelos con humedad de: 25%, 50% y 75% de su Capacidad de Campo.

Evaluar el efecto del ácido giberélico y escarificación con ácido sulfúrico en la eliminación de la latencia en semillas no germinadas en suelo.

3. ANTECEDENTES

Las cactáceas por su aspecto peculiar, han sido motivo de atención en nuestro país desde tiempos remotos. La historia y el folklore registran la importancia que adquirieron entre las tribus prehispánicas, según se deduce de sus tradiciones, teogonias, códices, monumentos descritos antes de su destrucción y de las numerosas voces con que las designaron y que aún persisten en nuestros días. Estas plantas por sus caracteres de organización fisiológica, estructuralmente semejantes a las demás dicotiledoneas, presentan hábitos y estructuras anatómicas de adaptación altamente especializadas, como el desarrollo de los parénquimas que proporcionan succulencia, reducción de la superficie transpiratoria y del número de estomas, adopción de formas globosas, transformación de hojas en espinas, escamas y glóquidas; en la evolución de dichas estructuras han actuado algunas tendencias morfológicas determinadas en parte por la aridez como la fusión y el cambio de simetría, tendencias que han ejercido su acción en conjunto o separadamente (Bravo-Hollis, 1978). Fisiológicamente especializaron un tipo fotosintético denominado, Metabolismo Ácido de Crasuláceas (MAC) el cual involucra la síntesis de ácido málico por carboxilación durante la noche (Devlín, 1980).

Este grupo de organismos se reproduce tanto asexual como sexualmente, esta última por medio de la producción de semillas, las cuales al madurar obtendrán una capacidad fisiológica para originar un nuevo organismo. La semilla de las cactáceas, por lo regular esta sumamente deshidratada; compuesta principalmente de embrión, perisperma, testa, micrópilo, hilo; así como otras estructuras: carúncula, estrofiolo y la cobertura funicular, existentes en algunos géneros. Cuando la semilla se encuentra madura esta lista para iniciar el proceso de germinación, el cual consiste en la absorción de agua, la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento del embrión. Un modelo propuesto por Rojas (1991) plantea de forma general como se lleva a cabo el proceso de germinación en las semillas:

- a) El agua del medio entra a la semilla y tanto las células del embrión como del endospermo se hidratan y entran en actividad, por lo que la semilla se hincha.
- b) El embrión empieza a producir ácido giberélico (AG) que actúa sobre la capa de aleurona que rodea al endospermo la induce a secretar amilasa.
- c) Por acción de la amilasa y maltasa sobre el almidón se produce glucosa y pasa al embrión dándole energía para su desarrollo.
- d) El embrión empieza a producir citocininas, hormonas que junto con el AG, induce síntesis de enzimas y la aleurona pasa a proteína soluble.
- e) Por acción de las citocininas y contando con la energía de la glucosa y con proteínas solubles, las células del embrión se dividen activamente; en este momento se inicia la germinación, se rompe la testa y el primordio de la raíz principal emerge.
- f) Posteriormente, las células del embrión sintetizan auxinas e inducen el alargamiento de los meristemas de la radícula y del tallo después con un rápido crecimiento, las auxinas determinan también el inicio de la diferenciación de los tejidos así como el crecimiento direccional del tallo hacia arriba y el de la raíz hacia abajo.

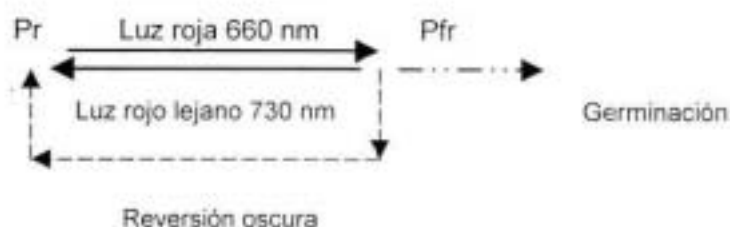
3.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACIÓN

Una comunidad de plantas existe debido a la interacción entre los miembros individuales y entre éstos y el medio ambiente, de esta manera las condiciones ecológicas predominantes en un hábitat dado podrían afectar la germinación. A este respecto probablemente las condiciones microclimáticas en la proximidad de las semillas serán factores determinantes (Mayer, 1982; Goodall, 1981). Por otro lado, en las zonas áridas y semiáridas, los procesos metabólicos están suspendidos o tienen lugar muy lentamente, debido principalmente a su carencia de agua y oxígeno (Bravo-Hollis, 1978; Devlin, 1980). De esta manera la germinación se ve sujeta a diferentes controles que la evitan, en condiciones desfavorables para el posterior establecimiento de las plántulas; entre los factores que intervienen se encuentran:

A) LUZ

La luz es un factor externo también considerado como un factor que puede inducir latencia, por su ausencia o presencia; la radiación solar incide sobre la tierra en rayos prácticamente paralelos, una superficie perpendicular a los mismos será la que interceptará la mayor proporción de energía, la radiación absorbida se convierte inmediatamente en energía térmica o calor (Mazria, 1983). Son 3 las principales bandas de espectro lumínico que tienen acción sobre la germinación y corresponden a la franja de 660nm (rojo), 730 nm (rojo lejano) y la luz comprendida entre 400 y 500 nm (azul) (Vázquez -Yanes, 1997), los fotorreceptores encargados de absorber estas longitudes de onda en la célula vegetal son el criptocromo y el fitocromo. El fotorreceptor llamado criptocromo es una flavoproteína y responde a la luz azul, en tanto que, la luz roja y rojo lejano es absorbida por el fitocromo, un pigmento proteico que se encuentra en la membrana de las células vegetales y que, toma la forma de pigmento Pr y Pfr respectivamente, si las semillas se exponen a la luz roja 660 nm (Pr), promoverán su germinación y si es en luz del rojo lejano 730 nm (Pfr), se inhibirá y nuevamente será promovida en la luz roja debido a que es un pigmento

fotorreversible es decir de la forma Pr pasa a Pfr y de Pfr a Pr como se muestra a continuación (Casal, 1998; Salisbury, 1994; Quintana, 1994).



Por consiguiente se puede presentar inhibición de la germinación en el suelo debido al alta irradiación típica de los desiertos; según Mandoli, (1990) citado por Kigel, (1995) la luz es fuertemente atenuada y sólo una cantidad de luz efectiva penetra entre 20-25 mm del suelo que asegura la germinación de algunas semillas.

B) HUMEDAD DEL SUELO

Frecuentemente los hábitats son clasificados de acuerdo al contenido de humedad, como hídricos, semiáridos o áridos. Sin embargo, para la germinación, la disponibilidad de agua en un período dado de tiempo es el factor determinante. Esta disponibilidad será dada por factores osmóticos, uniones del agua con coloides, fuerzas capilares, composición del suelo y textura. El contenido de agua en los suelos puede variar de saturación, como en pantanos y suelos sólo saturados de agua, o ir de cero a cerca de este, para suelos arenosos de regiones áridas (Mayer, 1982). El clima árido, así como sus consecuencias en la fisiografía, en la hidrología y en los suelos crea condiciones peculiares adversas para el desarrollo de la mayor parte de las especies vegetales; sólo aquellas formas que poseen adaptaciones especiales que les permiten afrontar con éxito períodos largos de escasez de agua pueden colonizar el medio (Bravo-Hollis, 1978). La disponibilidad de agua en el desierto ocurre tanto a macro, como a microescala. A macroescala las fuertes lluvias con alta a baja intensidad de precipitación, sobre áreas pequeñas cubren la necesidad de humedad de los organismos y a microescala la principal causa de la variabilidad espacial de la

disponibilidad de agua es la topografía y presencia de la superficie de un suelo con baja infiltración (Kigel, 1995). La mayoría de las semillas en estas regiones se localizan en la superficie del suelo, el 80% y 90%, de estas semillas se encuentran a pocos milímetros de profundidad, donde podrían permanecer viables por grandes periodos de tiempo y llegar a formar bancos de semillas. Los suelos desérticos tienen un desarrollo débil en los perfiles, contienen poca materia orgánica y son pobres en nitrógeno; debido a la escasez de vegetación; se da un alto porcentaje de evaporación y poca retención de humedad. La profundidad junto con la estructura del suelo afectaran: la penetración de la luz, la aireación, contenido de humedad para la germinación y el impedimento mecánico de las capas del suelo para la emergencia de las plántulas (Koller y Hadas, 1982; Mayer, 1982).

CONSTANTES DE LA HUMEDAD DEL SUELO

El primer proceso que ocurre durante la germinación es de carácter fisiológico y consiste en la incorporación de agua a la semilla y se le denomina imbibición: se efectúa por la diferencia de potenciales hídricos entre la semilla y su ambiente (Quintana, 1994), así la capacidad de los suelos para absorber y retener el agua proporciona una reserva que puede ser aprovechada por las semillas y plantas durante los periodos comprendidos entre la sequía y las lluvias o la irrigación. Las propiedades de los suelos para retener el agua (capilar o higroscópica) se han estudiado intensivamente y han sido definidas como constantes de humedad y usadas como índice de la capacidad de los suelos para retener el agua.

Capacidad de Campo (CC): la cantidad de agua retenida en el suelo después de que ha drenado en forma gravitatoria el exceso de ésta y ha cesado materialmente la velocidad del movimiento descendente, es el límite óptimo de humedad.

Punto de marchitamiento permanente (PMP): Se define como el porcentaje de agua de un suelo en el que las plantas en crecimiento sufren un marchitamiento del cual ya no pueden recuperarse en una atmósfera aproximadamente saturada, es decir el límite mínimo de humedad.

Cualquiera que sea el tipo de constante, la cantidad de agua retenida por el suelo varía directamente por la textura y el contenido de materia orgánica (Aguilera, 1990; Daubenmire, 1990).

C) TEMPERATURA

A pesar de que el factor humedad este presente frecuentemente cuando las semillas son dispersadas, estas semillas podrían no germinar, esto debido a que ellas requieren de una temperatura especial por lo cual retrasan su germinación por algún tiempo, después de que han sido dispersadas; con esto las semillas que están más cerca de la superficie del suelo son expuestas a periodos oscilatorios de temperatura que podría influir en la latencia y la capacidad de germinación de las semillas, puesto que la mayoría de las especies germinan mejor entre los 20- 25° C y que a menudo la temperatura arriba de los 40° C son perjudiciales para las semillas para su germinación(Kigel, 1995).

Estudios realizados con cactáceas han permitido establecer que las condiciones a temperaturas extremas no les favorece su germinación; basándose en la especie y edad de la semilla la germinación será diferente en cada una, estos estudios han determinado que el rango óptimo de temperatura para las cactáceas es de 20 ± 2 °C permitiendo una tasa alta de germinación (Rojas-Aréchiga et al., 2000). Las temperaturas son otra característica de la superficie de los suelos desérticos, siendo esta temperatura del suelo extremadamente variable mostrándose cambios diurnos y estacionales, por lo que la radiación solar, textura y estructura del suelo, una buena cantidad de agua, condiciones favorables de evaporación y la protección proporcionada por plantas, juegan un papel muy importante en la determinación de la temperatura en el suelo. De esta manera las temperaturas extremas tienen un doble papel, evitan la germinación en algunas semillas y en otras promueven los procesos que llevan al rompimiento de la latencia permitiendo su germinación. Probablemente el factor más crucial en la germinación de las semillas en el suelo es la combinación de la temperatura y la humedad, así semillas de algunas especies xérofitas que

germinan en verano requieren de periodos previos de bajas temperaturas que combinadas con la humedad favorecen su germinación (Fuller, 1992; Kigel, 1995; Mayer, 1982; Mulroy, 1977).

D) FITOHORMONAS

En distintas fases del desarrollo vegetal las hormonas o fitohormonas actúan como reguladores de crecimiento. Todas las fitohormonas (productos naturales de las plantas) se definen como sustancias orgánicas activas a muy bajas concentraciones, producida en determinados tejidos y normalmente transportada a otros, donde ejercen sus efectos. Se han identificado como fitohormonas los siguientes grupos: auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, etileno, brassinosteroides y las poliaminas. Los efectos fisiológicos más importantes causados por estas hormonas son: tropismos, mantenimiento de la dominancia apical, estimulan la división del cámbium, aumentan el tamaño celular en cultivo de tejidos, activan el crecimiento de frutos, inhiben la degradación de proteínas y de clorofila en la senescencia y además favorecen la germinación de algunas semillas. Uno de estos grupos, las giberélinas, se encuentran en cantidades particularmente abundantes en órganos jóvenes de las plantas, especialmente en los puntos de crecimiento del vegetal, en las hojas jóvenes en proceso de expansión y en las semillas en cuyo endosperma se ha encontrado un receptor no identificado (Camacho, 1994; Pérez-González, 1994). Algunas se mueven libremente en la planta pero en algunos casos, parecen estar muy localizadas, su desplazamiento es debido a un transporte meramente pasivo. Los efectos que tienen las giberélinas sobre las plantas son los siguientes: sustitución de la necesidad de temperaturas bajas o altas en el caso de días largos requeridos por muchas especies para la floración, inducción de la partenocarpia en algunas especies frutales, eliminación de la latencia que presentan las yemas y semillas de numerosas especies y retraso de la maduración de frutos e inducción del alargamiento de entrenudos en tallos (Fuller, 1992; Hopkins, 1999; Salisbury, 1994).

En las semillas el ácido giberélico aumenta conforme se desarrolla el embrión y decrece cuando la semilla madura (Rojas, 1991; Pérez y Martínez, 1994), este induce la síntesis de amilasa en las semillas en germinación, posibilitando que el almidón pase a glucosa para ser oxidada y liberar la energía necesaria para el crecimiento del embrión. Además, estimula 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, 1994).

E) LATENCIA

La latencia es un proceso donde la actividad fisiológica se detiene en condiciones inadecuadas y es reversible en condiciones adecuadas para la germinación. Por tanto, si una semilla no puede germinar en condiciones externas favorables, como humedad, temperatura y oxígeno se dice que está en latencia o letargo (Camacho, 1994; Salisbury, 1994). Esto representa un gran valor para la sobrevivencia de los organismos, sobre todo cuando no se presentan las condiciones óptimas requeridas por las semillas para su germinación.

Vázquez -Yanes, (1997) reconoce 3 tipos de latencia, las cuales las describe como:

I) innata o primaria, se representa desde que la semilla está en la planta madre y tiempo después de su dispersión; II) impuesta, es regulada principalmente por factores ambientales como luz y temperatura, termina cuando estos factores son adecuados; III) inducida, persiste aún cuando las condiciones son favorables.

Algunos autores mencionan como factores causantes de latencia los siguientes:

Latencia por Cubierta Seminal

- Fearn (1981) * restricción mecánica al crecimiento del embrión,
* restricción mecánica para la toma de agua,
* evita el rápido intercambio de gases con el medio ambiente,
* presencia de reguladores e inhibidores de crecimiento en la cubierta seminal.
- Camacho (1994) * impermeabilidad al agua,
* baja permeabilidad a los gases,
* permeabilidad selectiva a los reguladores de crecimiento,
* presencia de inhibidores,
* resistencia mecánica al crecimiento del embrión.
- Baskin (1989) * cubierta impermeable.

Latencia a Nivel Embrión

- Fearn (1981) * Presencia o ausencia de altas concentraciones de inhibidores o promotores del crecimiento del embrión.
- Camacho (1994) * Bloqueo metabólico,
* Presencia de inhibidores,
- Baskin (1989) * Inhibición del mecanismo fisiológico de la germinación en el embrión.

3.2. GERMINACIÓN EN PLANTAS DEL DESIERTO

Sobre la germinación de plantas del desierto Freas y Kemp, (1983) trabajo con plantas anuales del Desierto de Chihuahua, simulando la temperatura de los suelos en verano, aplicaron pretratamientos a los frutos, almacenándolos a 5°C por 2 meses y a calor a 50°C por 14 días. Después del tratamiento por calor se almacenaron a 20-25°C de 9-12 meses antes de sujetarse al tratamiento experimental. Las semillas tuvieron un fotoperiodo de 12 h luz/obscuridad y temperaturas de 23/10°C. Se colocó suelo de la zona de estudio en cajas de petri para depositar las semillas tratadas, se simuló la caída de lluvia, por medio de un atomizador, la respuesta para las anuales de verano fue rápida, germinando 24 h después de haber sido regadas y finalizando en tres días. Las anuales de invierno germinaron entre los días 6 y 7 después de ser regadas. Los porcentajes obtenidos fueron: $0.44 \pm 0.051\%$ a $0.69 \pm 0.048\%$ en anuales de verano y de $0.17 \pm 0.016\%$ a $0.35 \pm 0.028\%$ en anuales de invierno. Las especies presentaron un incremento en la germinación al aumentar la lluvia simulada, por lo que concluyeron que la proporción de semillas germinadas depende de la magnitud de la lluvia captada en la inducción de la germinación.

Peinetti et al., (1993) realizó un estudio sobre los efectos de la ingestión de semillas de Calden (*Prosopis caldenia* Burkart), predominante en la Pampa semiárida de Argentina, y donde sus frutos son consumidos por el ganado. Se colectaron semillas libres y de los segmentos de vainas con semillas sin ingerir y así también de las excretas, para comparar la viabilidad y tasa de germinación. La viabilidad de las semillas libres y de las contenidas en las vainas sin ingerir fue del 95% y 65% respectivamente. La germinación de las semillas tomadas de las excretas fue de 37% a 72% y las de los segmentos de vaina fue del 10%. Por lo que se concluye que la ingestión de las semillas incrementa la tasa de germinación.

GERMINACIÓN EN CACTÁCEAS

En la germinación de cactáceas, el proceso de germinación ha sido abordado de manera general como un medio de propagación para lo cual, Fitz (1989) propone el método de Rivas, desarrollado en el Jardín Botánico de la U.N.A.M., el cual consiste en utilizar contenedores de vidrio con una mezcla de suelo. Los recipientes son llenados con suelo, previamente esterilizado, que consta de 4 partes de arena de río de grano fino (1.5 a 2.5 mm) y una parte de humus, humedecido con agua; las semillas son colocadas a poca profundidad y tratadas con fungicida para evitar la contaminación del medio, siendo favorable en la obtención del 90% de germinación.

Simerda, (1990) sugiere el uso de frascos de plástico o contenedores, los cuales favorecen una buena iluminación, cuando esta es artificial, el recipiente se llena de 2 a 3 cm de una mezcla de tierra negra, arena de grano fino (3 mm) y abono, colocándolos en el centro un tubo de 1 cm de diámetro, permitiendo así la buena distribución del agua, las semillas también son cubiertas de fungicida para evitar la contaminación, favorable en la obtención del 35 al 85% de germinación.

Con el fin de obtener factores específicos que determinen las condiciones óptimas de germinación se han realizado diversos trabajos; López y Sánchez (1989), evaluaron a dos variedades de *Stenocereus griseus* conocidas como "pitaya negra" y "pitaya cántaro" utilizando para ello cajas de petri y papel filtro, a luz constante, obscuridad y fotoperiodos de 16 luz/ 8 obsc, con temperaturas de $28^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ e invernadero de $30 \pm 5^{\circ}\text{C}$, utilizando agua corriente y destilada además de ácido giberélico a 50 ppm. Los porcentajes de germinación con luz constante, agua destilada y en el invernadero fueron del 90 al 100%, obteniéndose su máxima germinación entre los días 6 y 12, en obscuridad la germinación fue del 10% al 60 %.

Con agua común bajo luz constante y en invernadero, alcanza el 90% y cerca del 100% de germinación, siendo su máxima entre los días 2 y 8, en obscuridad del 10% al 50%. Las semillas en oscuridad y regadas con solución de ácido giberélico a 50 ppm presentaron un incremento del 70 al 80% de germinación.

Con esto podemos decir que algunas semillas requieren de luz para germinar y otras no, el AG estimula la germinación en la oscuridad y que las condiciones de invernadero establecidas fueron favorables para la germinación.

Moreno y Colaboradores (1992) trabajaron con semillas de *Echinomastus mariposensis* Hester, para conocer sus características anatómico - morfológicas, así como los requerimientos para su germinación; realizaron escarificación mecánica, utilizaron ácido giberélico a 0.5 ppm y a 1.0 ppm, colocándo las semillas dentro de cajas de petri sobre papel filtro humedecido con agua destilada a temperatura de 24°C. Las características que presentaron las semillas fueron color negro lustroso, forma ovoide, testa tuberculosa y relativamente gruesa; las semillas germinaron entre 150 y 180 h después de iniciado el experimento, el porcentaje alcanzado fue de 52%, el tratamiento que resultó mejor fue: escarificación + ác. giberélico con 0.5 ppm, respectivamente con un 81.6% de germinación, en conclusión existió un tipo de latencia que impidió la germinación, ya que la hormona empleada aumentó la germinación y el crecimiento de las plántulas.

Romero-Schimidt et al., (1992) observaron el efecto obtenido en la germinación de semillas silvestres de *Ferocactus peninsulæ* con tratamientos en frío, con H₂SO₄ en oscuridad y salinidad de 0.025, 0.05, 0.1, 0.2 y 0.3 M de NaCl utilizando para ello cajas petri con papel absorbente y un fotoperiodo de 12 h luz/obsc. El tratamiento en frío y en oscuridad no presenta un efecto sobre la germinación, siendo de 46.3 ± 6.5%, similar al control. Con ácido fue significativo, de 60.0 ± 4.0% disminuyéndose a mayor tiempo de exposición a este, en el tratamiento a salinidad se observó que a menor concentración (0.025, 0.05 M) mayor germinación siendo de 31.3 ± 10.0%. Concluyendo que estos organismos presentan una increíble adaptación genética a condiciones desérticas ya que las semillas de este cactus se adaptan bien a los cambios extremos de temperatura, requieren de luz para germinar, son resistentes al estrés salino y requieren de ser escarificadas para germinar.

Valido y Nogales (1994), realizaron estudios sobre las relaciones del lagarto (*Gallotia galloti*) y plantas con frutos carnosos (Frugivoria), así como también observaron el efecto de la ingestión de las semillas en el proceso de germinación de las mismas, las especies estudiadas fueron:

Opuntia dillenii, *Rubia fruticosa*, *Neochamaelea pulverulenta*, *Withania aristata*, *Lycium intricatum*, *Atriplex semibaccata* y *Scilla* cf. *Haemorrhoidalis*, encontrando que el paso de las semillas por el intestino del organismo favoreció la germinación para algunas especies, no para *Opuntia dillenii*, ya que ninguna de las semillas colectadas en las excretas germinaron, y muchas de las cuales se encontraron rotas. Los frutos de *O. dillenii* resultan ser de los más importantes de la dieta del organismo.

CACTÁCEAS CON FRUTOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA

En regiones áridas y semiáridas de México, se encuentran gran cantidad de plantas de importancia económica, de las cuales llaman particularmente la atención por presentar frutos comestibles y sobre todo por ser plantas resistentes a la sequía. Los frutos son colectados directamente de las plantas silvestres o de los cultivos (*Opuntia* sp, *Stenocereus* sp), estos frutos son vendidos en mercados locales o trasladados a lugares próximos a la localidad para su venta y se consumen como fruta fresca, en agua, mermelada y nieve.

De las plantas con frutos de importancia económica se mencionan a: *Opuntia imbricata*, *O. joconostle*, *Stenocereus* sp, *Escontria chiotilla* y *Myrtillocactus geometrizans*.

Siendo de interés para este estudio estas dos últimas las cuales se ubican en la provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

3.3. DESCRIPCIÓN DE *Escontria chiotilla* Y *Myrtillocactus geometrizans*

Escontria chiotilla

Familia : **Cactaceae**

Nombre científico: ***Escontria chiotilla* (Weber) Rose**

Nombre común: **"jiotilla o quiotilla"**

Plantas arborescentes de 3 a 4 m de altura (Fig.1), tronco corto aproximadamente de 40 cm de diámetro, ramas numerosas y rígidas, de color verde oscuro, de 7 a 8 costillas, algo crenadas, areolas muy próximas con fieltro grisáceo, flores en la terminación de las ramas, infundibuliformes, de 3 cm de longitud, frutos globosos, escamosos de color café rojizo, de 3.5 cm de diámetro, pulpa purpurina y dulce, semillas pequeñas de 1.0 a 1.3 mm de longitud, de color negro opaco y rugosas (Fig. 2), testa con crestas de células irregulares cubiertas con prominentes estrías cuticulares. Presenta una época de fructificación entre mayo y julio, los frutos son consumidos en agua, nieve, mermelada y como fruta de temporada. Su distribución es en zonas semiáridas, en lugares planos o de poca pendiente, característica de zonas alteradas, asociada con otras cactáceas de gran tamaño, forma agrupaciones llamadas "quiotillales", registradas para la cuenca baja del balsas, en el área del río Tepalcatepec, en la cuenca alta del Papaloapan, en Oaxaca dentro de la región de Cuicatlán, en Teotitlán y en Totolapan, en el valle de Tehuacán Puebla, y Guerrero (Bravo-Hollis,1991).

De los trabajos realizados con esta especie en particular se mencionan los hechos por Ramos (1983) y Pimentel (1984), con los pigmentos rojos del fruto (jiotilla), para su utilización como colorantes naturales en la industria alimenticia; Martínez (1987) y Mandujano (1988), con la respuesta fotosintética de *Escontria chiotilla*.

Gibson (1988), trabajó con un apartado de la sistemática de *Escontria*; Flores (1991), quien trabaja su Importancia, Ecológica y Económica en los Valles Centrales de Oaxaca y Huerta (1998), con el crecimiento y análisis químico del fruto de *Escontria chiotilla* y *Stenocereus pruinosus*.

Myrtillocactus geometrizans

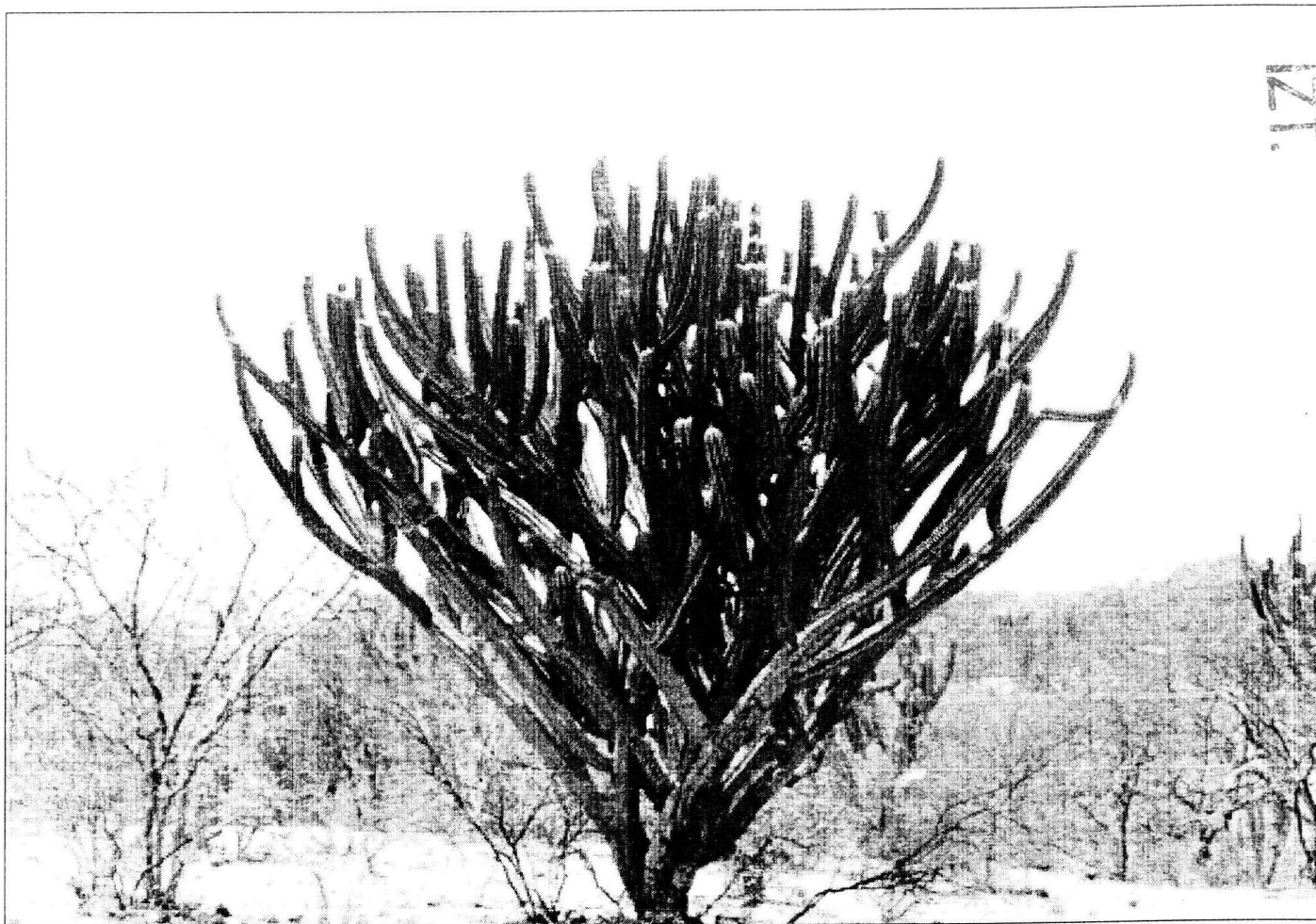
Familia : **Cactaceae**

Nombre científico: ***Myrtillocactus geometrizans* (Bravo) Backeberg**

Nombre común: **"Garambullo o padre nuestro"**

Plantas arborescentes de 4 m de alto (Fig.3), tronco bien definido, corto, ramificación abundante formando una copa amplia, ramas verde azuladas, de 5 a 6 costillas redondeadas de 2 a 3 cm de alto, areolas lanosas, flores en la parte superior de las areolas, de 2.5 a 3.5 cm de ancho, blanco verdosas, frutos pequeños de 1 a 2 cm de diámetro, globoso hasta elipsoide, de color moreno purpúreo, desnudo, semillas pequeñas de 1.0 a 1.2 mm de longitud de color negro opaco y rugosas (Fig.4), testa con células convexas fuera de la pared presentando pocas estrías cuticulares, frutos con una pulpa de sabor agridulce, se consumen en agua, mermelada y deshidratados. Presenta una época de fructificación entre junio y julio, y una distribución en todo el Valle de Tehuacán, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo (Bravo-Hollis, 1991).

Los trabajos realizados con esta especie, son muy escasos entre éstos se encuentra a Gibson (1988), quien maneja parte de su sistemática; Pérez- González (1995), donde obtienen datos de densidad, fenología y producción de plantas de esta especie en el suroeste del estado de Querétaro, Cid y Palomino (1996), con un análisis de la morfología vegetativo, cariotipos y comportamiento meiótico en 3 poblaciones de *Myrtillocactus geometrizans* y el de Melo y López (1999) donde trabajaron la evolución de la actividad MAC de *Myrtillocactus geometrizans* en relación con el crecimiento del fruto.



U.N.A.M. CAMPUS

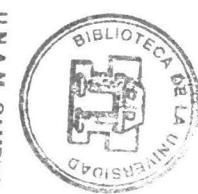


Fig. 1 Planta arborescente de *Escontria chiotilla* (Weber) Roseen la localidad de Venta Salada, Coxcatlán Puebla.

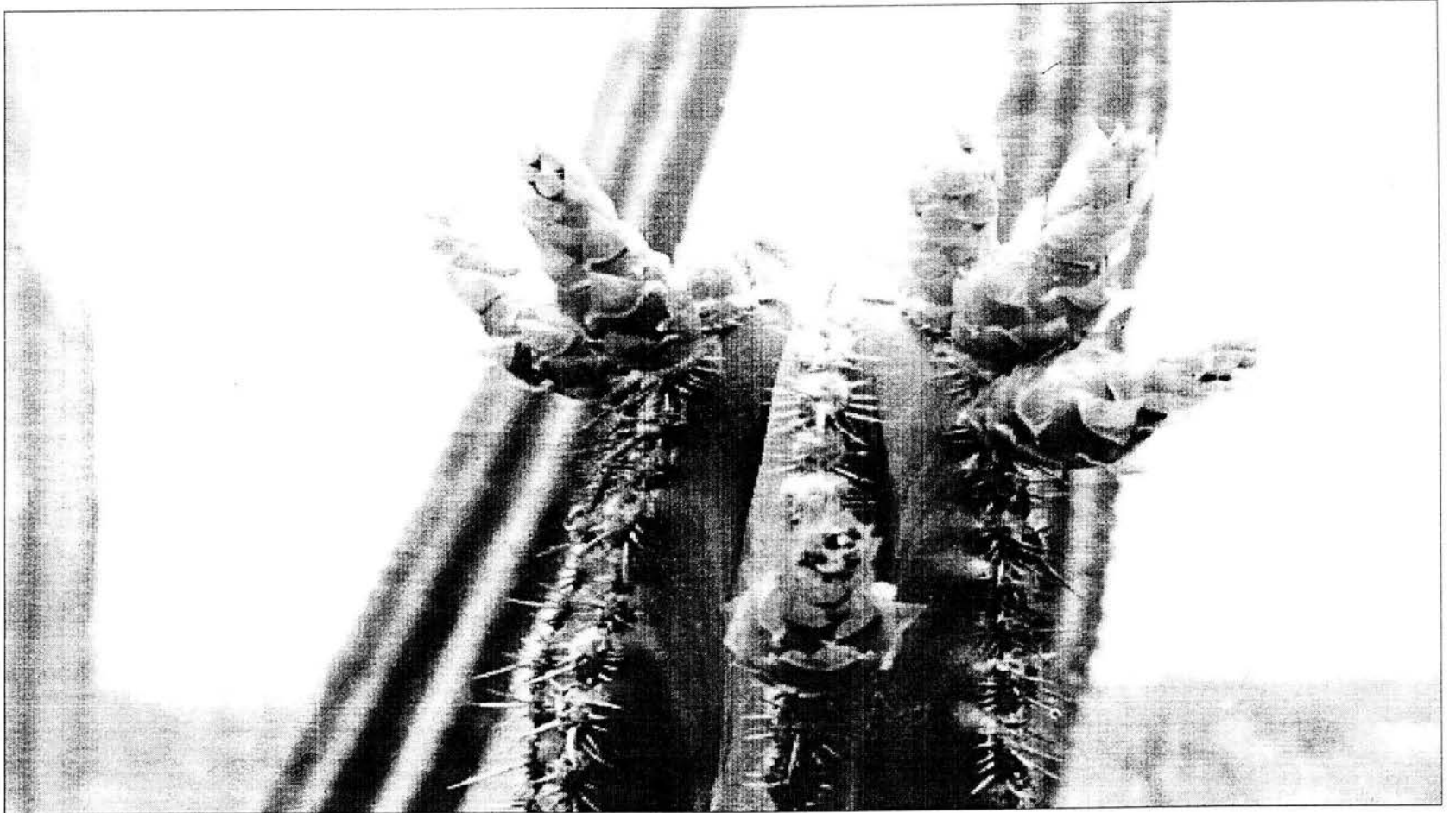


Fig. 2 Distribución de los frutos de *Escontria chiotilla* en la parte terminal de sus ramas



Fig. 3 Planta arborescente de *Myrtillocactus geometrizans* (Bravo) Backeberg en la localidad de Venta Salada, Coxcatlán Puebla.



Fig. 4 Distribución de los frutos de *Myrtillocactus geometrizans* a lo largo de las costillas de sus ramas.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Zona de Colecta

El municipio de Coxcatlán, Puebla se localiza entre los paralelos 18° 10' 8" latitud norte y 97° 10' - 97° 01' 5" longitud noreste a 1200 msnm, en Tehuacán Puebla. Sus límites son al norte con San Sebastián Zinacatepec, al sur con el Distrito de Teotitlán, Oaxaca. Al este con Zoquitlán y Santa María Coyomeapan, al oeste con San Gabriel Chilac, San José Miahuatla y Venta Salada. Este municipio se encuentra integrado por dos juntas auxiliares Tilapan y Calipam. La localidad de Venta Salada se encuentra ubicada entre los paralelos 97° 11' 0" - 97° 11' 25" longitud oeste y 18° 5' 5" - 18° 15' 34" latitud norte. Calipam ubicada a 97° 10' 05" longitud oeste y 18° 18' 15" latitud norte (Carta Orizaba E-14-6, Escala 1:1.000.000, 1993) (Fig. 5).

Estas localidades presentan una flora xerófila perteneciente a las familia de las Cactáceas arborescentes y globosas, además de las familia Gramineae, Leguminosae y Compositae predominando fisonómicamente los "Quiotillales" de *Escontria chiotilla* en Venta Salada y las "Tetecheras" de *Neobuxbaumia tetetzo* en Calipam. Con respecto a su Geología Venta Salada presenta un suelo que data del periodo Cuaternario con rocas sedimentarias y volcano sedimentarias en conglomerado; Calipam presenta un suelo que data del Terciario Inferior de la era Cenozoica, con rocas sedimentarias de tipo conglomerado y arenisca, donde se encuentra alternancia de areniscas de grano fino a mediano con cementante calcáreo y aglutinante arcilloso y presencia de esquistos (Hernández, 1987; Rzedowski, 1988).



Fig.5. Zona de colecta: Localidad de Venta Salada y Calipam en el Municipio de Coxcatlán Puebla. INEGI 1983. Carta Orizaba E-14-16. Escala 1:250000.

4.2. COLECTA DE SEMILLAS Y MUESTRAS DE SUELO

La colecta de los frutos de *Escontria chiotilla* y *Myrtillocactus geometrizans* fue hecha en la localidad de Venta Salada, el muestreo se realizó a 20 organismos de cada especie entre los meses de mayo a julio de 1997: *E.chiotilla* durante los meses de mayo y junio; y *M. geometrizans* durante los meses de junio y julio, seleccionando sólo frutos en buen estado. La obtención de las semillas consistió, en separarlas de la pulpa del fruto, ponerlas a secar y mantenerlas en bolsas de papel a temperatura ambiente en el laboratorio hasta su utilización, para *Escontria* fueron 4 meses y en *Myrtillocactus* fueron 3 meses.

De acuerdo a la distribución de las 2 especies, se seleccionaron 3 áreas para obtener el suelo, eligiendo 2 áreas de Venta Salada, de las cuales una presenta dominancia fisonómica de *E. chiotilla*, a la que se le dominó V.S.1. y otra donde se agrupara *M. geometrizans* V.S.2., la tercera corresponde a la localidad de Calipam: caracterizada por la dominancia de *Neobuxbaumia tetetzo* y la escasa incidencia de ambas especies. El suelo se colectó a una profundidad de 20 cm y se colocó en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio.

4.3. PRUEBAS FISICOQUIMICAS DEL SUELO

Con el fin de conocer las características del suelo y poder establecer los niveles de humedad para cada uno, se realizó el análisis físico-químico de los 3 suelos; se procedió a tamizar el suelo con un tamiz de 2 mm de apertura de malla, se esterilizó en seco en una estufa marca PARTLOW Modelo INCE 550.P, a $95^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 h; posteriormente, se realizaron las pruebas de: textura (por el método de Bouyoucos), color (tablas de Munsell, 1978), pH (potenciometro), Densidad Real (pignómetro) y Densidad Aparente (volumétrico o de la probeta), porcentaje de porosidad y finalmente determinación de materia orgánica por el método de Walkley y Black (Aguilera, 1992).

4.4. PRUEBA DE VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS

Las semillas colectadas fueron evaluadas mediante la prueba de viabilidad de Tetrazolio, según (Cota, 1984), realizándose de la siguiente forma: se tomó una muestra representativa de 100 semillas por cada especie, en buen estado morfológico, se pusieron a remojar en agua a 30°C durante 24 h; transcurrido ese tiempo se les quitó parte de la testa y se imbibieron en solución de 2,3,5 cloruro de trifeniltetrazolio al 0.1% a pH 7 y se dejaron en oscuridad a temperatura constante de 30°C por 24 h. Pasado ese tiempo se eliminó la solución de tetrazolio manteniéndolas en agua destilada a temperatura de 4.0°C (las enzimas de las semillas reducen las sales de tetrazolio y viran a un color rojo o formazan). A continuación se realizó el análisis de tinte con un microscopio óptico a 40x basándose en el patrón de tinción de Grage (1970) reportado por Cota (1984).

4.5. EVALUACION DEL % DE HUMEDAD DEL SUELO

En bolsas de polietileno se colocaron muestras de los suelos, los cuales fueron saturados con agua de la llave, haciendo pequeñas perforaciones en la base de las bolsas, para dejar drenarlas y reposar por 48 h, pasado este tiempo se tomaron 5 muestras de 50 g por cada suelo y se metieron al horno a secar por 24 h, al secarse las muestras, se pesaron de nuevo (Aguilera, 1990; Arriaga et al., 1999)

Posteriormente se procedió a obtener el porcentaje de humedad a capacidad de campo de los suelos mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{Psh - Pss}{Pss} \times 100$$

Psh = peso del suelo húmedo.

Pss = peso del suelo seco.

El porcentaje de humedad en el punto de marchitez permanente:

$$\% \text{ HPMP} = \frac{C.C}{*2.1}$$

* valor tomado de acuerdo a la textura del suelo (Aguilera, 1990)

La Capacidad de Campo para la unidad experimental:

$$PUe \text{ CC} = \frac{\% \text{ Humedad (Pss)}}{100} + Pss$$

PUe = peso de la unidad experimental a capacidad de campo.

La cual se aplicara en:

$$PUe \text{ PMP} = \frac{\% \text{ HPMP (Pss)}}{100} + Pss$$

PUe PMP = peso de la unidad experimental en el punto de marchitez permanente.

Con estos datos se obtuvo la cantidad de agua disponible (Apéndice; Cuadro 6) de las muestras en los porcentajes de humedad a capacidad de campo del 25%, 50% y 75% (Aguilera, 1990; Arriaga et al., 1999)

4.6. CONDICIONES DE GERMINACION EN SUELO

En cajas de petri de 100 x 20 mm con fondo obscuro se colocó el suelo hasta tener 5 mm del sustrato el que al pesarlo correspondió a 40 g de suelo, se colocaron 50 semillas por caja a una profundidad de 2 mm con diez repeticiones, dando un total de 500 semillas por tratamiento. La humedad a C.C. de 25%, 50%, y 75% se mantuvo constante, regando con un atomizador cada 24 h, de acuerdo a la humedad requerida, la cual se obtuvo por diferencia de peso registrado diariamente durante el desarrollo del experimento.

La temperatura para la germinación, se eligió basándose en los registros proporcionados por la estación meteorológica del Ingenio de Calipam correspondientes a la temperatura máxima promedio de los meses de lluvia; junio, julio y agosto; época de mayor disponibilidad de agua para la germinación de las especies, por lo que se utilizó una temperatura constante de $28^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y con un fotoperiodo de 12 h luz/obscuridad, mantenido con una lámpara fluorescente de 20 watts. A partir de la siembra fueron revisadas cada 24 h durante 40 días para registrar la germinación, tomándose como criterio el brote de la raíz.

4.7. TRATAMIENTOS PARA ROMPER LATENCIA DE SEMILLAS NO GERMINADAS

Después de 40 días, a todas las semillas no germinadas y en buenas condiciones (sin daños físicos) se les sometió a 2 tratamientos para obtener su máximo porcentaje de germinación, estas fueron divididas en dos lotes. En el primero se colocaron 90 cajas de petri con 20 semillas cada una, con agar higroscópico al 1% y ácido giberélico a una concentración de 500 ppm (Vázquez- Yanes, 1997).

En el segundo lote, se escarificaron las semillas imbibéndolas en ácido sulfúrico al 0.5 N (Romero-Schmidt, 1992) por 3 min, enjuagándose con abundante agua destilada, utilizando el mismo número de semillas, y cajas con agar como se menciono anteriormente.

Los tratamientos fueron colocados a temperatura de $28^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$, con fotoperiodo de 12 h luz/obscuridad.

5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental aplicado para la primera fase fue de 3x3 para cada una de las especies a trabajar *Escontria chiotilla* y *Myrtillocactus geometrizans* (Ver Cuadro. 1)

A. Humedad %	B. Suelo de V.S.I	Suelo de V.S.II	Calipam. III
n 1 25	50 (10r)	50 (10r)	50 (10r)
n 2 50	50 (10r)	50 (10r)	50 (10r)
n 3 75	50 (10r)	50 (10r)	50 (10r)

Cuadro 1. Distribución de tratamientos. **A** (Humedad) y **B** (Suelo) con sus respectivos niveles A (n1, n2, n3), B (I, II, III) y r. número de repeticiones. Siendo la unidad experimental una caja de petri con 50 semillas (Fig. 6).

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos estos fueron transformados a logaritmo para su análisis estadístico, se les aplicó un Análisis de Varianza (ANDEVA) de dos factores, con significancia (α 0.05), y la prueba de comparación de medias de Tukey, los tratamientos con ácido giberélico y escarificación ácida, se les aplicó un ANDEVA simple (Duran et al., 1986; Reyes, 1982).

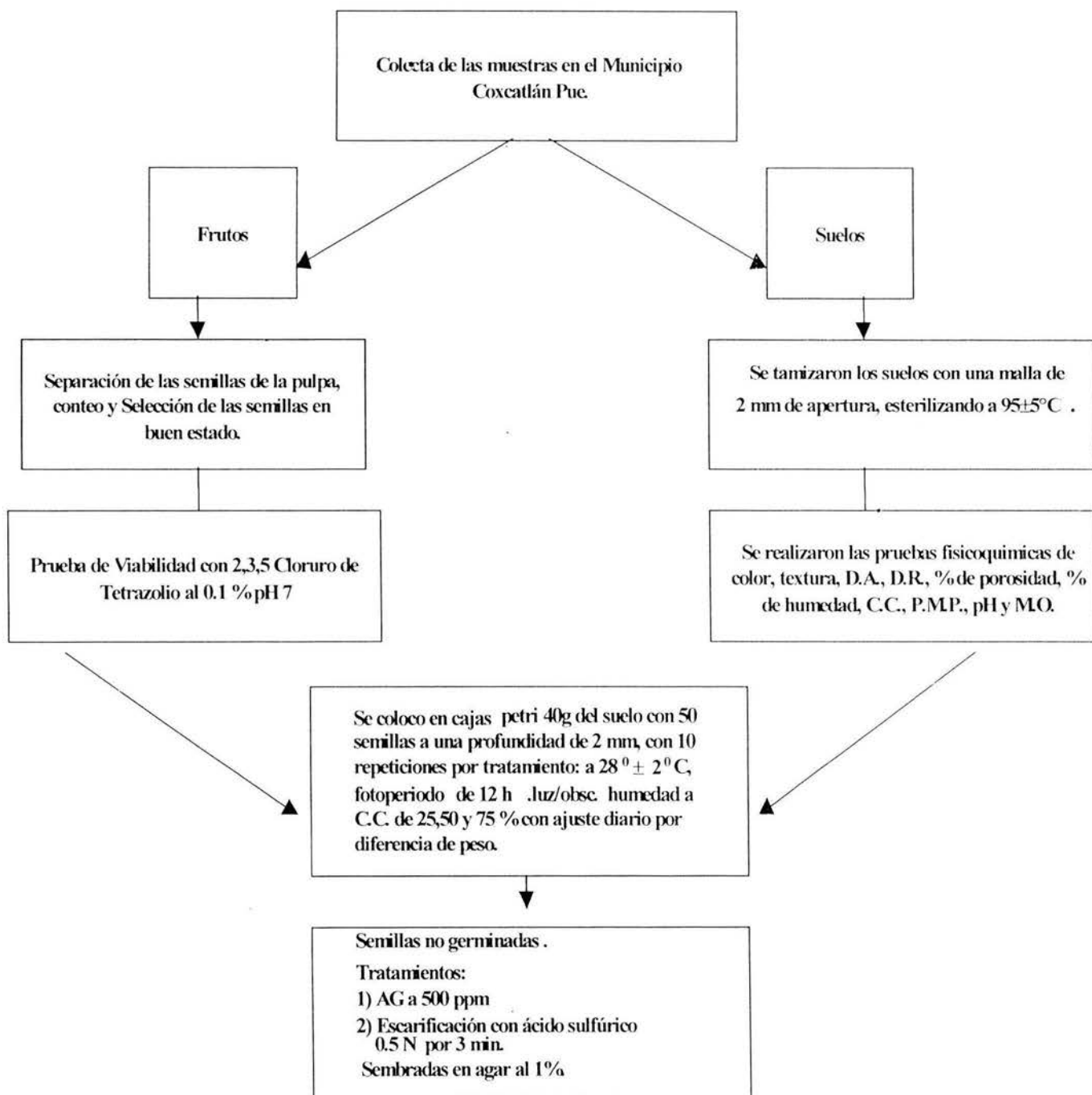


Fig.6. Metodología efectuada durante el desarrollo del trabajo.

6. R E S U L T A D O S

VIABILIDAD DE SEMILLAS

De la prueba de viabilidad realizada con tetrazolio a las semillas de ambas especies se obtuvo un 75% de viabilidad para *E. chiotilla* y un 78% para *M. geometrizans* (Cuadro 2), considerando como viables a las semillas que presentaron un color rojo intenso y uniforme. El 25% y 22% de las semillas restantes, resultaron no viables, de estas y siguiendo el patrón de tinción de Cota (1984), se observaron semillas completamente sin teñir y otras sólo presentaban pequeñas áreas teñidas de color rosa pálido muy tenue apenas visible.

Especie	Semillas viables %	Semillas no viables %
<i>Escontria chiotilla</i>	75	25
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	78	22

Cuadro 2. Porcentaje de viabilidad obtenido mediante la prueba de Tetrazolio.

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL SUELO

Las características fisicoquímicas del suelo (Cuadro 3), fueron específicas para cada sitio. En general se registro una marcada diferencia entre los valores de pH y porcentaje de materia orgánica en el suelo de Venta Salada área 1 y 2, donde el pH fue de 3.9 y 8.2; el contenido de materia orgánica de 0.90% y 1.26% respectivamente siendo mayores en el área 2. Estos valores indican que tan variable puede ser un suelo con respecto a otro, siendo de la misma zona como es el caso de Venta Salada. En Calipam se presenta un porcentaje alto de materia orgánica con 3.80%, en comparación con los de Venta Salada.

Suelo	Color		Textura			D.A. g/cm ³	D.R. g/cm ³	% Porosidad	P.M.P.	C.C	pH	% M.O.
	Seco	Humedo	% Arc	% Lim	% Are							
	Café fuerte	Café oscuro	Migajón arenoso									
Venta S.1	7.5 YR 5/8	7.5 YR 3/4	10	26	64	1.32	3.07	56.88	9.61	20.19	3.9	0.900
	Café grisáceo	Café grisáceo oscuro	Arena migajosa									
Venta S.2	10 YR 5/2	10 YR 4/2	6	18	76	1.34	2.95	54.5	11.8	24.78	8.2	1.26
	Amarillento	Café claro	Migajón arenoso									
Calipam	7.5 YR 6/6	7.5 YR 5/4	14	26	60	1.09	2.9	62.32	16.85	35.39	7.3	3.8

Cuadro. 3 Características fisicoquímicas del suelo de Venta Salada área 1, 2 y Calipam.

GERMINACIÓN A DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD

Con respecto al tiempo, la germinación de *E. chiotilla* inició al 4to día de ser sembradas las semillas (Fig.7), la cual fue de manera simultánea finalizando entre los diez y once días, este comportamiento se dio en los tres suelos y condiciones de humedad; después de germinadas las semillas este porcentaje se mantuvo constante. La germinación fue favorecida a contenidos de humedad del 25% y a 75% en el suelo de Venta Salada área 1, en Venta Salada área 2 a la humedad del 25% y 50%. Mientras que en el suelo de Calipam la respuesta a la germinación fue baja. En el porcentaje final de germinación de las semillas de *E. chiotilla* (Fig.8) con los contenidos de humedad antes mencionados no presentan diferencias estadísticamente significativas (Apéndice, Cuadro 9 y 11), gráficamente se observaron las siguientes tendencias: el suelo de Venta Salada área 2 obtuvo el mayor porcentaje de germinación a la humedad del 50% con 8.6% de germinación seguida de la de 25% y 75% en suelo de Venta Salada área 1 con 7.6% y 7.4% de germinación respectivamente.

Las semillas de *M. geometrizans* requirieron de 5 días para iniciar su germinación a la humedad del 50% y 75%, mientras que para la de 25% fue de 7 días (Fig.9), esta fue de manera gradual a lo largo de varias semanas finalizando entre los 35 y 37 días. La respuesta de germinación obtenida en el suelo procedente de Venta Salada área 1 con los 3 contenidos de humedad fue mayor con (7.2%) al 50% de humedad y menor (2.6%) con 25% de humedad, en el suelo procedente de Venta Salada área 2 y Calipam la germinación decreció conforme incremento el contenido de humedad, en consecuencia los porcentajes de germinación más altos se tuvieron a un contenido de humedad del 25% que fue del 7.8% en Venta Salada área 2 y de 5.2% con suelo de Calipam, los porcentajes más bajos fueron a 75% de humedad con un 1% Venta Salada área 2 y 0.4% para el suelo de Calipam.

También se observó que al contenido de humedad del 25% de su capacidad de campo de los tres suelos, el mayor porcentaje de germinación es en el suelo de Venta Salada área 2 y la de menor en el suelo de Venta Salada área 1 y que por el contrario a la humedad del 50% y 75% el mayor porcentaje de germinación se dio en Venta Salda área 1 y la de menor en Calipam (Fig. 10)

Estadísticamente la germinación de *M. geometrizans* (Fig.10), presenta diferencias significativas (Apéndice, Cuadro 10 y 12) observando que existe relación entre el suelo y la humedad, ambos factores influyen en la germinación de las semillas de esta especie obteniendo los mejores porcentajes de germinación a la humedad del 25%, basándose en estos resultados y aplicando la prueba de comparación múltiple (Tukey) (Apéndice, Cuadro12) se determino como mejor tratamiento la humedad del 25% y presentando los más bajos porcentajes el tratamiento a la humedad del 75%.

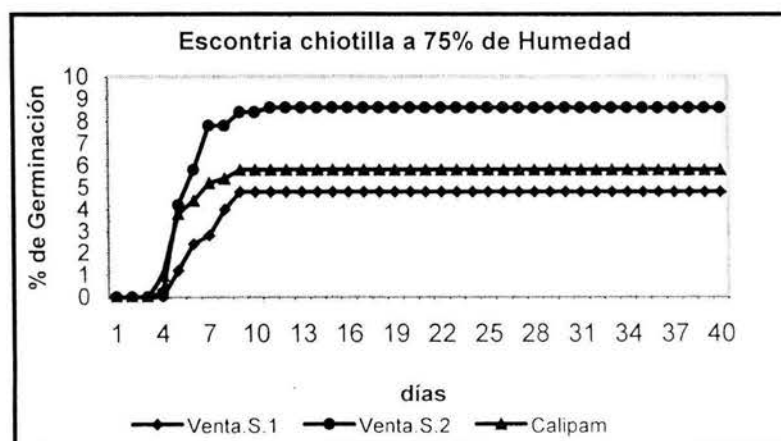
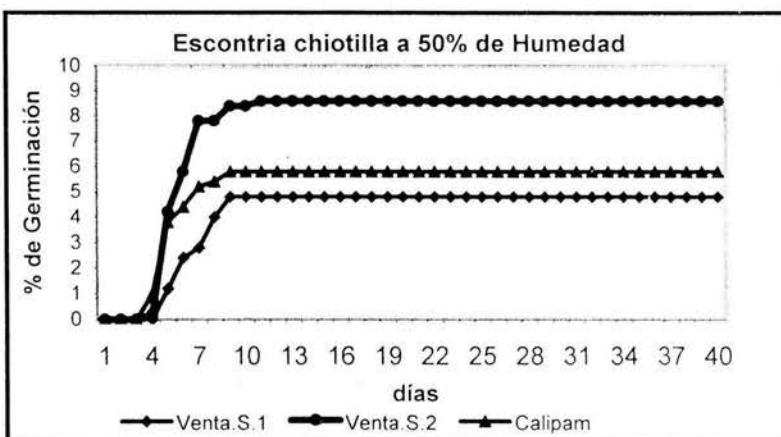
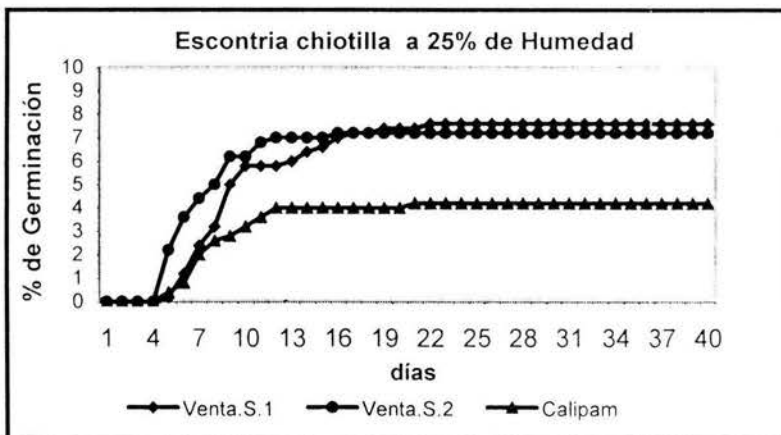


Fig.7. Comportamiento de la germinación durante 40 días, de las semillas de Escontria chiotilla en diferentes condiciones de humedad del suelo.

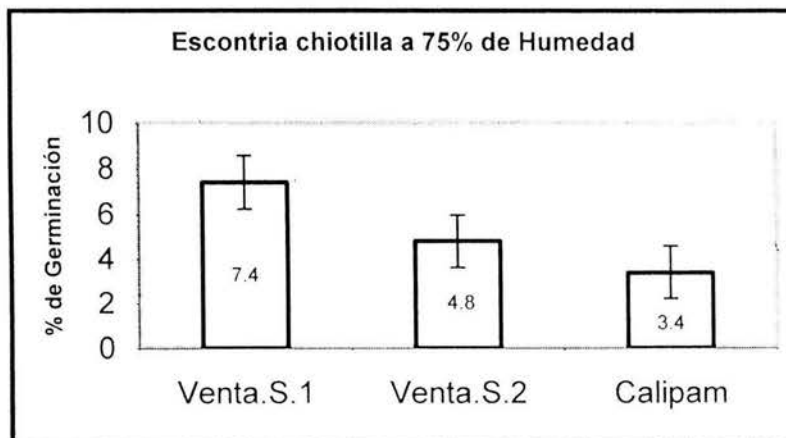
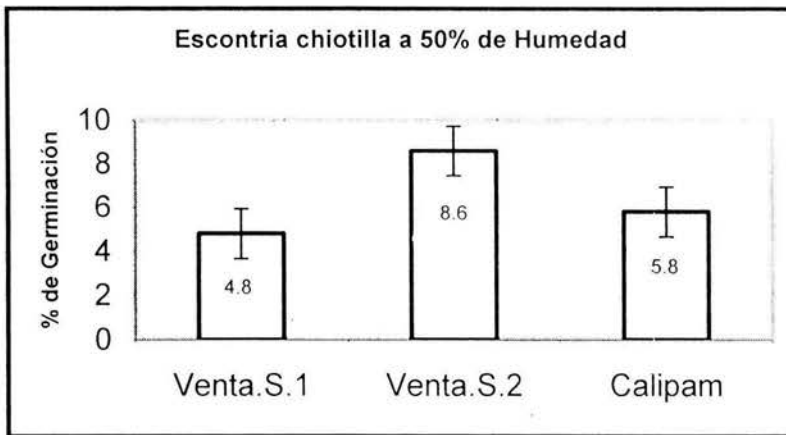
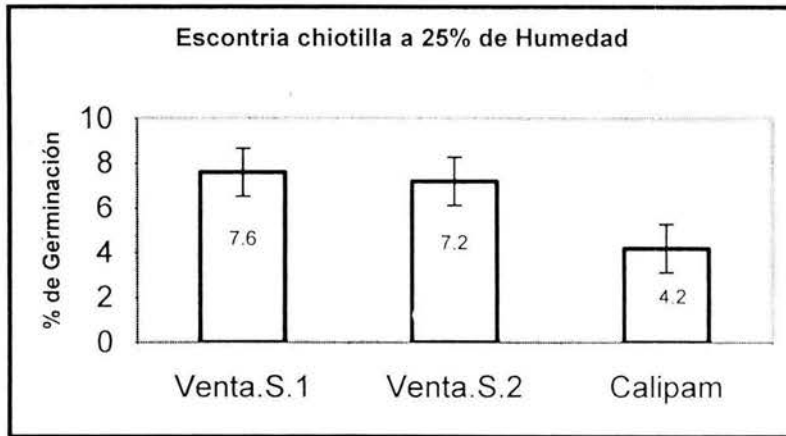


Fig.8. Porcentaje final de la germinación de las semillas de Escontria chiotilla en suelo, el mayor porcentaje de germinación se presenta en Venta.S.2 con un 8.6 % para la humedad del 50 %. Valores promedio \pm ES.

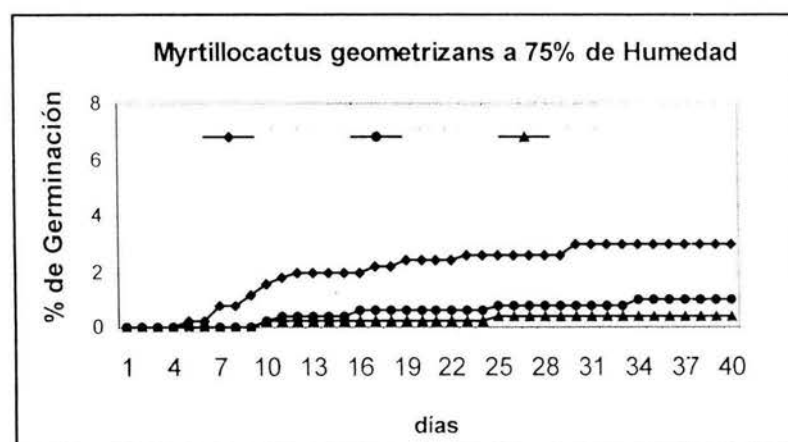
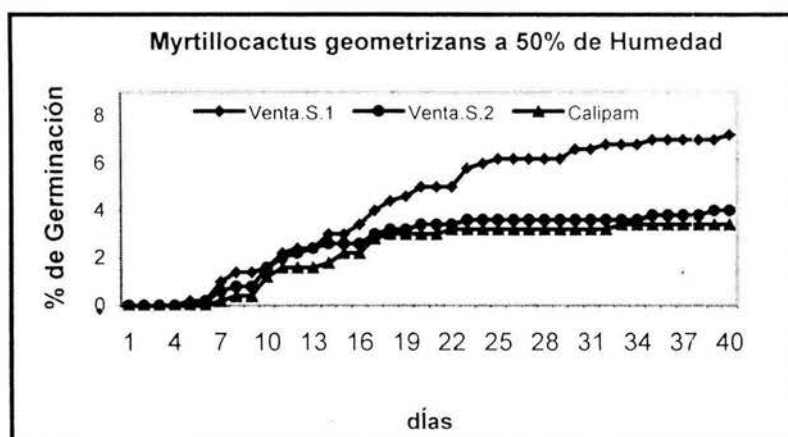
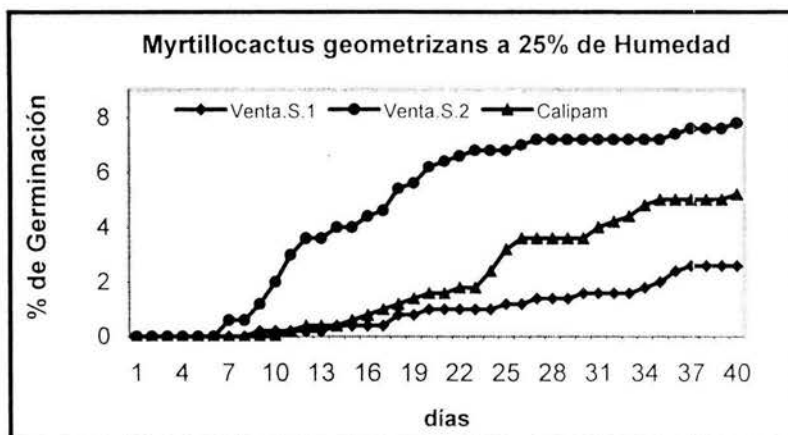


Fig.9. Comportamiento de la germinación durante 40 días, de las semillas de Myrtillocactus geometrizans en diferentes condiciones de humedad del suelo.

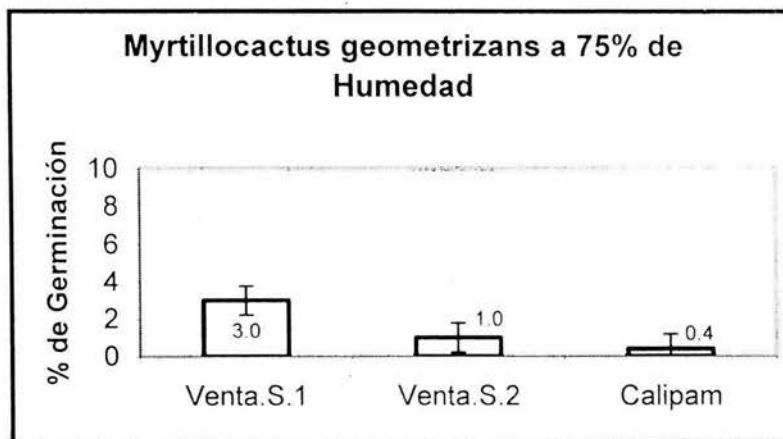
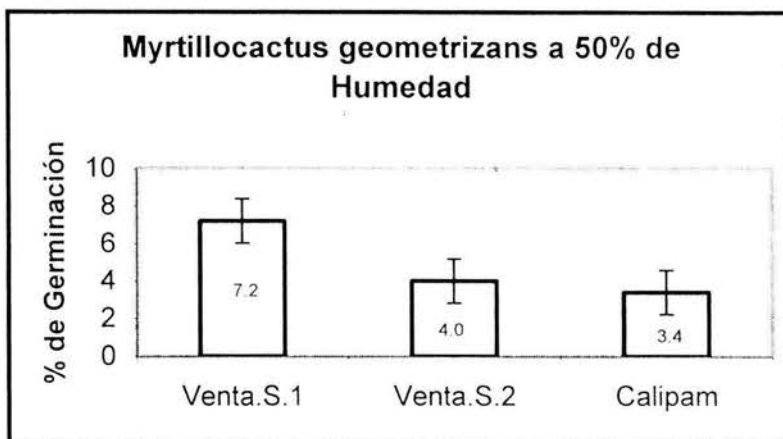
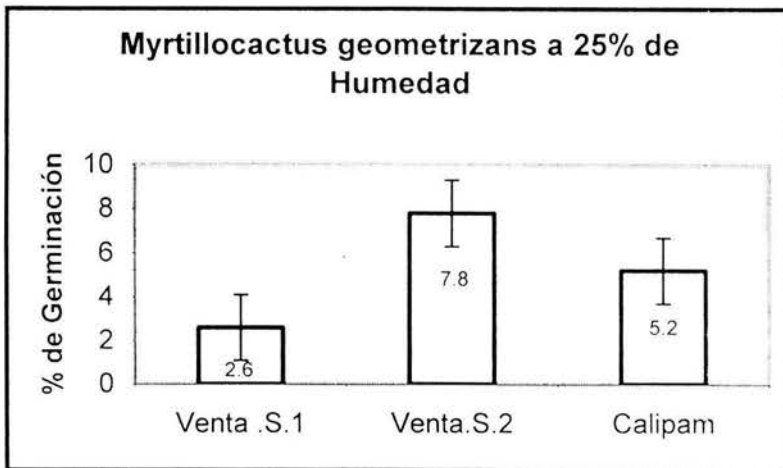


Fig.10. Porcentaje final de la germinación de las semillas de Myrtillocactus geometrizans en suelo, el mayor porcentaje de germinación se presenta en Venta.S.2 con un 7.8 % para la humedad del 25%. Valores promedio \pm ES.

EFFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO Y LA ESCARIFICACIÓN ÁCIDA SOBRE LAS SEMILLAS NO GERMINADAS EN SUELO.

El resultado de germinación de las semillas de *Escontria chiotilla* con el tratamiento de H_2SO_4 fue de 73.83% y con ácido giberélico del 74.22% que corresponden al 29.68% y 29.53% del total de las semillas utilizadas (fig. 11); estos resultados no presentaron diferencias estadísticas significativas (Apéndice, Cuadro13).

Myrtillocactus geometrizans presento diferencias significativas entre los tratamientos (Apéndice, Cuadro14) siendo el porcentaje de germinación con ácido giberélico de 51.61% y del 38.38% con escarificación, equivalente al 20.53% y 15.35% del total de germinación de las semillas de dicha especie (Fig.11).

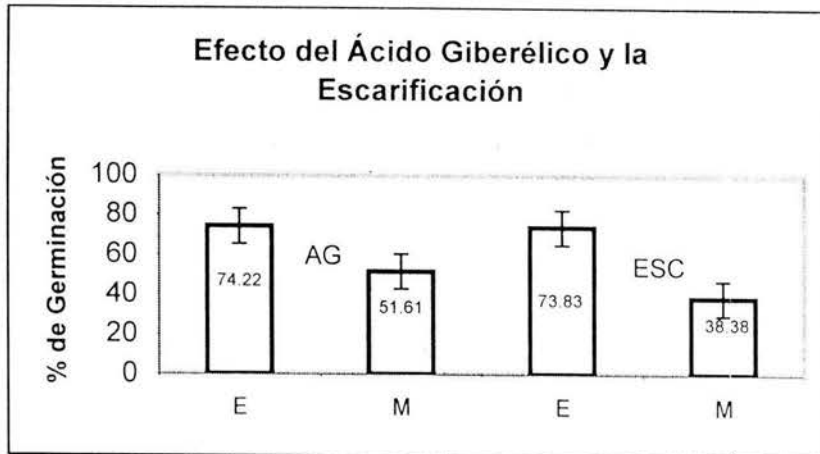


Fig.11. Germinación de las semillas de *E. chiotilla* (E) y *M. geometrizans* (M) con ácido giberélico 500 ppm (AG) y escarificación con H_2SO_4 0.5 N (ESC). Porcentaje final promedio \pm ES.

PORCENTAJE DE GERMINACIÓN FINAL PRESENTADO EN LAS SEMILLAS.

El porcentaje de germinación obtenido al sembrar las semillas en suelo, en las tres condiciones de humedad fue menor al observado con los tratamientos de ácido giberélico y escarificación ácida con H_2SO_4 , que fueron utilizados para terminar con la latencia que presentaron en las condiciones del suelo. Al sumar estos valores de germinación en las diferentes condiciones y comparar con el porcentaje de viabilidad obtenido con la prueba de tetrazolio, la diferencia es de un 9.82% para *E. chiotilla* y de un 38.28% para *M. geometrizans* (Cuadro 4), lo que indico que una porción de las semillas de ambas especies permaneció en latencia.

Germinación (%)		
	<i>E. chiotilla</i>	<i>M. geometrizans</i>
En suelo	5.97	3.84
Con ácido giberélico (AG)	29.68	20.53
Escarificación ácida	29.53	15.35
Total	65.18	39.72
Viabilidad con Tetrazolio	75	78

Cuadro 4. Porcentaje final de germinación de las semillas de *E. chiotilla* y *M. geometrizans* en suelo, con ácido giberélico y escarificación ácida.

7. D I S C U S I O N

VIABILIDAD

Evaluar la viabilidad de las semillas con tetrazolio fue de gran importancia para tratar de predecir de forma rápida la condición biológica de las semillas y con esto mostrar la capacidad de germinación de ambas especies, *E. chiotilla* se presentó un 75% y *M. geometrizans* un 78% (Cuadro 2), de las semillas restantes se determinaron como no viables, basándose en el patrón de tinción observado y comparado con lo mencionado por Cota (1984) y Moreno (1984); se presentaron embriones incoloros, otros con pequeñas áreas de color rosa pálido o apenas visibles en más de la mitad de la semilla, este patrón se atribuye a que las enzimas (hidrolasas) de las semillas reducen las sales de tetrazolio formando un compuesto rojo llamado formazan el cual tiñe al embrión de un color rojo intenso a rosa pálido, de esta manera el color rojo y tejido firme indicará presencia de células vivas en el embrión y la falta de coloración o coloración rosa pálido, muerte o poca viabilidad de las células embrionarias.

Para las semillas de *E. chiotilla* y *M. geometrizans* la prueba permitió estimar el porcentaje de germinación que tendrían en cuanto fueran puestas a germinar en condiciones favorables, sin diferenciar si estas presentan latencia o no. Por otro lado, se dice que lo complicado de esta técnica es saber distinguir el patrón de tinción adecuado para cada parte de la semilla, para lo cual se requiere del conocimiento de su estructura. También se ha señalado que el tamaño de las semillas podría influir ya que cuando las semillas son pequeñas una inadecuada manipulación podría ocasionar daños en tejidos vitales y obtener un diagnóstico inadecuado con respecto a la viabilidad. Sin embargo esta prueba se ha utilizado en semillas tan pequeñas como las de Lirio acuático *Eichhornia crassipes* (Alba, 1994) y en cactáceas como *Ferocactus latispinus* (Cota, 1984); el tamaño de las semillas de *Escontria* y *Myrtillocactus* no fue obstáculo para su manipulación y para la interpretación del patrón de tinción.

En *Escontria chiotilla* y *Myrtillocactus geometrizans* la técnica resultó ser eficiente, presentó tres patrones de tinción homogénea: un rojo intenso que fue interpretado como semillas en buen estado para germinar y un color rosa pálido y/o ausencia de color que indico ausencia de viabilidad

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Para la germinación de las semillas son importantes las características microambientales que proporciona el suelo tales como humedad, temperatura, luz y aireación; de ahí la importancia de sus componentes físicos y químicos. De acuerdo a esto el análisis utilizado presento como resultados: en cuanto al **color** este va de café fuerte a gris para el caso de Venta Salada área 1 y 2, lo que según Alonso (1975) indica la presencia de óxidos férrico y ferroso, donde los organismos anaerobios reducen el hierro férrico y ferroso y por tanto pasan de colores grisáceos (suelos bien oxigenados) a colores pardos. En lo que respecta a la presencia de *E. Chiotilla* y *M. geometrizans* en estos suelos se señala que es común que una sola población de organismos se encuentre situada sobre varios tipos de suelo, así que las variaciones físicas, químicas y biológicas no necesitan medirse en kilómetros, ya que en áreas pequeñas pueden encontrarse muchas diferencias, las cuales podrían influir en la germinación, establecimiento y desarrollo de los mismos (Martín, 1980).

De acuerdo a lo que menciona Alonso (1975) y Ortega (1981) sobre el **color**, Calipam presenta un color café claro que puede deberse a la presencia de óxido férrico hidratado, por lo que se deduce que es un suelo con buena aireación y filtración. La variación en el color de los tres suelos se atribuye a la presencia de hierro y su grado de hidratación.

Por otra parte el color también influye en la temperatura del suelo debido a que los suelos oscuros absorben la radiación solar convirtiéndola en calor, elevando así su temperatura, lo que podría haber ocurrido para el caso de los suelos de Venta Salada área 1 y Calipam ocasionando junto con otros factores la baja germinación en ellos; mientras que los suelos claros la reflejan evitando así

incremento en su temperatura (Mazria, 1983), característica que presenta el suelo de Venta Salada área 2 y que proporciona una de las condiciones adecuadas para la germinación y establecimiento de las plátulas en su medio natural, por lo que es posible que debido al color de los suelos no se dieran condiciones propicias para la germinación y desarrollo de *E. chiotilla* y *M. geometrizans* en el suelo procedente de Venta Salada área 1 y Calipam.

En cuanto a la **textura** migajón arenoso y arena migajosa proporcionan las propiedades de aireación y drenado de agua necesarias para la germinación, cuando las partículas son finas los poros tienden a ser de reducidas dimensiones, la porosidad al aire es débil y la capacidad de retención del agua importante, en este caso los valores de D.A., D.R. y el Porcentaje de porosidad encontrados en los suelos permiten, según Alonso (1975), de un 50% a un 60% de porosidad, siendo estas características las que proporcionan las propiedades de aireación, drenado y capacidad de retención de agua necesarias para la germinación (Apéndice: Cuadro 6 y 7).

El **pH** obtenido en Venta Salada área 1 fue de 3.9 pH ácido, de 8.2 pH alcalino para el área 2 y de 7.3 pH neutro en Calipam (Apéndice: Cuadro 5). Según Aguilera (1990) y Alonso (1975) el pH favorece junto con las partículas del suelo la posibilidad de imbibición o entrada de agua a la semilla para iniciar su germinación, ya que eliminan el grado de impermeabilidad de la cubierta lavando posibles inhibidores, reblandeciendo y/o desgastando la cubierta, lo que facilita la entrada de agua a las semillas.

Por otro lado con respecto a la diferencia del pH ácido y alcalino encontrado en Venta Salada se menciona que el origen de los suelos en estudio según Aguilera (1970) y Hernández (1987) datan del periodo Cuaternario, con abanicos de aluvión, rocas sedimentarias y acúmulo de yesos en donde la Materia Orgánica en combinación con los materiales de depósito del suelo dan un pH característico para cada área siendo de la misma zona; de esta manera se presentan pH ácidos debido al acidez producida por residuos de plantas o de animales, que generan ácidos orgánicos y óxidos hidratados de Fe y Al; aunado

a esto el pH se incrementa debido a la presencia de carbonatos, de manera que se tendrá pH alcalinos debido a la alta o baja presencia de CaCO_3 , MgCO_3 y NaCO_3 característico de zona áridas. Se podría pensar que esta diferencia en los valores de pH en los suelos trabajados también indica un grado de intemperismo (Ortega, 1981; Ortiz-Villanueva, 1991).

De acuerdo a los resultados en el contenido de **materia orgánica** esta se clasificó según Velazco (1983, citado por Vázquez, 1999) como pobre con un 0.90% a Venta Salada área 1, con 1.26% Venta Salada área 2 medianamente pobre, mientras que Calipam presentó un 3.77% suelo rico en materia orgánica (Apéndice: Cuadro 8). La materia orgánica favorece la estructura del suelo aumentando su granulación y al mismo tiempo su porosidad, lo cual favorece una mayor disponibilidad de agua. De acuerdo a los resultados de la germinación en los suelos, se considera que esta característica junto con el pH afecta la disponibilidad de agua de los suelos a las semillas y en consecuencia su germinación

La **Capacidad de Campo** (Cuadro.3) obtenida en los suelos fue del 20.19% al 35.39%, con esta y el **P.M.P.** se determinó la cantidad de agua disponible para cada suelo, la cual dependió mucho de la textura, estructura y la cantidad de materia orgánica. La capacidad de campo fue diferente para los tres suelos presentando el mayor valor el suelo de Calipam (35.39%) mientras que el suelo de Venta Salada área 1 tuvo (20.19%) y el área 2 (24.78%). En la zona donde fueron colectados los suelos se observaron restos orgánicos no degradados como fue la presencia de hojarasca y de raíces lo que permitirá la retención de humedad y en consecuencia una de las condiciones favorecedoras para la germinación de las semillas en su ambiente natural.

Como se aprecia las características del suelo juegan un papel importante en la germinación por las condiciones que proporcionan a las semillas.

GERMINACIÓN EN DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD Y SUELO

Los comportamientos de germinación de *E. chiotilla* y *M. geometrizzans* fue diferente, cada especie presento un mecanismo característico de respuesta, la cual dependió del ambiente donde se desarrollaron los organismos; así la respuesta de germinación varió con respecto a los tratamientos de humedad y tipo de suelo, donde el porcentaje de germinación de *E. chiotilla* en suelo fue de 6% y para *M. geometrizzans* del 4%, en tanto que, la viabilidad para *Escontria* fue 75% y para *Myrtillocactus* del 78% lo cual indica la presencia de semillas latentes; aunque *E. chiotilla* estadísticamente no presento diferencias significativas (Apéndice: Cuadro 9) en lo tratamientos a las condiciones de suelo y humedad.

Las semillas de ambas especies gráficamente presentaron una germinación mayor con suelo de Venta Salada área 2, *E. chiotilla* a la humedad del 50% y *M. geometrizzans* con la del 25%, obteniéndose la menor germinación en suelo de Calipam con los 3 niveles de humedad, siendo la humedad que aportaron la suficiente para que se llevara a cabo dicho proceso en una parte de la población de semillas.

La disponibilidad de agua en los 3 suelos fue diferente, siendo Calipam el suelo con mayor disponibilidad seguido de Venta Salada área 2 y Venta Salada área 1; sin embargo aún cuando la humedad disponible que proporcione el suelo de calipam, esto no favoreció la germinación como ocurrió con el suelo de Venta Salada. Al respecto se tuvo que el suelo de Calipam a una C.C. de 25% y Venta Salada área 1 a C.C. 50% presentan la misma cantidad de agua disponible, al igual que Venta Salada área2 a 75% de C.C. y Calipam a 50%; pero aún así la respuesta de germinación fue diferente.

Lo anterior se atribuye a la existencia de otros factores que influyebn en la disposición de agua como son: el tipo de suelo, la fuerza de retención de sus partículas, la cantidad de materia orgánica a la presencia de coloides y solutos que pudieron formas compuestos ácidos y básicos de la solución del suelo y al pH por el exceso sales, toxinas orgánicas, ácidos y bases (Daubenmire, 1990).

Para el caso de Venta Salada área 1, las características antes mencionadas al parecer tuvieron una mayor influencia en la germinación de las semillas de las dos especies.

Algunas semillas presentan una cubierta dura y por lo tanto presentan resistencia al deterioro pero también a la germinación de manera natural haciéndolas impermeables, otras presentan una capa de mucilago que según Koller y Hadas, (1982); Mohamed-Yasseen, (1994) les permite tomar del medio el agua necesaria para iniciar la germinación y un mayor contacto con el suelo, *Escontria chiotilla* presento una capa de mucilago la cual le permitió iniciar su germinación a la humedad del 25% hasta encontrar el punto adecuado a la humedad del 50%, disminuyendo a la humedad del 75%, al parecer un exceso de humedad ocasiono inhibición del proceso de germinación a través de condiciones anaerobias que este hecho ocasiono.

Myrtillocactus geometrizans presento una cubierta ^{mayor} ~~menor~~ impermeable y un requerimiento de humedad menor por lo que las semillas germinaron con la minima cantidad de agua disponible a 25%, de esta manera se considero a las semillas que no germinaron a esta humedad, requirieron de otro factor para llevar acabo este proceso.

De esta forma estas especies presentaron factores heredados que determinaron los mecanismos fisiológicos de las semillas los cuales permitieron distribuir la germinación a lo largo del tiempo; determinando el número de semillas capaces de germinar en diferentes condiciones. De manera que los mecanismos y estrategias de germinación que presentan las semillas permiten el prevalecimiento de las poblaciones de acuerdo al número de semillas producidas y que son aptas para germinar y establecerse (Gutterman, 1994). Por otro lado, Vázquez -Yanes (1997), menciona que las condiciones hormonales y nutricionales de la planta progenitora tienen gran influencia en el establecimiento de la latencia de sus semillas durante su desarrollo, por lo cual pueden existir variaciones entre cosechas de semillas de una planta a otra, según sea la época y el lugar de producción.

En este caso las condiciones ambientales donde se desarrollaron ambas especies son extremas y sus procesos fisiológicos pudieron ser influidos por dichas condiciones, esto explicaría en cierta medida el elevado número de semillas latentes tanto en *E. chiotilla* como en *M. geometrizzans*.

TRATAMIENTOS CON AG Y ESCARIFICACION

Al no obtener respuesta favorable de germinación en suelo aún estando en las condiciones adecuadas, se procedió a escarificar las semillas no geminadas con ácido giberélico y H_2SO_4 (escarificación ácida), mediante estos tratamientos se estableció que las semillas presentaban latencia la cual no es detectada con la prueba de viabilidad. La germinación obtenida con el H_2SO_4 y el ácido giberélico fue del 73.83% y 74.22% respectivamente para *E. chiotilla*, no se presentaron diferencias significativas (Apéndice: Cuadro 13), por lo que ambos tratamientos promovieron la germinación actuando de igual forma eliminando la latencia y favoreciendo la germinación de solo una parte de la población de semillas.

En *M. geometrizzans* se observó un 38.38% de germinación con el H_2SO_4 y 51.61% con ácido giberélico, diferencias que se establecen en el análisis estadístico (Apéndice: Cuadro 14). La diferencia entre ambos tratamientos fue de 13.23%, lo que indica que una porción de las semillas de *M. geometrizzans* presentó un requerimiento de esta hormona para su germinación: al respecto se ha establecido que el ácido giberélico puede ser requerido para la activación del crecimiento vegetativo del embrión, induce la movilización de las reservas del endospermo a través de la producción de diversas hidrolasas, obteniendo de las reservas la energía necesaria para desarrollo del embrión (Rojas, 1991; Casal, 1998; Hsiao, 1984) y según Deno (1994) ciertas cactáceas requieren de una aportación exógena de ácido giberélico para germinar.

Por otra parte la escarificación ácida eliminó la barrera física impuesta por la cubierta, disminuyendo el grosor o desgastando la cubierta (García y Peña, 1988; Gutterman, 1994; Potter, 1984) eliminando así la latencia de las semillas que presentaron una cubierta impermeable, con lo cual se favoreció la entrada de agua y con ello la germinación.

La **germinación final** de las semillas de *E. chiotilla* sometidas a los diferentes tratamientos (Cuadro 4) fue del 65.18 %, menor al obtenido en la prueba de viabilidad, esto se atribuye a que el porcentaje de semillas no germinadas presentaron embriones incompletos y semillas latentes según observaciones realizadas a estas semillas. En *M. geometrizans* solo se tuvo un 39.72 % el cual de acuerdo a las observaciones, la latencia que se presentó en un inicio en una alta proporción de esas semillas fue eliminada con el ácido giberélico y la escarificación, pero no así para las demás, lo que indica la presencia de una latencia más profunda que con los tratamientos utilizados no fue posible eliminar.

Potter (1998) y Hilhorst (1998) señalan que la germinación se distribuye en los periodos en los que las condiciones fueran las requeridas por las semillas asegurando con ello el desarrollo y establecimiento de las plántulas en las mejores condiciones y que de acuerdo a esto se podría decir que la latencia en las semillas de *M. geometrizans* es una adaptación a condiciones ambientales inciertas, las cuales se dan en este tipo de zonas.

8. CONCLUSIONES

La capacidad de germinación de la población de semillas se estableció con la prueba de viabilidad, esta fue del 75% para *Escontria chiotilla* y del 78% para *Myrtillocactus geometrizans* mayor al obtenido en los tratamientos

Las características fisicoquímicas del suelo jugaron un papel importante en la disposición de agua para las semillas, permitiendo se obtuviera mayor germinación en los suelos de Venta Salada que en el procedente de Calipam.

Las semillas de *Escontria chioilla* requirieron de 4 días de humedad para iniciar su germinación, germinando de manera simultanea y finalizando en dos semanas; las semillas de *M. geometrizans* germinaron al 5to día y de manera gradual durante un periodo de cinco semanas.

Escontria chiotilla no presenta diferencias de germinación en los tres suelos a los contenidos de humedad utilizados. Tiene la capacidad de germinar con baja disponibilidad de agua tanto en un suelo ácido como básico. *Myrtillocactus geometrizans* germinó mejor (7.8%) en la condición de menor humedad (25%) siendo el suelo más adecuado el de Venta Salada área2.

Sólo una porción de la población total de semillas de las dos especies germinó en suelo y fue entre el 4-6%.

El tratamiento con ácido giberélico resulta ser el mejor sobre las semillas que no germinaron en suelo obteniéndose un 29.68% de germinación en *E. chiotilla* y un 20.53% en *M. geometrizans* del total de las semillas

Los resultados muestran que la latencia de estas semillas es una condición de adaptación a condiciones ambientales inciertas para estas zonas.

9. RECOMENDACIONES

En futuros trabajos se podría realizar pruebas más específicas como:

Determinación del valor crítico para conocer el porcentaje mínimo de humedad dado por el suelo para la germinación de las semillas de las dos especies.

Evaluar la germinación de estas especies a diferentes rangos de pH que vayan del

4 - 8 para determinar en que medida el pH influye en el proceso de germinación.

Realizar la escarificación ácida o mecánica de las semillas y después ponerlas a germinar en diferentes suelos.

IZT.



10. A P É N D I C E

DETERMINACION DE pH

Categoría	Escala de pH
Muy ácido	> - 5.5
Ácido	5.6 – 6.0
Ligeramente ácido	6.1 – 6.5
Neutro	6.6 – 7.3
Alcalino	7.4 – 8.3
Fuertemente alcalino	> - 8.3

Cuadro 5. pH del suelo según Jones y Wolf (1984, citado por Vázquez, 1999)

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

Cuadro 6. Valores obtenidos en la determinación de la humedad en el suelo de las unidades experimentales.

SUELO	% H	C.C	PMP	C.C - PMP
V.S. área 1	20.19	48.076	41.536	*6.54
V.S. área 2	24.78	49.912	41.98	*7.932
Calipam	35.39	54.156	42.696	*11.46

* V.S. área 1 = 6.54 g de agua disponible al 100% de su C.C.

* V.S. área 2 = 7.932 g de agua disponible al 100% de su C.C.

* Calipam = 11.46 g de agua disponible al 100% de su C.C.

Cuadro 7. Porcentajes de humedad disponible en el suelo de acuerdo a su C.C.

SUELO	g DE AGUA DISPONIBLE		
	25 %	50 %	75 %
V.S. área 1	1.635	3.27	4.905
V.S. área 2	1.983	3.966	5.949
Calipam	2.865	5.73	8.595

CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

Clase	M.O %
Extremadamente pobre	< 0.6
Pobre	0.6 – 1.2
Medianamente pobre	1.21 – 1.8
Medio	1.81 – 2.4
Medianamente rico	2.41 – 3.0
Rico	3.1 – 4.2
Extremadamente rico	> 4.21

Cuadro 8. Clasificación de la materia orgánica según Velazco (1983 citado por Vázquez, 1999)

RESULTADOS ESTADÍSTICOS

Los resultados estadísticos de ANDEVA con $P = \alpha 0.05$ para *E. chiotilla*.

Cuadro 9. Análisis de Varianza de *Escontria chiotilla*.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fo	F tablas
Factor Suelo (S)	2	0.470	0.235	1.245	3.10
Factor Humedad (H)	2	0.365	0.182	0.968	3.10
Interacción (SH)	4	1.442	0.360	1.909	2.48
Error	81	15.301	0.188		
Total	89	17.580			

Prueba de ANDEVA para *Myrtillocactus geometrizans*, con $P = \alpha 0.05$.

Cuadro 10. Análisis de Varianza de *Myrtillocactus geometrizans*.

Fuente de Variación	G.L	S.C.	C.M.	F ₀	F tablas
Factor Suelo (S)	2	0.805	0.402	2.806	3.10
Factor Humedad (H)	2	5.932	2.966	20.662 *	3.10
Interacción (SH)	4	3.839	0.959	6.686 *	2.48
Error	81	11.628	0.143		
Total	89	22.206			

* Diferencias Significativas.

Cuadro 11. Diferencias entre pares de medias *Escontria chiotilla*

	X5	X7	X2	X6	X1	X4	X8	X9	X3
X3	0.4051	0.2847	0.2586	0.2158	0.1614	0.0778	0.0477	0.0058	0
X9	0.3993	0.2789	0.2528	0.2100	0.1556	0.0720	0.0419	0	
X8	0.3574	0.2370	0.2109	0.1681	0.1137	0.0301	0		
X4	0.3273	0.2069	0.1808	0.1380	0.0836	0			
X1	0.2437	0.1233	0.0972	0.0544	0				
X6	0.1893	0.0689	0.0428	0					
X2	0.1465	0.0261	0						
X7	0.1204	0							
X5	0								

Sin Diferencias significativas entre pares de medias con $DMSR = 0.5253$

Cuadro 12. Diferencias entre pares de medias *Myrtillocactus geometrizans*

	X2	X4	X3	X5	X6	X7	X1	X8	X9
X9	0.7821	0.7247	0.5663	0.4413	0.4265	0.3663	0.3186	0.0903	0
X8	0.6918	0.6344	0.4760	0.3510	0.3362	0.2760	0.2283	0	
X1	0.4635	0.4061	0.2477	0.1227	0.1079	0.0477	0		
X7	0.4158	0.3584	0.2000	0.0750	0.0602	0			
X6	0.3556	0.2982	0.1398	0.0148	0				
X5	0.3408	0.2834	0.1250	0					
X3	0.2158	0.1584	0						
X4	0.0574	0							
X2	0								

Diferencias significativas entre pares de medias con $DMSR = 0.4012$
(cifras remarcadas)

Cuadro 13. Se muestra la prueba de ANDEVA con $P = \alpha 0.05$ para los tratamientos con AG y a Escarificación para *Escontria chiotilla*.

Fuente de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fo	F tablas
Tratamientos	1	0.0004	0.0004	0.0328	3.89
Error	178	2.5364	0.0142		
Total	179	2.5368			

Cuadro 14. Se muestra la prueba de ANDEVA con $P = \alpha 0.05$ para los tratamientos con AG y a Escarificación para *Myrtillocactus geometrizans*.

Fuente de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fo	F tablas
Tratamiento	1	1.2438	1.2438	10.0750*	3.89
Error	178	21.9760	0.1234		
Total	179	23.2199			

Diferencia significativa*

B I B L I O G R A F I A

- Aguilera, C y Martínez, E.R. 1990. Relaciones Agua, Suelo, Planta, Atmósfera 3ed. Departamento de Enseñanza Investigación y Servicio en Irrigación. U.A.CH. Chapingo. México. 312p.
- Aguilera, H.N. 1970. Suelo de las Zonas Áridas de Tehuacán, Pue. Y sus relaciones con las Cactáceas. *Cact.-Suc. México*. 15: 51-63
- 1992, Manual de Prácticas de Edafología. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Alba, H. I. 1984. Rompimiento de la latencia de semillas de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. Tesis de Lic. E.N.E.P. Iztacala. U.N.A.M. México. 54p
- Alonso, C., Durán, J.L., Frómata, E., Martín, N. y Gutiérrez. C. 1975. Compendio de Suelos. Instituto Cubano del Libro. Pueblo y Educación. Cuba. Vol. 1. 472p.
- Arriaga, F.A., De la Cruz, G.G. y Ortiz, M.G. 1999. Relaciones Hídricas de las Plantas. Plaza y Valdés. México. 113p.
- Baskin, J.M. y Baskin, C.C. 1989. Physiology of Dormancy and Germination in Relation to Seed Bank Ecology In: Ecology of soil Seed Bank. Academic Press. Inc. 53-66.
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las Cactáceas de México, U.N.A.M. vol. 1. 743p.
- Bravo-Hollis, H. y Sánchez, M.H. 1991. Las Cactáceas de México. U.N.A.M. Vol. 3. 643p.
- Camacho, M.F. 1994. Dormición de Semillas Causas y Tratamientos. Trillas. México. 125p.
- Cid, R. y Palomino, G. 1996. Cytotypes and meiotic behavior in Mexican populations of *Myrtillocactus geometrizans* var. *Geometrizans* (Cactaceae). *Cytology*, 61(3): 343-348.
- Casal, J.J. y Sánchez, R.A. 1998. Phytochromes and Seed Germination. *Seed Science Research* 8(3): 317-329.
- Cota, S.J.H. 1984. Influencia de la Luz, Temperatura y Sustancias Químicas sobre la Germinación de Semillas de *Ferocactus latispinus* (Haw) Rose (Cactaceae), Tesis de Licenciatura. ENECB-IPN. México. 3-72pp.
- Daubenmire, R. F. 1990. Ecología Vegetal. Tratado de Autoecología. Limusa. México. 496p.
- Deno, N.C. 1994. The Critical Role of Gibberellins in Germination and Survival of Certain Cacti. *Cactus and Succulent Journal*. USA. 66:28-30.
- Devlin, R.M. 1980. Fisiología Vegetal. Omega. México. 17-21pp.
- Duran, D. A., Cisneros, C. A. F., Fernandez, A. M. A., Gersenowies, R. J. R., Meraz, M.S. y Vargas, V. A. 1986. Manual de Técnicas Estadísticas. ENEP- Iztacala. UNAM. México. 140p
- Fearn, B. 1981. Seed Germination: The Modern Approach. *The Cactus and Succulent Journal of Great Britan*. 43(1): 13-16.

- Fitz, M.W.A. 1989. Fieldnotes a System of Seed Propagation for Cacti. *Cactus and Succulent Journal (U.S.A.)* 61(1):14-16.
- Flores, M. A., Manzanero, M. G., Acosta, C. S., Aguilar, S. R. y Saynes, V.A. 1991. Importancia Ecológica y Económica de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose en la Porción este de lo Valles Centrales de Oaxaca. *Cat-Suc. México.* 36:16-23.
- Freas, K.E. y Kemp, P. R. 1983. Some Relationships Between Enviromental Reability and Seed Dormancy in Desert Annuals Plants. *Journal of Ecology.* 71: 211-217.
- Fuller, H. J., Carothers, Z. B., Payne, W. W. y Balbach, M.K. 1992. *Botánica.* 5ed. Interamericana. México. 512p
- García, H.E. y Peña, V.B.C. 1995. *La Pared Celular.* U. A. CH. México. 96 p.
- Gibson, A. C. 1988. The Systematic and Evolution of Subtribe Stenocereineae.3. *Myrtillocactus.* *Cactus and Succulent Journal (U.S.A.)*60(3):109-116.
- 1988. The Systematic and Evolution of Subtribe Stenocereineae.4. *Escontria chiotilla.* *Cactus and Succulent. Journal (U.S.A.)* 60(4): 161-167.
- Gooddall, D.W. 1981. Germination and Seedling Behavior of Desert Plants. *Plant. Processes. Arid-Land Ecosystems: Structure, Functioning and Manegement,* Cambrige University. Press.
- Gutterman, Y. 1994. Strategies of Seed Dispersal and Germination in Plants Inhabiting Desert. *The Botanical Review.* 60 (4): 373-425.
- Hernández, G.O. y Mendieta, S.M. 1987. Estudio Comparativo de las Relaciones ionicas de Cactáceas en diferentes zonas del Municipio de Coxcatlán Puebla. Tesis de Lic. E.N.E.P. Iztacala. U.N.A.M. México. 100p.
- Hilhorst, H. W. M. 1998. The Regulation of Dormancy. The Membrane Hypothesis Revisited. *Department of Plant Physiology Seed Science Research.* 8(2): 77-90
- Hopkins, W. G. 1999. *Introduction to Plant Physiology.* 2e. John wiley & sons, INC. 309-334.
- Hsiao, A. I. and Vidaver, W. 1984. Effects of Temperature and varios Red or Far-red Irradiations on phytochrome and Gibberellin A3-mediated Germination Control in partially Hydrated Lettuce Seeds. *Department of Biological Sciences. Journal of Experimental Botany.* 35(161): 1771-1781
- Huerta, P.C. 1998. Crecimiento y Análisis Químico del fruto de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose y *Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxbaum; en Venta Salada, Puebla. Tesis de Lic. E.N.E.P. Iztacala. U.N.A.M. México. 61p.
- Kigel, G. J. 1995. Seed Development and Germination. *United States of America.* 645-701 pp.
- Koller, D. y Hadas, A. 1982. Water Relations in the Germination of Seeds. In *Enciclopedia of Plant Physiology.* Osmond. New York. Vol. 12B: 401-431 pp.

- López, G. R. Y Sánchez, R. P. 1989. Germinación de dos variedades de Pitaya *Stenocereus griseus* (Haworth) Buxbaum. Cact.-Suc. Mexico. 34(2): 34-40
- Mandujano, P.M. 1988. Respuesta Fotosintética (Metabolismo ácido de las Crasuláceas) en *Escontria chiotilla* (Weber) Rose en Ambiente Controlado. Tesis de Lic. E.N.E.P. Iztacala. UNAM. México. 51p.
- Martin, A. 1980. Introducción a la Microbiología de los Suelos. AGT. México. 13-23pp.
- Martínez, M.D. 1987. Fluctuación Fotosintética de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose en la Localidad de Venta Salada Municipio de Coxcatlán Puebla. Tesis de Lic. E.N.E.P. Iztacala. UNAM. México. 97p.
- Mayer, A.M. y Poljakoff-Mayer, 1982. The Germination of Seed. Pergamon Press. 152-176 pp.
- Mazria, E. 1983. El libro de la energía solar pasiva. De. Gili. S.A. México. 17-32 pp
- Melo, N. J. y López, H. P. 1999. Evaluación del Metabolismo de las Crasuláceas (MAC) en *Myrtillocactus geometrizans* (Martius) Console y su Relación con el Crecimiento de Frutos. Tesis de Lic. E.N.E.P. Iztacala. UNAM. México. 97p.
- Mohamed-Yasseen, Y., Barringer, S.A., Splittstoesser, W.E. y Costanza, S. 1994. The Role of Seed Coats in Seed Viability. The Botanica Review. 60(4): 426-439
- Moreno, P.N., López, G. J. J. y Arce, G.L. 1992. Aspectos sobre las Semillas y su Germinación. De *Echinomastus mariposensis*. Cact- Suc. Mexico. 37 (1): 21-27.
- Moreno, M. E. 1984. Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. Instituto de Biología. UNAM. México. 383 p.
- Mulroy, T.W. y Rundel, P.W. 1977. Annual Plants: Adaptations to Desert Environments. Bioscience 27(2): 109-114.
- Ortega, T.E. 1981. Química de suelos. UACH. Departamento de suelos. México. 416 p.
- Ortiz-Villanueva, B. y Ortiz, S. C.A. 1990. Edafología. 7e. UACH. Departamento de suelos. México. 390 p.
- Peinetti, R., Pereyra, M. Kin. A. y Sosa, A. 1993. Effects of cattle ingestion on viability and germination rate of calden (*Prosopis caldenia*) seeds. Society for Range Management. Denver. Colorado. 46(6): 483-486.
- Pérez, G. F. y Martínez-Laborde, J. B. 1994. Introducción a la Fisiología Vegetal. Ed. Mundi-Prensa. España. 121-134.
- Pérez-González, S. 1995. Agroecological Study and Determination of Yield Potential of Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) in Querétaro. Hort Science. 30(4)
- Pimentel, G. R. S. 1984. Caracterización del Pigmento Rojo de la Jiotilla (*Escontria chiotilla*). Tesis de Lic. Fac. De Química. UNAM. México. 59 p.

- Potter, R. L., Petersen, J. L. y Ueckert, D. N. 1984. Germination Responses of *Opuntia* ssp. to Temperature, Scarification, and Other Seed Treatment. *Weed Science*. Volume 32:106-110
- Quintana, S.M.E. 1994. Contribución al Conocimiento de algunos Factores que Disparan la Germinación de *Echinocactus platyacanthus*. L.K.O. Tesis de Lic. Biología. E.N.E.P. Iztacala. UNAM. México. 94p.
- Ramos, B.V.R. 1983. Utilización de Pigmentos rojos de *Escontria chiotilla* como colorante de alimentos. Tesis de Lic. Química. UNAM. México 37p.
- Reyes, C.P. 1982. Diseño de Experimentos Aplicados. Trillas. México. 344 p.
- Romero-Schmidt, H. L., Vega-Villasante, F. y Montaña, C. 1992. The Effect of Darkness, Freezing, Acidity and Salinity on Seed Germination of *Ferocactus peninsulæ* (Cactaceae). *Journal of Arid Environments*. (23): 389-395.
- Rojas-Aréchiga, M. y Vázquez -Yanes, C. 2000. Cactus Seed germination: a review *Journal of Arid Environments*.44: 85-104.
- Rojas, G. M. y Martínez, H. 1991. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Limusa, México. 238p.
- Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. Limusa. México. 431p.
- Salisbury, B.F. y Ross, W.C. 1994. Fisiología Vegetal. Iberoamericana. México. 667p.
- Simerda, B. 1990. Effective Ways of Propagating Endangered Cacti. *British Cactus and Succulent Journal*. 8(1): 9-12.
- Valido y Nogales, M. 1994. Frigivory and seed Dispersal by The Lizard *Gallotia galloti* (Lacertidae) in a xeric habitat of the Canary Islands. *Oikos*.70: 403-411.
- Vázquez, Y. C., Orozco, A., Rojas, M., Sánchez, M.E y Cervantes, V. 1997. La Reproducción de las Plantas: Semillas y Meristemos. Fondo de Cultura Económica. México.167p.
- Vázquez, A. A. 1999. Guía para Interpretar el Análisis Químico del Agua y Suelo. 2da. Ed. U.A.CH. México. 32p.
- Villaseñor, J.L., D.P. y CH.F. 1990. Fitogeografía del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Bol. Soc. Bot.* 50:135-149.