

29/52

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



“GERMINACION Y ESTABLECIMIENTO DE
PLANTULAS DE “ATATANA” (SICYOS DEPPEI,
CUCURBITACEAE), MALEZA DEL MAIZ”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

FELIPE CRUZ GARCIA

FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D.F.,

JUNIO DE 1989



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 está 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.

CONTENIDO.

	<i>Pag.</i>
<i>Resumen.....</i>	1
<i>Introducción.....</i>	3
<i>Objetivos.....</i>	15
<i>Ubicación y descripción taxonómica.....</i>	16
<i>Metodología.....</i>	18
<i>Resultados.....</i>	24
<i>Discusión.....</i>	39
<i>Conclusiones.....</i>	48
<i>Bibliografía.....</i>	49

RESUMEN.

Sicyos deppoi G Don. (Cucurbitaceae) es una maleza de cultivos básicos, cuyo hábito trepador impide el óptimo desarrollo de los mismos y compete por estos por diversos recursos; en la madurez produce una gran cantidad de frutos espinosos, que causan daños físicos al hombre o animales y cuyas semillas caen al suelo, incorporándose al banco de semillas ya existente. En el presente trabajo se determinó el porcentaje de germinación, en cada uno de los meses de la temporada de lluvias, así como el porcentaje de emergencia de plántulas, a partir de cuatro profundidades en un terreno de temporal, con pruebas simultáneas en laboratorio.

A finales de 1987, se colectaron semillas maduras y deshidratadas de plantas que se encontraban en cultivos de maíz. A principios de 1988, se enterraron en frascos de vidrio sellados a 0.5, 5.0, 15.0 y 25.0 cm de profundidad, permaneciendo hasta el mes de mayo; entonces se desenterraron y de ellas se tomó una porción para formar 10 sublotes colocados en bolsas de malla de plástico con 10 semillas cada una, las cuales se depositaron a la misma profundidad, junto con las semillas restantes. A la vez en el laboratorio se prepararon lotes para germinación con semillas escarificadas y no escarificadas, en luz y oscuridad. Transcurrido un mes, se registró el porcentaje de germinación en campo y laboratorio, y se aplicó la prueba de viabilidad con tetrazolio a las semillas no germinadas. Este procedimiento se repitió para los tres meses siguientes.

Para la emergencia de plántulas en campo se utilizaron semillas escarificadas, contenidas en cilindros de malla y en laboratorio se emplearon cajas, enterrando las semillas a las mismas profundidades.

En campo, se encontraron porcentajes de germinación bajos para cada mes de la temporada de lluvias, en las cuatro profundidades. No obstante se observó una tendencia a aumentar el porcentaje en los estratos de 15.0 y 25.0 cm. Dentro de las semillas que no germinaron se presentaron algunas que solo se embecieron y su porcentaje fue mayor al final de la temporada de lluvias, con tendencia a incrementarse en los estratos más profundos. En laboratorio se registraron altos porcentajes de germinación únicamente con semillas escarificadas, lo que indica la presencia de una latencia impuesta por cubiertas impermeables. De las semillas que no germinaron, se obtuvieron altos porcentajes de viabilidad.

Aunque se registró germinación en los cuatro estratos tanto en campo como en laboratorio, sólo alcanzaron la superficie las plántulas de semillas enterradas a 0.5 y 5.0 cm. con la mayor emergencia en 0.5 cm.

INTRODUCCION.

La población mundial en continuo crecimiento, ha originado una demanda de alimentos cada vez mayor que debe ser satisfecha, lo cual representa uno de los problemas más serios de nuestro futuro; una forma de solucionarlos es a través de una producción más eficiente de alimentos, capaz de hacer frente y superar los requerimientos nutricionales en las próximas décadas.

Los avances y logros de la ciencia, constituyen en el momento actual, las opciones fundamentales para abordar este problema tan complejo y que muestra diferentes facetas; uno de los aspectos generales hacia donde se ha dirigido la atención, es la producción agrícola y los factores que la afectan.

Dentro de los aspectos limitantes para los cultivos, se mencionan por una parte a los factores físicos, como los climatológicos y orográficos que restringen la utilización de regiones propicias para la agricultura, y por otra parte los factores biológicos, como las plagas de animales u hongos y las plantas arvenses, conocidas como malas hierbas ó malezas, que disminuyen el rendimiento y van mermando constantemente la producción del cultivo, así como la calidad del mismo.

Los daños que causan las malas hierbas, se pueden agrupar en directos e indirectos (Agundis, 1984).

Los daños directos son causados, en primer lugar, por la competencia que se establece entre cultivos y maleza por los factores que favorecen el crecimiento (agua, luz, nutrientes, etc.); en segundo lugar, por especies que exudan sustancias fitotóxicas, las cuales contaminan y envenenan los cultivos (alelopatía); y en tercera, por ciertas especies que parasitan los cultivos en forma parcial o total.

Los daños indirectos son causados por una amplia gama de plagas agrícolas como insectos y roedores, a cuyo ataque se vuelve susceptible el cultivo una vez infestado por la arvense. Por otra parte, las malas hierbas elevan los costos de operación en la siembra y cosecha. Los daños directos, que ocasionan al ganado son causados principalmente por las malas hierbas venenosas, las que producen alergias, daños físicos y dermatitis, cuando los animales entran en contacto con ellas.

Dependiendo de los criterios de los diferentes autores, existe un sin número de definiciones sobre el concepto de maleza o mala hierba. De las aceptadas en la actualidad, están la de Baker (1974) , quien considera, a una especie, como maleza a "aquella población que crece en un área geográfica específica, predominantemente perturbada por el hombre" , y la de Duke (1985), quien afirma que "las malas hierbas son plantas que existen en lugares y/o tiempos, en los cuales son consideradas indeseables por el hombre".

Baker (1974) ha enlistado las características de lo que el llama "maleza ideal", y son las siguientes:

- Requerimientos de germinación satisfechos en gran variedad de ambientes.
- Germinación discontinua (controlada internamente) y gran longevidad de las semillas.
- Rápido desarrollo de la fase vegetativa a la floración.
- Continua producción de semillas, mientras las condiciones de desarrollo lo permitan.
- Compatibles entre si pero no completamente autógamas ó apomicticas.
- Cuando la polinización es cruzada, es utilizado un agente - especializado ó el viento.
- Semillas con alto rendimiento en circunstancias ambientales favorables.

- Tienen adaptaciones para una corta y larga distancia de dispersión.
- Si es perenne, tiene reproducción vegetativa vigorosa.
- Tienen habilidad para competir interespecíficamente por medios especiales (crecimiento de cobertura y/o aleloquímicos).

Tomando en cuenta las características mencionadas, es obvio suponer que a pesar del combate desplegado, los resultados no han sido del todo satisfactorios. De esta forma, Barralis (1965, en Jauzein, 1979) recomienda que "el uso de las técnicas modernas de lucha contra las malas hierbas, debe basarse en el conocimiento biológico y en la ecología de las mismas"; señala que "un método de control eficaz, debe emprenderse desde los estadios más jóvenes, que resultan de la germinación de las semillas en el suelo".

BANCO DE SEMILLAS

Las semillas son transportadas hacia el suelo por algunos de los muchos agentes diseminadores que existen en las comunidades naturales: gravedad, aire, agua, insectos, aves, murciélagos, etc. Una vez que llegan al suelo, enfrentan un medio ambiente esencialmente adverso para su presencia, cuyo impacto es relativamente drástico dependiendo de la naturaleza de la semilla. El tiempo que permanecen las semillas en el suelo antes de germinar o morir, según la especie, puede ir de unas horas hasta varios años. (Vázquez y Orozco, 1984).

Cuando las semillas llegan al suelo, una gran cantidad son enterradas, formando un reservorio de semillas viables, conocido como banco de semillas (Bewley y Black, 1984), el cual puede estar constituido en parte por semillas producidas en el área y por semillas que llegan de otros lugares (Harper, 1977).

Este banco crece por la lluvia de semillas que los agentes diseminadores, conducen hacia el suelo y disminuye por la germinación, la destrucción por parásitos y depredadores y por muerte fisiológica. El tamaño y la permanencia del banco de semillas varían entre las especies y las localidades, reflejando así la dinámica de las poblaciones y las condiciones de establecimiento de las plantas (Vázquez y Orozco, 1984).

Se pueden distinguir dos tipos de bancos de semillas, de acuerdo con su tiempo de permanencia en el suelo: transitorios y persistentes (Grime, 1982).

Los bancos de semillas transitorios se caracterizan porque las semillas permanecen viables en el suelo por un lapso no mayor de un año; mientras tanto, para los bancos persistentes una porción muy significativa de semillas permanecen viables en el suelo por tiempos más amplios y sus semillas no se encuentran a profundidades superficiales, sino en estratos de mayor profundidad (Grime, 1982).

Thompson y Grime (1979), hacen una distinción entre bancos de semillas transitorios y persistentes para zonas templadas. En el caso de los bancos transitorios, proponen dos tipos:

Tipo I.- Formado por semillas que germinan en otoño, después de su producción. Consisten principalmente de herbáceas perennes y anuales de áreas secas o perturbadas.

Tipo II.- Formado principalmente por semillas que germinan en la siguiente primavera. Son comunes de especies originarias de zonas templadas.

Los bancos de semillas persistentes comprenden dos tipos más:

Tipo III.- Un gran número de semillas germina tan pronto como son liberadas; sin embargo, una proporción muy pequeña no germina y se incorpora a un limitado banco de semillas de tipo persistente.

Tipo IV.- Sólo unas cuantas semillas germinan después de su dispersión, manteniendo así un banco de semillas de tipo persistente, el cual varía poco con la estación y es grande en comparación con la producción de semillas.

Las semillas de arvenses que caen al terreno de cultivo, van siendo incorporadas al suelo en diferentes niveles de profundidad como resultado de las labores de campo (rastra, barbecho, etc.).

Las semillas enterradas de esta manera, empiezan a sufrir cambios fisiológicos que redundan en su capacidad germinativa, a medida que aumenta la duración de su almacenamiento (Taylorson, 1970; Stoller y Wax, 1973). Se ha observado frecuentemente que estos cambios, revisten un carácter cíclico de periodicidad anual (Baskin y Baskin, 1981; Acosta-Núñez y Agundis Mata, 1976). Así la fluctuación de la capacidad germinativa, ha sido interpretada como la aparición y la eliminación de latencia, inducida por el medio de conservación.

LATENCIA

En los vegetales, generalmente, la fase de dispersión es latente. La latencia en plantas, ha sido definida como un estado en el cual las semillas viables no germinan bajo condiciones de humedad, temperatura y oxígeno favorables para que se realice el proceso (Amen, 1968, en Harper, 1977; Egle y Duke, 1985). Nikolaeva (1977), considera que la latencia, es la habilidad que tienen las semillas para retener su viabilidad por periodos prolongados antes de la germinación; ello representa una de las propiedades adaptativas más importantes de las plantas, ya que les permite sobrevivir bajo condiciones adversas, y de este modo preparar el almacenaje de semillas en el suelo. Jann y Amen

(1977), afirman que la latencia refleja un estado de reposo biológico, que va desde una disminución metabólica, hasta una detención parcial de la expresión del programa genético (represión del genoma) y está frecuentemente acompañado por la suspensión del crecimiento y desarrollo.

Tipos de latencia

El tipo de latencia que manifiestan las semillas, varía de acuerdo a la manera en que la obtienen, debido a que puede ser: congénita, adquirida o inducida. De acuerdo con esto Harper (1955, en Harper, 1977), propone tres categorías de latencia, llamadas: innata, inducida y forzada.

La latencia innata se refiere a la incapacidad de las semillas para germinar bajo condiciones favorables, inmediatamente después de que son liberadas de la planta madre. Este tipo de latencia puede asociarse con alguna propiedad del embrión (presencia de un embrión poco desarrollado y/o diferenciado en el momento que la semilla ha madurado o por bloqueos metabólicos en el mismo), a estructuras asociadas con el endospermo, o bien a estructuras maternas como cubiertas seminales o frutos. (Harper 1977). La latencia innata es conocida también como natural, inherente, primaria, constitutiva y endógena, (Angevine y Chabot, 1979).

La expresión de la latencia innata es el resultado de una interacción compleja entre el genoma y los factores agroclimáticos a los que está expuesta la planta madre durante su fase vegetativa y reproductiva (Chadoeuf-Hannel, 1985).

La latencia inducida es adquirida por la semilla cuando sufre una experiencia adversa, después de ser liberada de la planta madre (Harper, 1977). Este tipo de latencia se conoce también como secundaria (Angevine y Chabot, 1979).

La latencia forzada es dependiente de una restricción ambiental para el crecimiento temprano de la plántula (limitación de agua, baja temperatura, atmósfera desfavorable, etc.) (Harper, 1977). Este tipo de latencia se conoce a su vez como ambiental o exógena (Angevine y Chambot, 1979).

Recientemente se han redefinido los tipos de latencia debido a que sólo existen bases reales para reconocer dos: la primaria y la secundaria (Khan y Karssen, 1980; Khan, 1980/81, citados en Khan y Saminy, 1982). El término de latencia primaria se aplica para aquellos cambios en la premaduración y predisposición de la semilla y el término latencia secundaria para las latencias inducidas después de la maduración y dispersión por mecanismos naturales o artificiales.

La latencia en malas hierbas, queda determinada por las características fisiológicas de las semillas antes y después de la dispersión y por el microambiente (luz, temperatura y condiciones de humedad del suelo), el cual puede contribuir a la inhibición de la germinación y al desarrollo de la latencia secundaria (Chadoeuf-Hannel, 1985).

Latencia impuesta por cubiertas

Las cubiertas que protegen al embrión (cubiertas seminales, cubiertas frutales ó endospermo) pueden evitar la germinación, debido a que bloquean la entrada de agua, limitan el intercambio respiratorio; interrumpen la penetración de la luz al embrión, oprime mecánicamente al mismo y evitan la liberación de inhibidores (Bewley y Black, 1984).

Estas estructuras que cubren al embrión, son extremadamente importantes para la supervivencia y persistencia en los bancos de semillas, ya que son la mayor línea de defensa contra las

adversidades del ambiente. De acuerdo a lo anterior, las cubiertas que rodean al embrión, pueden tener una doble función: 1) Protección al embrión y 2) Regulación del tiempo en que debe germinar la semilla (Egley y Duke, 1985).

Latencia impuesta por embriones inmaduros.

Este tipo de latencia se presenta cuando al término de la maduración de la semilla, el embrión no se encuentra completamente diferenciado, por lo que es necesario que exista un periodo de postmaduración después de la dispersión.

Latencia impuesta por inhibidores

La latencia en la semillas, puede ser el resultado de la presencia de diferentes sustancias inhibitorias en distintas partes de ésta (pericarpio, testa, endospermo y embrión). Dichos inhibidores están representados principalmente por el ácido abscísico (ABA), componentes fenólicos y lactonas insaturadas (Khan, 1977; Egley y Duke, 1985).

Efectos del ambiente sobre la latencia

Luz: Existe una amplia variación en cuanto a la respuesta que presentan las semillas a la luz, debido a que algunas de ellas sólo germinan cuando se exponen a largos periodos, otra lo hacen en la obscuridad, algunas lo hacen después de una breve exposición, otras requieren de un fotoperiodo de día corto o largo y algunas más son indiferentes a la luz u obscuridad (Vidaver, 1977).

En algunas semillas fotosensibles, la germinación sólo se presenta cuando están cerca o sobre la superficie del suelo, por lo que la luz es el principal medio de restricción en la regulación de la germinación. En un medio ambiente agrícola, muchas semillas que son enterradas por las prácticas de cultivo (rastra, barbecho, siembra, etc.) pueden germinar sólo cuando son reexpuestas a la luz por las subsecuentes prácticas agrícolas (Egley y Duke, 1985).

Temperatura: Las semillas adaptadas a responder a las fluctuaciones térmicas, tienen mecanismos enzimáticos que funcionan a diferentes temperaturas; de esta manera, cuando ocurren fluctuaciones de temperatura en rangos específicos, se logra la activación de las enzimas que catalizan el proceso y entonces es posible desencadenar la germinación (Vázquez y Orozco, 1984).

En el campo, las semillas rara vez experimentan condiciones isotermas; por lo general están sometidas a fluctuaciones diurnas de temperatura, con un decremento en su amplitud conforme aumenta la profundidad en el suelo. La variación de estas fluctuaciones diurnas, puede ser más importante que la luz como un factor ambiental en las proximidades de la superficie del suelo, debido a que su influencia no está restringida por las capas del suelo, como ocurre con la luz (Egley y Duke, 1985).

Humedad del suelo. La entrada de agua en una semilla es un paso esencial que conduce a una rehidratación de los tejidos de la misma y a la iniciación del metabolismo que la llevará eventualmente hacia la germinación.

El fenómeno de imbibición es un proceso caracterizado por tres fases, las cuales son controladas por:

- a) Potenciales de agua de la semilla y su capacidad de difusión a través de los tejidos que la componen.
- b) El potencial de agua del suelo y la capacidad de difusión del volumen de agua que rodea a la semilla.
- c) Las propiedades hídricas de la interfase suelo-semilla (Hadas, 1982).

Resumiendo lo anterior se puede decir que el grado y velocidad de imbibición que influye en la germinación y la latencia depende de tres factores: 1) Propiedades de las semillas, 2) Propiedades del suelo, 3) Grado de contacto entre el suelo y la semilla (Egley y Duke, 1984).

GERMINACION

La germinación de una semilla es la liberación del embrión de un estado de reposo, que refleja un cambio desde el hipometabolismo hacia un metabolismo "óptimo" o "normal", el cual trae como consecuencia la continuación del crecimiento (Jann y Amen, 1977).

Fases de la germinación

Tissaoui y Côme (1975, en Côme y Thévenot, 1982) consideran que los procesos de germinación tienen lugar en tres fases:

- 1) Imbibición, la cual corresponde a la absorción de agua por la semilla.
- 2) Germinación verdadera o fase de activación del metabolismo.
- 3) Fase de crecimiento, la cual empieza con la elongación de la radícula.

Se cuenta en la literatura con numerosos reportes sobre la germinación, latencia y periodicidad de emergencia de especies de malezas pertenecientes a diversas familias, entre los cuales se encuentran los de Roberts y Lockett (1978) para la familia Scrophulariaceae, Roberts (1979) para Umbelliferae, los de Gomes *et al* (1978) y Eastin (1983) para Convolvulaceae, sólo por mencionar algunos. Sin embargo, dentro de la familia Cucurbitaceae, los trabajos de este tipo en especies arvenses, son muy escasos. Con respecto al género *Sicyos*, la mayoría de los trabajos publicados cubren el aspecto taxonómico (Jeffrey, 1978; Martínez y Matuda, 1979 y Hernández, 1987), la respuesta a diferentes herbicidas (González 1985) y sobre ciclo de vida (Zepeda, 1988); por otra parte sólo se encontró un trabajo de germinación y emergencia de plántulas en *S. angulatus* (Mann *et al*, 1981).

En los cultivos de maíz de la zona oriental del Estado de México, se observó creciendo "entre ellos y sobre ellos" a una cucurbitacea; el "atatana" (*Sicyos deppei* G. Don.), una maleza sumamente agresiva que, dicho por los agricultores de la región, es la principal causante de problemas, debido a daños físicos, tanto en el deshierbe como en la cosecha. Su crecimiento es muy rápido y de amplia cobertura, el cual propicia el acame de las plantas de maíz, provocando su pudrición.

Cuando la planta alcanza su madurez sexual, produce una gran cantidad de frutos con cerdas espinosas, las cuales son abundantes y causan lesiones a los trabajadores durante la cosecha, por lo que en terrenos invadidos por esta arvense, la mano de obra se encarece; por otra parte los frutos secos que permanecen en el rastrojo, causan lesiones al ganado al ser ingeridos por éstos.

Una vez que las semillas caen al suelo se incorporan al banco de semillas, representando así un peligro potencial de infestación de ésta mala hierba; en este sentido se consideró importante realizar el estudio sobre la dinámica de germinación, ya que con las semillas germinadas se inicia una nueva generación de plantas que infestarán el cultivo.

OBJETIVOS.

- Determinar el porcentaje de germinación de semillas enterradas a cuatro profundidades diferentes, en cada mes de la temporada de lluvias, en condiciones de campo.
- Determinar el porcentaje de germinación en laboratorio, de semillas escarificadas y no escarificadas, en condiciones de luz y obscuridad, en cada mes de la temporada de lluvias.
- Determinar el porcentaje de emergencia de plántulas desde cuatro profundidades diferentes, en condiciones de campo y laboratorio, a partir de semillas escarificadas.

UBICACION Y DESCRIPCION TAXONOMICA (Cronquist, 1981).

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Delleniidae
Orden:	Violales
Familia:	Cucurbitaceae
Género:	<i>Sicyos</i>
Especie:	<i>Sicyos deppet</i> G. Don.

S. deppet G. Don, es llamado comunmente chayotillo, calabacilla, tatana, atatana, tlapaloso y tlapalozón.

S. deppet, es una hierba trepadora anual, con tallos ramificados de varios metros de largo, tiene hojas con peciolo de 1 a 9 cm de largo, hirsutos, limbo ovado, de 2 a 15 cm de largo y de ancho 5 a 7 cm lobado o angulado, lóbulo terminal triangular-oblongo, ápice acuminado, márgenes serrulados, base profundamente cordada; inflorescencia masculina de 8 a 18 cm de largo, sobre pedúnculos de mas de 10 cm de largo; flores con pedicelos de 5 a 12 cm de largo; corola amarillo-verdosa, de 3 a 6 cm de largo y de 3 a 6 cm de diámetro; inflorescencia femenina en glomerulos, sobre pedúnculos de de 1 a 2 cm de largo, flores en número de 5 a 15; fruto triangular-ovoide de 6 a 8 cm de largo, color café o negro al madurar, con cerdas espinosas fragiles, cáducas color amarillo de 2 a 4 mm de largo. Se distribuye en regiones de nueve estados del país; Jalisco, Guanajuato, Michoacán, Queretaro, México, Tlaxcala Hidalgo, Puebla y Veracruz. Encontrandose principalmente a alturas mayores a 2000 m s. n. m., en matorral, pastizal, orilla de arroyos y lagunas y más frecuentemente en caminos y cultivos, principalmente en frijol, cebada, trigo y maiz.

Ejemplares del Valle de México determinados como *S. angulatus* L., corresponden a *S. deppoi* G. Don., ya que en el taxón antes mencionado no se encuentra representado en el área. (Rzedowski y Rzedowski, 1985).

METODOLOGIA.

El trabajo se realizó en un terreno de cultivo ubicado en Nepantla, Estado de México, con semillas maduras y deshidratadas colectadas directamente de la planta madre, las cuales se encontraban sobre cultivos de maíz en la localidad de San Pedro Atocpan, Distrito Federal, que colinda con la zona oriental del Estado de México, a finales de 1987.

Las semillas después de colectadas permanecieron almacenadas en condiciones de temperatura y humedad ambiente del laboratorio, hasta finales del mes de enero de 1988.

En el mes de febrero de 1988, se separaron al azar dos lotes de 2400 semillas cada uno, debido a la limitación de éstas, de los cuales uno se destinó para el trabajo de campo y otro para laboratorio.

Las semillas destinadas para determinar el porcentaje de germinación en campo, se separaron al azar en cuatro sublotes de 600 semillas. Cada sublote se enterró en el terreno de cultivo a diferentes profundidades (0.5, 5.0, 15.0 y 25 cm.) en frascos de vidrio cerrados herméticamente, a mediados del mes de febrero de 1988; el propósito fue someter a las semillas a las fluctuaciones de temperatura de las diferentes profundidades en el campo, hasta principios de la temporada de lluvias, correspondiente al mes de mayo; a partir de entonces y hasta el mes de agosto, se formaron al azar cada mes 10 sublotes de 10 semillas para cada profundidad, ya que se eligió tener un mayor número de repeticiones, para disminuir el error en los resultados (Little y Hills, 1987); las semillas se depositaron en bolsas de malla de plástico para evitar posibles pérdidas.

Las bolsas de malla con las semillas, se enterraron a las mismas profundidades en que se encontraban almacenadas (0.5, 5.0, 15.0 y 25.0 cm).

Sujeto a las bolsas de malla se colocó una varilla indicando su profundidad y localización dentro del terreno de cultivo.

El resto de las semillas que no tomaron parte en el experimento del mes en cuestión, siguieron almacenadas en las mismas condiciones en que se encontraban inicialmente.

Al cumplirse 30 días de enterramiento de las semillas para cada profundidad, se desenterraron las bolsas y se hizo el registro de semillas germinadas y no germinadas.

Al momento de enterrar, así como una vez efectuado el desenterramiento, se tomó el registro de la temperatura y humedad del suelo, en la profundidad correspondiente.

A las semillas que después de transcurrido el mes no germinaron se les hizo un exámen de viabilidad, aplicando la prueba de tetrazolio (Moreno, 1984).

Se trazaron gráficas de los resultados de germinación y se aplicó un análisis de varianza, con una significancia de 95 %, el cual permitió evaluar si la respuesta germinativa estuvo en función de la profundidad y del mes en que se realizó la prueba de germinación planteando las siguientes hipótesis.

H₀: No existe influencia de la profundidad sobre la germinación.

H_a: Si existe influencia de la profundidad sobre la germinación.

H₀: No existe influencia entre los meses de la temporada de lluvias en que se realice la prueba de germinación sobre esta.

H_a: Si existe influencia entre los meses de la temporada de lluvias en que se realice la prueba de germinación sobre ésta.

Para el análisis de varianza, se empleó el paquete estadístico de cómputo Statgraphics, versión 1.0.

Considerando que la respuesta germinativa es un evento de tipo binomial con dos posibles resultados: "éxito" ó "fracaso" (germinación o no germinación), se hizo necesaria una transformación arcsenica. Dado que la teoria estadística dice que los porcentajes o las proporciones binomiales tienen una distribución muy lejana a la normal, pero, si se aplica la raíz cuadrada a cada proporción y hacemos una transformación arcsenica, tendremos una distribución que se acerca a la normal (Zar, 1974), lo cual es muy importante para poder realizar el análisis de varianza, ya que éste asume que los datos que se van a analizar se distribuyan normal, independiente, lineal y homocedasticamente (Little, 1987).

$$\text{arcoseno } \sqrt{X}$$

donde X es el centesimo del porcentaje

Para los análisis de varianza que fueron significativos, se utilizó una prueba de rango multiple de Student-Newman-Keuls, dado que esta prueba se aplica, cuando el análisis de varianza rechaza $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \dots \dots \mu_k$, para determinar en cuales medias de la población existen diferencias.

Esta prueba considera las hipótesis nulas $H_0: \mu_B = \mu_A$ versus $H_a: \mu_B \neq \mu_A$. (Zar 1974).

* μ media poblacional.

El lote de 2400 semillas destinado para el trabajo en el laboratorio, se mantuvo almacenado a temperatura y humedad ambiente del laboratorio hasta principios de la temporada de lluvias (junio de 1988)

Para determinar el porcentaje de germinación en el laboratorio, se trabajó con semillas escarificadas y no escarificadas, ambas en condiciones de luz y oscuridad.

Las semillas se desinfectaron superficialmente mediante el siguiente procedimiento: se lavaron con agua destilada estéril y se colocaron durante 30 segundos en etanol al 70 %; pasado este tiempo las semillas se colocaron en una solución de hipoclorito de sodio al 4 % durante 10 minutos; dentro de la campana de flujo laminar, las semillas se lavaron 3 veces con agua destilada estéril, después se colocaron en una solución de ácido clorhídrico 0.01 N durante un minuto, con el fin de eliminar los posibles restos del hipoclorito de sodio, y por último se lavaron 6 veces con agua destilada estéril.

Se formaron al azar 10 sublotes de 10 semillas para cada tratamiento y se pusieron a germinar en cajas petri estériles con papel absorbente, a temperatura ambiente del laboratorio (20° - 25° C), y en su caso expuestas al fotoperiodo natural de verano; o cubiertas completamente con papel aluminio quedando los lotes de la siguiente manera:

- 10 lotes de 10 semillas escarificadas en luz.
- 10 lotes de 10 semillas escarificadas en oscuridad.
- 10 lotes de 10 semillas no escarificadas en luz.
- 10 lotes de 10 semillas no escarificadas en oscuridad.

El resto de las semillas que no tomaron parte en el experimento del mes en cuestión, permanecieron almacenadas en las mismas condiciones en que se encontraban, para ser utilizadas en las pruebas de los meses siguientes.

Estas pruebas de germinación fueron simultáneas a las de campo.

El registro de semillas germinadas se realizó cada semana durante el mes que duró la prueba, obteniendo al final de éste, el porcentaje de germinación mensual para cada tratamiento.

A las semillas que después de transcurrido el mes no germinaron se les aplicó la prueba de viabilidad con tetrazolio (Moreno 1984).

Se trazaron gráficas de los resultados y se aplicó la prueba estadística de análisis de varianza con una significancia del 95 % con el fin de evaluar si la respuesta germinativa estuvo en función de los tratamientos y del mes en que se realizó la prueba de germinación, partiendo de las siguientes hipótesis:

H₀: No existe influencia del tiempo de almacenamiento sobre la germinación.

H_a: Si existe influencia del tiempo de almacenamiento sobre la germinación.

H₀: No existe influencia del tratamiento sobre la germinación.

H_a: Si existe influencia del tratamiento sobre la germinación.

Para determinar el porcentaje de emergencia de plántulas a partir de cuatro profundidades diferentes (0.5, 5.0, 15.0 y 25.0 cm), se utilizaron semillas de las almacenadas en campo y laboratorio respectivamente.

En las pruebas de campo, al igual que en las de laboratorio, se usaron semillas escarificadas mecánicamente con lija de papel, ya que por experiencias previas, se había determinado mayor porcentaje de germinación cuando se eliminaba la testa; de esta manera se podría determinar desde qué profundidad era capaz de emerger la plántula. Se formaron 10 sublotos con 10 semillas cada uno, para las profundidades mencionadas.

En el campo las semillas se depositaron en cilindros de malla los cuales se colocaron a cada una de las cuatro profundidades y se cubrieron hasta la superficie con suelo. En el laboratorio se depositaron las semillas a las mismas profundidades, pero utilizando cajas de 40 cm por lado, con una cara de mica transparente.

Las observaciones de emergencia de plántulas se realizaron durante los meses de la temporada de lluvias. Los experimentos de campo y laboratorio fueron simultáneos, planteando las siguientes hipótesis:

H₀: La profundidad no influye en la emergencia de las plántulas.

H_a: La profundidad sí influye en la emergencia de las plántulas.

Se trazaron gráficas de los resultados y se realizó una prueba estadística de t-Student (Zar, 1974).

Análisis físicoquímico del suelo.

Para el análisis físicoquímico del suelo, se utilizaron los métodos siguientes; el de Fieldes y Perrot, para cuantificar alofano; el de Bauyoucos, para determinación de textura y el de Walkley y Black para conocer el porcentaje de materia orgánica presente en el suelo (En Domínguez y Aguilera 1984).

RESULTADOS.

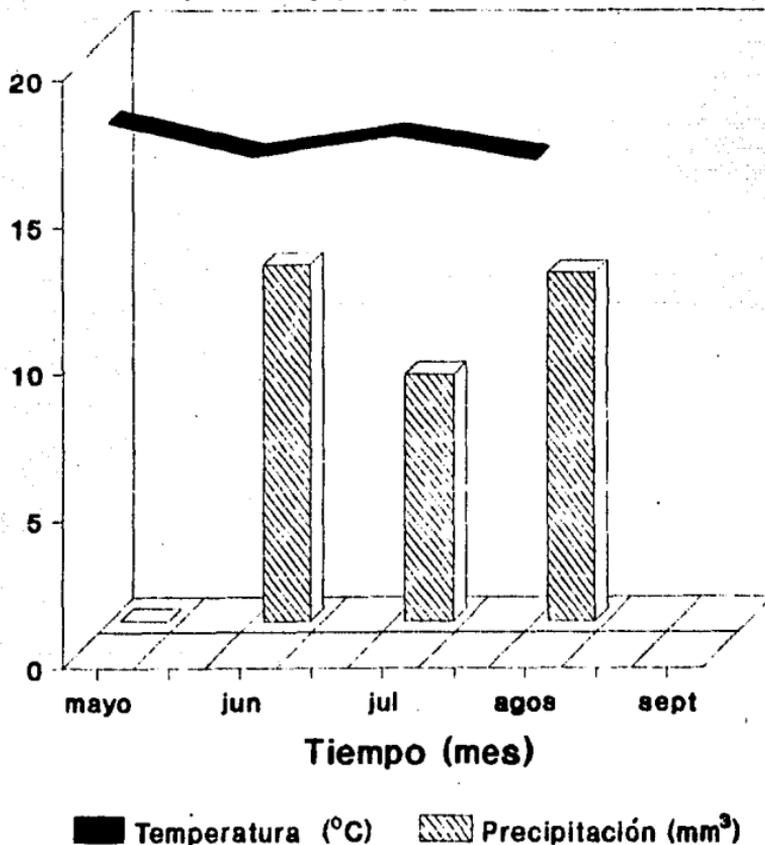
En la temporada de lluvias (junio-sept.), se alcanzó un rango de humedad relativa óptima para la germinación, el cual corresponde con los datos meteorológicos aportados por la S.A.R.H. (1988) donde se indica una alta precipitación en los meses de junio (12.1 mm³) y agosto (11.9 mm³) presentandose en menor grado en el mes de julio (8.4 mm³); la precipitación del mes de septiembre no se encuentra en los registros de la S.A.R.H. (gráfica 1). En el transcurso de los cuatro meses, se observó un incremento en el porcentaje humedad, para las profundidades de 5.0 a 25.0 cm; mientras que para 0.5 cm, se presentó una mayor fluctuación en los registros mensuales (gráfica 2). Respecto a la temperatura del suelo, se observó poca variación en las cuatro profundidades, durante los muestreos, manteniendose dentro de un rango de 20° a 25°C.

El terreno de cultivo presentó un suelo ligeramente ácido (pH = 5.9), con una alta presencia de cenizas volcánicas, bajo contenido de materia orgánica y una textura areno-migajosa. Estas características indican que se trata de un suelo con gran filtración (Cuadro 1).

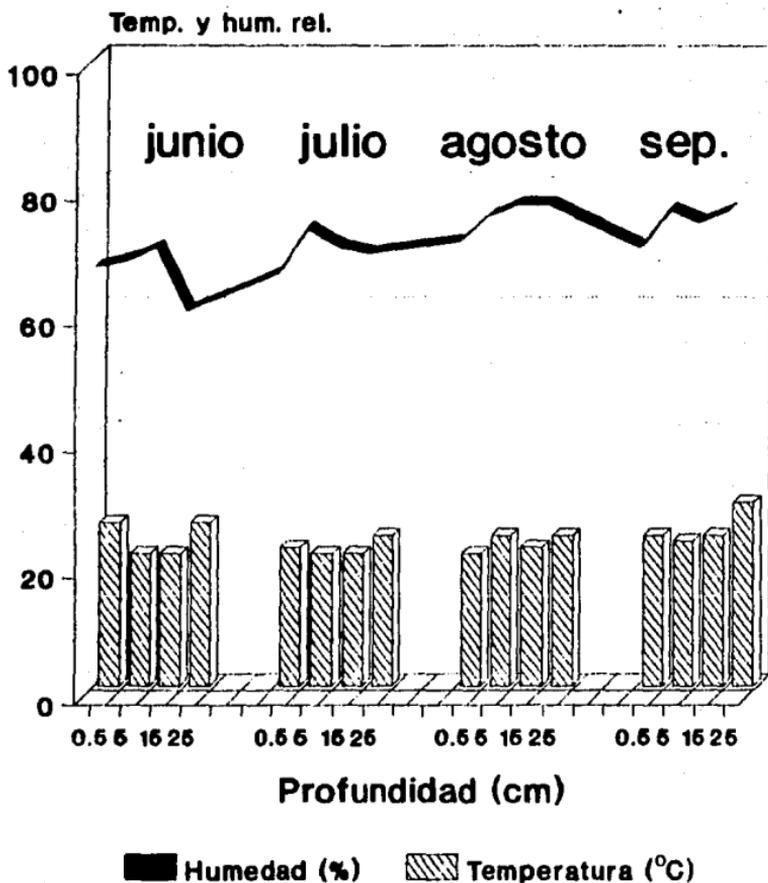
Cuadro 1. Análisis físico-químico del suelo de un terreno de cultivo ubicado en Nepantla, Edo. de México.

pH	Cenizas volc.	Materia orgánica	Textura
5.9	Alta	2.35	areno- migajosa

Temperatura y precipitación



Gráfica 1. Temperatura ambiente y precipitación media mensual de los meses de mayo, junio, julio y agosto de 1988. Estación climatológica de Nepantla, municipio de Tepetlixpa, Edo. de México.



Gráfica 2. Temperatura y humedad relativa del suelo a cuatro profundidades, en cada mes de la temporada de lluvias en el terreno de cultivo de Nepantla, Edo. de México.

Germinación en campo.

Los porcentajes de germinación en los cuatro meses de la temporada de lluvias y en todas las profundidades (Tabla 1, gráfica 3) fueron muy bajos, a excepción del mes de agosto para semillas enterradas a 25 cm. Los resultados obtenidos muestran un ligero aumento en el porcentaje de germinación a las mayores profundidades (15.0 y 25.0 cm) en todos los meses; sin embargo, la influencia que pudiera existir de la profundidad y del mes sobre la germinación no es muy clara.

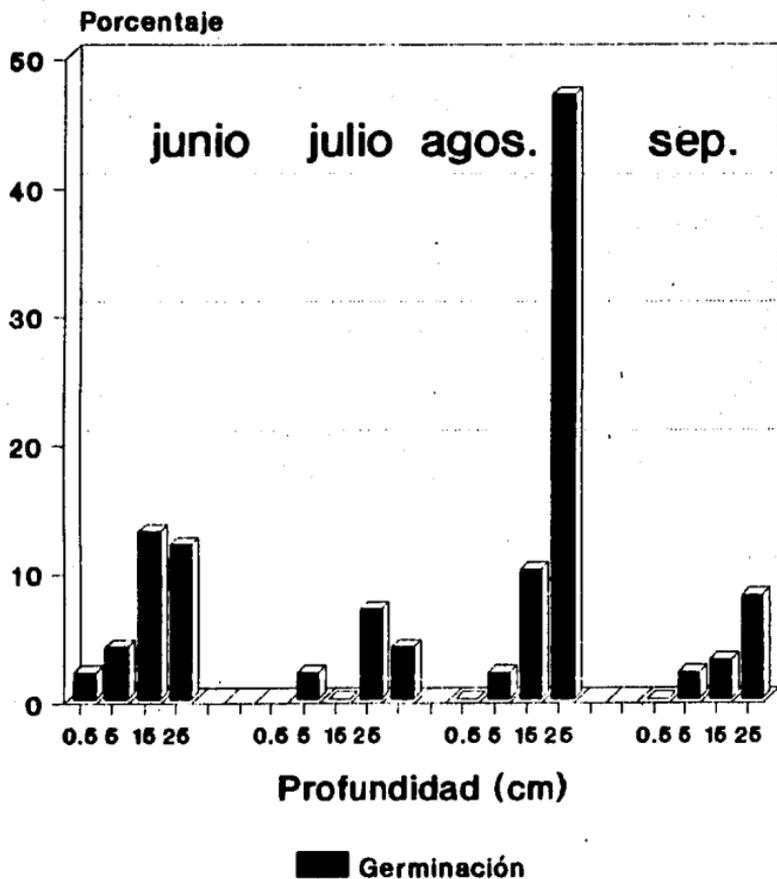
Tabla 1. Porcentaje de germinación en campo.

PROFUNDIDAD (cm)	M E S E S			
	junio	julio	agosto	septiembre
0.5	2.0	2.0	0.0	0.0
5.0	4.0	0.0	2.0	2.0
15.0	13.0	7.0	10.0	3.0
25.0	12.0	4.0	47.0	8.0

A través de la distribución de F, los análisis de varianza (A. de V. 1 a 8) indican lo siguiente:

Influencia de la profundidad sobre la germinación en cada uno de los meses de la temporada de lluvias.

junio: No existe suficiente evidencia de la influencia de la profundidad sobre la germinación. Sin embargo se observó una tendencia a aumentar los porcentajes en 15 y 25 cm, donde se presentaron los más altos (12 y 13 %).



Gráfica 3. Porcentaje de germinación de semillas de *S. deppel* G. Don. no escarificadas a cuatro profundidades en cada mes de la temporada de lluvias

Julio: Se aceptó H_0 , indicando que no existió influencia de la profundidad sobre la germinación en este mes.

Agosto: Se rechazó H_0 , lo que indica influencia de la profundidad sobre la germinación. Las pruebas de rango múltiple muestran que los porcentajes de germinación registrados en 0.5 y 5.0 y 15 cm, no tuvieron diferencias, pero si fueron diferentes al porcentaje registrado en 25.0 cm (47 %).

Septiembre: No existe suficiente evidencia para decir que la profundidad influye en la germinación. Sin embargo se vuelve a observar la tendencia a tener mayores porcentajes en 15 y 25 cm.

Influencia de los meses de la temporada de lluvias en cada una de las cuatro profundidades.

En las profundidades de 0.5, 5.0 y 15.0 cm se aceptaron las H_0 , lo cual indicó que en estas profundidades no hubo influencia de cada mes de la temporada de lluvias, sobre la germinación.

Sin embargo en 25.0 cm se rechaza H_0 , mostrando que si existe influencia del mes sobre la germinación. Las pruebas de rango múltiple, señalan que todos los porcentajes registrados en cada mes son diferentes entre si, teniendo un 12 % en junio disminuyendo en julio (4 %), aumentando hasta 47 % en agosto y volviendo a disminuir en septiembre a 8 %.

A. de V. 1. Analisis de varianza para las 4 profundidades durante el mes de junio. (F.V. = fuente de variación; S.C. = suma de cuadrados; G.L. = grados de libertad; C.M. = cuadrados medios; F.C. = F- calculada; F.T. = F - tablas).

F. V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.C.	F.T.
Profund.	136.81	3	45.60	3.67	3.52 N.C.
Error	447.15	36	12.42		
Total	583.96	39			

N.C. No concluyente.

A. de V. 2. Analisis de varianza para las 4 profundidades durante el mes de julio.

F. V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.C.	F.T.
Profund.	52.49	3	17.50	2.18	3.52 N.S.
Error	287.86	36	7.10		
Total	340.35				

N.S. No significativo

A. de V. 3. Análisis de varianza para las 4 profundidades para el mes de agosto.

F. V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.C.	F.T.
Profund.	948.91	3	316.30	69.40	3.52 **
Error	164.10	36	4.56		
Total	335.43	39			

** Altamente significativo

A. de V. 4. Análisis de varianza para las 4 profundidades durante el mes de septiembre.

F. V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.C.	F.T.
Profund.	67.40	3	22.46	3.02	3.52 *
Error	268.04	36	7.44		
Total	335.43	39			

* Significativo

A. de V. 5. Análisis de varianza para los meses de la temporada de lluvias para 0.5 cm. de profundidad.

F. V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.C.	F.T.
Mes	6.61	3	2.20	0.667	3.52 N.S.
Error	118.97	30			
Total	125.58				

N.S. No significativo

A. de V. 6. Análisis de varianza para los meses de la temporada de lluvias para 5.0 cm de profundidad.

F. V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.C.	F.T.
Mes	26.36	3	8.79	1.71	3.52 N.S.
Error	184.50	36	5.12		
Total	210.86	39			

N.S. No significativo

A. de V. 7. Análisis de varianza para los meses de la temporada de lluvias para 15.0 cm de profundidad.

F. V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.C.	F.T.
Mes	104.46	3	34.82	2.73	3.52 N.S.
Error	452.11	36	12.56		
Total	556.57	39			

N.S. No significativo

A. de V 8. Análisis de varianza para los meses de la temporada de lluvias para 25.0 cm de profundidad.

F. V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.C.	F.T.
Mes	623.78	3	207.93	18.18	3.52 **
Error	411.56	36	11.43		
Total	1035.35	39			

** Altamente significativo.

Imbibición de semillas en campo

Como resultado de las observaciones en campo se encontraron semillas embebidas cuya respuesta, no se consideró en el diseño del experimento; sin embargo, en cada mes se anotaron resultados de las mismas y se analizaron para incorporarlos al conjunto de respuestas obtenidas en el presente trabajo . Para ello se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: No existe influencia de la profundidad sobre la imbibición de las semillas.

Ha: Si existe influencia de la profundidad sobre la imbibición de las semillas.

Ho: No existe influencia entre los meses de la temporada de lluvias en que se realice la prueba de germinación sobre la imbibición

Ha: Si existe influencia entre los meses de la temporada de lluvias en que se realice la prueba de germinación sobre la imbibición.

Los resultados de imbibición (tabla 2, gráfica 4) muestran una tendencia a aumentar conforme transcurre la temporada de lluvias y a medida que aumenta la profundidad hasta 15 y 25 cm.

Tabla 3 .Porcentajes de imbibición en campo.

PROFUNDIDAD (cm.)	M E S E S			
	junio	julio	agosto	septiembre
0.5	0.0	12.0	20.0	19.0
5.0	3.0	11.0	26.0	25.0
15.0	0.0	34.0	48.0	56.0
25.0	25.0	39.0	36.0	26.0

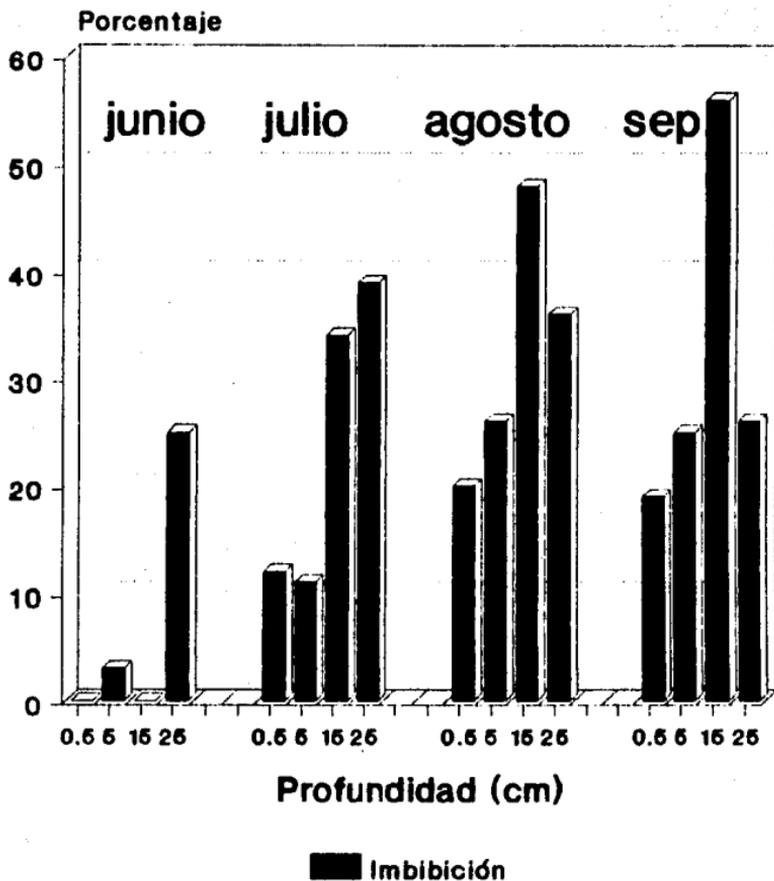
Por medio del análisis de varianza (A. de V. 9) , se rechazó Ho para el caso de la influencia del mes sobre el porcentaje de imbibición; en cambio no existe suficiente evidencia para decir que la profundidad influye en la imbibición de las semillas, pero sí se observa una tendencia de que a mayor profundidad mayores porcentajes.

A. de V. 9. Análisis de varianza de dos factores para semillas embebidas en campo.

F. V.	S.C.	G. L.	G.M.	F.C.	F.T.
Mes	1570.84	3	523.61	6.86	4.15 *
Profund.	688.87	3	229.62	3.00	4.15 N.S.
Error	687.18	9	76.35		
Total	2946.90	15			

* Significativo

N.S. No significativo



Gráfica 4. Porcentaje de imbibición de semillas de *S. deppelii* G. Don. enterradas en campo a cuatro profundidades, en cada mes de la temporada de lluvias

Partiendo de que si hay influencia de los meses sobre la imbibición, se analizó la influencia de cada uno de ellos para cada profundidad, a través de las comparaciones de rango múltiple.

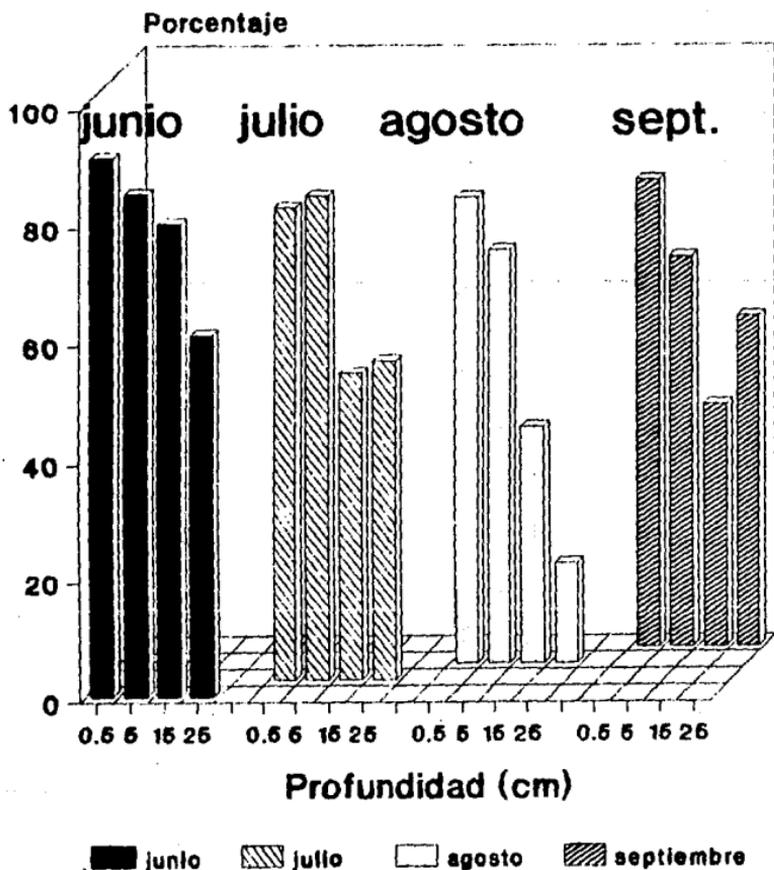
0.5 cm. Se encontró que la respuesta del mes de julio es diferente y mayor a la de junio, pero no existe diferencia entre los meses de julio a septiembre.

5.0 cm. Se encontró una respuesta diferente y mayor del mes de julio respecto a junio y a la vez la de julio fue diferente y menor a la de agosto y septiembre.

15 cm. La respuesta de junio fue diferente y menor a la de julio y ésta a su vez menor a la de agosto y septiembre.

25 cm. La respuesta de junio fue diferente y menor a la presentada en julio y agosto y éstas a su vez diferentes y mayores a la de septiembre.

Por otra parte, de las semillas que no germinaron y tampoco se embebieron, un alto porcentaje fueron viables, en cada uno de los meses de la temporada de lluvias, reflejando de esta manera un estado de latencia que las mantendrá formando parte del banco de semillas (Tabla 3, gráfica 5).



Gráfica 5. Porcentaje de semillas no germinadas de *S. deppei* G. Don., sin escarificar, extraídas de cuatro profundidades del campo; que permanecen viables en cada mes de la temporada de lluvias.

Tabla 3. Semillas no germinadas que permanecen viables en cuatro profundidades , en cada uno de los meses de la temporada de lluvias , en condiciones de campo.

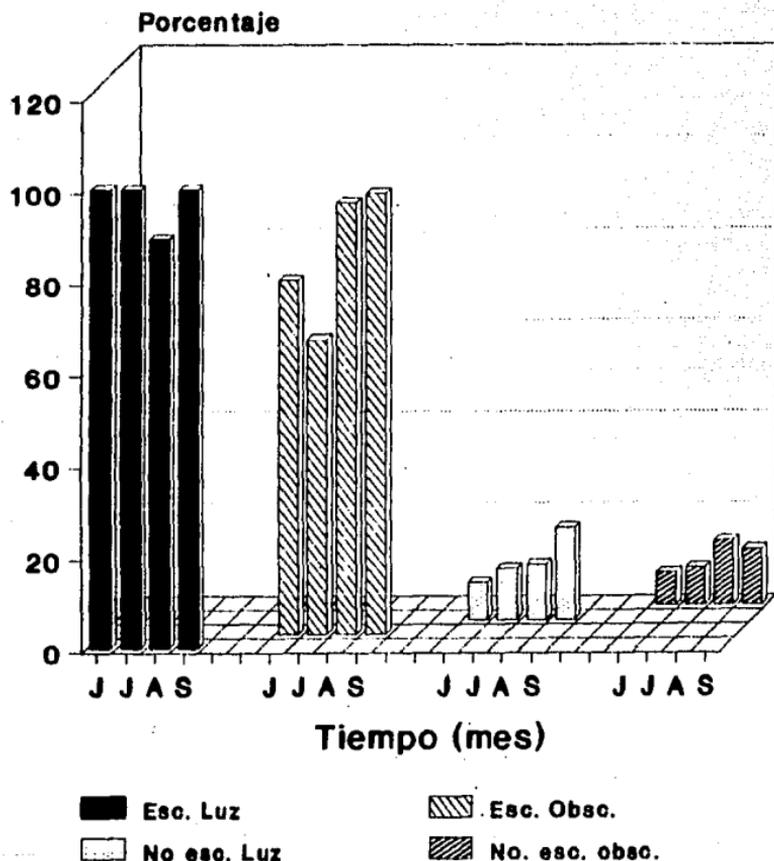
PROFUNDIDAD (cm)	M E S E S			
	junio	julio	agosto	septiembre
0.5	91	80	79	79
5.0	85	82	70	66
15.0	80	52	40	41
25.0	61	54	17	56

Germinación en laboratorio

Los porcentajes de germinación en el laboratorio (tabla 4, gráfica 6), son altos para las semillas escarificadas expuestas tanto a luz como a obscuridad, mientras que para semillas no escarificadas los porcentajes son muy bajos; sin embargo conforme transcurren los meses, se observa un ligero incremento en los porcentajes de germinación, tanto en luz como en obscuridad.

Tabla 4. Porcentaje de germinación en laboratorio.

TRATAMIENTO	M E S E S			
	junio	julio	agosto	septiembre
Esc.-luz	100.0	100.0	89.0	100.0
Esc.-obsc.	77.0	64.0	94.0	96.0
No esc.-luz	8.0	11.0	12.0	20.0
No esc.-obsc.	7.0	8.0	14.0	12.0



Gráfica 6. Porcentaje de germinación de semillas de *S. deppel* G. Don., escarificadas y no escarificadas, expuestas a luz y obscuridad en condiciones de laboratorio, en cada mes de la temporada de lluvias.

El análisis de varianza (A. de V. 10) muestra las siguientes respuestas:

- Para el caso de la influencia del mes sobre la germinación se rechazó H_0 .
- En el caso del efecto del tratamiento sobre la germinación también se rechazó H_0 .

Resumiendo lo anterior se puede afirmar que:

- El porcentaje de germinación se vió influido por el mes de la temporada de lluvias en el cual se realizó la prueba de germinación.
- El porcentaje de germinación se vió fuertemente influido por el tratamiento al cual se sometieron las semillas.

A. de V. 10. Análisis de varianza de dos factores para porcentajes de germinación en laboratorio.

F. V.	S.C.	G.L.	G.M.	F.C.	F.T.
Mes	94.50	3	31.50	3.3	2.50 *
Tratamiento	4088.75	3	1362.92	142.71	3.21 **
Error	1337.10	140	9.55		
Total	5665.42	155			

* Significativo

** Altamente significativo

Las comparaciones de rango múltiple mostraron lo siguiente:

Efecto del mes sobre la germinación.

Las semillas escarificadas en condiciones de luz, presentaron diferencias en su porcentaje de germinación sólo en el mes de agosto, donde se vio disminuido.

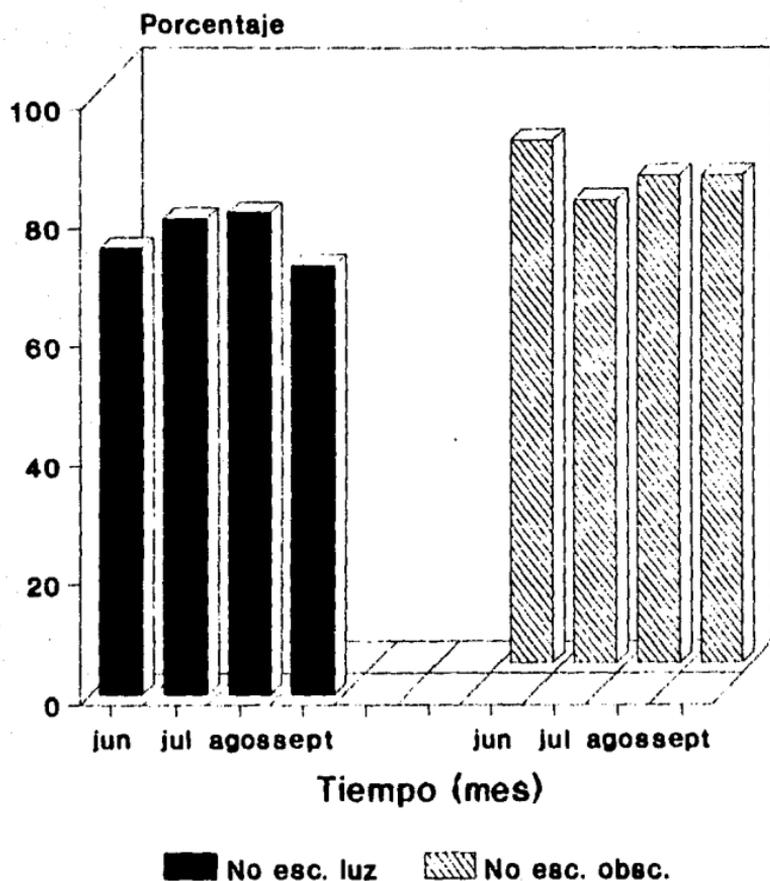
Las semillas escarificadas en condiciones de obscuridad presentan diferencias entre junio, julio y agosto, encontrándose el mayor porcentaje de germinación en los meses de agosto y septiembre, por lo que es evidente el incremento de la germinación al final de la temporada de lluvias.

Las semillas no escarificadas en condiciones de luz, presentaron diferencias sólo en el mes de septiembre donde fue mayor el porcentaje de germinación.

Las semillas no escarificadas en condiciones de obscuridad, no presentan diferencias significativas entre los meses junio y julio, ni entre los meses de agosto y septiembre, pero sí entre julio y agosto. Tanto en condiciones de luz como en obscuridad se observó nuevamente un aumento de la germinación, al final de la temporada de lluvias.

Efecto del tratamiento sobre la germinación.

El porcentaje de germinación se vio fuertemente influenciado cuando se aplicó el tratamiento de escarificación a las semillas, tanto en luz como en obscuridad, durante todos los meses. Al analizar los resultados de luz y obscuridad se encontraron diferencias significativas, ya que en condiciones de luz se obtuvieron mayores porcentajes de germinación, excepto para el mes



Gráfica 7. Porcentaje de semillas no germinadas en luz y oscuridad de *S. deppii* G. Don., en condiciones de laboratorio, que permanecen viables en cada mes de la temporada de lluvias.

de agosto donde se vió reducido y superado por el porcentaje obtenido en condiciones de obscuridad.

En las semillas no escarificadas, no existieron diferencias significativas cuando se sometieron a luz u obscuridad en los cuatro meses estudiados.

Los resultados de germinación para semillas escarificadas tanto en luz como en obscuridad (gráfica 6), demostraron que un alto porcentaje de semillas son viables, sólo que necesitan de la escarificación para germinar. Sin embargo, las semillas no escarificadas muestran resultados de viabilidad (Tabla 5, gráfica 7) semejantes a los de campo; es decir un alto porcentaje de las semillas que no germinan permanecen viables, reflejando de esta manera un estado de latencia impuesto por cubiertas seminales duras e impermeables.

tabla 5. Semillas no escarificadas sin germinar que permanecen viables en cada mes de la temporada de lluvias, en condiciones de laboratorio.

TRATAMIENTO	M E S E S			
	junio	julio	agosto	septiembre
No esc. -luz	75	80	81	72
No esc. -obsc.	88	78	82	82

Emergencia de plántulas.

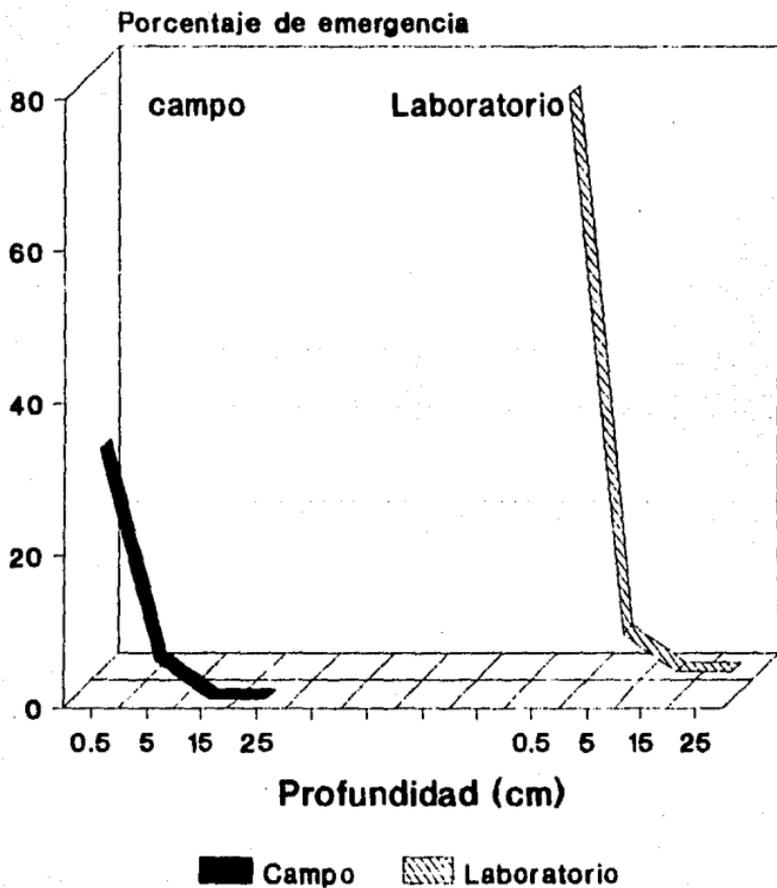
El porcentaje de emergencia de plántulas (Tabla 6, gráfica 8), decrece exponencialmente conforme aumenta la profundidad, encontrándose los mayores porcentajes de emergencia a 0.5 cm, tanto en campo como en laboratorio.

En el laboratorio se logró observar a través de la cara transparente de los cubos, la germinación y el crecimiento de la plántula a las profundidades de 15 y 25 cm, tratando de alcanzar la superficie; en el transcurso de algunos días (dos semanas) al no emerger las plántulas entraron en un estado de putrefacción.

Tabla 6. Porcentaje de emergencia de plántulas en campo y laboratorio.

PROFUNDIDAD (cm)	CAMPO	LABORATORIO
0.5	33.0	76.0
5.0	5.0	5.0
15.0	0.0	0.0
25.0	0.0	0.0

Una vez realizada la prueba de t-Student, tanto para campo como para laboratorio, se encontró que las plántulas logran su mayor emergencia cuando surgen a partir de 0.5 cm de profundidad, y conforme ésta aumenta, disminuye considerablemente el porcentaje hasta llegar a cero.



Gráfica 8. Porcentaje de emergencia de plántulas de *S. deppei* G. Don., en campo y laboratorio a partir de cuatro profundidades.

DISCUSION

Las semillas de *Sicyos deppei* G. Don., provenientes de la última cosecha y expuestas a la temperatura y humedad del suelo en cuatro profundidades, mostraron bajos porcentajes de germinación en cada mes de la temporada de lluvias. De esta manera, la incorporación mensual de semillas no-escarificadas que se exponían en bolsas de malla para su germinación, indicó que sólo una pequeña porción logra germinar.

Sin embargo, dentro de los rangos bajos de germinación, se encontró una tendencia a aumentar el porcentaje en semillas enterradas a 15 y 25 cm, presentando incluso un pico cercano al 50 % en el mes de agosto, para semillas de la profundidad de 25 cm. El aporte de la humedad proporcionado por la precipitaciones, que se iniciaron el mes de junio (Gráfica 1) permitió mantener porcentajes elevados de humedad en los estratos más profundos, en donde las fluctuaciones ambientales se encuentran atenuadas y se presentan condiciones con poca variación. De esta manera la respuesta de germinación se relaciona con el contenido y constancia de humedad en los estratos más profundos, lo cual corresponde con los requerimientos de humedad constante y prolongada (1 mes) registrado en las pruebas de germinación en laboratorio para semillas escarificadas.

Es importante resaltar que entre las semillas no germinadas, siempre se encontraron semillas embebidas y que su porcentaje se fué incrementando desde el mes de junio hasta los meses de agosto y septiembre. El fenómeno se relaciona con el aumento de humedad relativa del suelo, sobre todo en 15 cm de profundidad, donde se alcanzaron porcentajes de imbibición alrededor del 50 %

en los últimos meses de la temporada de lluvias, con humedades de 76 y 79 %. Los resultados anteriores ponen de manifiesto que algunas semillas sufrieron cambios en la permeabilidad de la cubierta seminal, inducidos probablemente por el medio de almacenamiento, los cuales facilitaron su imbibición.

Una vez embebidas las semillas, sería de esperarse que el embrión estuviera listo para continuar su metabolismo de germinación. Sin embargo, al mantener enterradas las semillas embebidas por un lapso de 1 mes más, se observó que estas no germinaron. Aunque la temperatura y la humedad hayan sido favorables para la germinación existen otros factores que la limitan, y pueden ser de origen interno de la propia semilla o ambientales.

Las semillas que permanecieron embebidas hasta por dos meses en el suelo, entraron en un estado de putrefacción, debido a que en estas condiciones son más susceptibles al ataque de microorganismos y a la degeneración celular.

La población de semillas colectadas de *S. deppoi*, mostro una gran heterogeneidad fisiológica, representada por diferentes grados de latencia. Esto concuerda con lo que menciona Taylorson (1982), en cuanto a que algunas semillas de malas hierbas presentan latencias múltiples, lo cual Jauzein (1986), señala como resultado de fenómenos complejos como: composición genotípica, predeterminación sobre la planta madre según su posición y las condiciones reinantes en el momento de la maduración, etc. Así las semillas de *S. deppoi* que se encontraban en condiciones óptimas para germinar, lo hicieron desde el inicio de la temporada de lluvias, con porcentajes de humedad cercanos al 70 % .

Los resultados de germinación en laboratorio con semillas no escarificadas, presentaron patrones de respuesta muy similares a los de campo, con bajos porcentajes de germinación; todas aquellas semillas que no germinaron en laboratorio, permanecieron sin embeberse.

Después de la conservación en seco, a temperatura y humedad del laboratorio, el número de semillas con las condiciones óptimas para germinar a partir de junio, presentó un leve incremento con el tiempo, obteniendo el mayor porcentaje al final de la temporada de lluvias, tanto en semillas expuestas a la luz como en oscuridad. Este fenómeno a través del tiempo, indica que algunas semillas han sufrido cambios que en este caso pudieran estar relacionados con la permeabilidad de las cubiertas seminales.

A pesar de que se acrecentó la capacidad germinativa de una pequeña porción de semillas al final de la temporada de lluvias, la mayor parte de ellas se mantuvo en estado latente. La incapacidad de las semillas para germinar, podría radicar en un estado fisiológico propio del embrión o en una latencia generada por las cubiertas seminales o en la conjunción de ambos fenómenos.

Los resultados de germinación en laboratorio con semillas escarificadas (Gráfica 6) presentaron los porcentajes más elevados y óptimos, lo cual indica la presencia de una testa impermeable, que representa en esta etapa el principal mecanismo de latencia de la especie. Estos datos concuerdan con los reportados por Mann et al (1981) quienes señalan la presencia de una latencia impuesta por la cubierta seminal en *S. angulatus*, ya que al ensayar con semillas no escarificadas, encontraron porcentajes de germinación muy bajos (11%) a diferencia de los porcentajes elevados obtenidos

con semillas escarificadas (hasta 75%); además cuando colocan las semillas en agua por 48 horas observan un incremento de sólo 5% en el peso de las semillas no escarificadas, en comparación con un 88%, para semillas escarificadas.

Las semillas escarificadas de *S. deppii* G. Don, mostraron una mejor respuesta germinativa en los lotes expuestos a la luz, que en los de obscuridad. Enfocando la atención sobre las semillas escarificadas mantenidas en obscuridad, se aprecia que aun después de eliminar la barrera de la impermeabilidad impuesta por la testa, una cierta proporción es incapaz de germinar.

Puesto que las semillas escarificadas responden a la luz, debe existir un pigmento en el embrión involucrado en su absorción, el cual en especies de otras familias, se ha determinado que es el sistema fitocromo (Taylorson, 1972).

No obstante la respuesta favorable obtenida con la luz, los porcentajes obtenidos en la obscuridad se igualaron, conforme avanzó la temporada de lluvias, reflejando así una indiferencia de la semilla respecto a la luz u obscuridad después de este lapso. De igual manera Taylorson (1982) refiere que en algunas semillas de malas hierbas se presenta sensibilidad a la luz inmediatamente después de que la semilla ha madurado; pero que conforme avanza el tiempo, se pierde esta sensibilidad y las semillas se vuelven indiferentes a la presencia de luz u obscuridad para germinar. Es obvio que, a pesar de existir una influencia de la luz sobre la respuesta germinativa en los dos primeros meses (junio y julio), el requerimiento más importante para la promoción de germinación fué la escarificación.

Aunque en el campo se presentó germinación en todos los estratos, las plántulas de las semillas que se encontraban a 15.0 y 25.0 cm de profundidad, no lograron alcanzar la superficie en campo ni en laboratorio (gráfica 8); este fenómeno puede

estar relacionado con la morfología de la plántula (en particular de los cotiledones) que opone resistencia ante las capas del suelo que la cubren, así como a la estructura y textura del mismo, que ejerce presión sobre el crecimiento de la plántula. Investigaciones sobre la emergencia de plántulas a partir de varias profundidades, durante el periodo regular de germinación de las semillas (King, 1966 en Stoller y Wax, 1973), revelaron una estrecha asociación entre el tamaño y el peso de la semilla, con la máxima profundidad de emergencia; es decir aquellas semillas más grandes, emergerán de profundidades mayores.

Tomando en cuenta estas consideraciones, se puede decir que en las semillas de *S. deppet*, el fracaso en la emergencia de las plántulas desde 15.0 cm o más profundidad, también refleja que la cantidad de nutrientes almacenados por la semilla, no es la suficiente para emerger desde estos estratos.

Como consecuencia del ambiente húmedo y temperaturas constantes, las plántulas que no logran emerger sufren degeneración celular y el ataque de microorganismos, que en conjunto provocan su putrefacción.

En cambio, a partir de las profundidades de 0.5 y 5.0 cm si se observó emergencia, correspondiendo el mayor porcentaje, al nivel más superficial.

Cabe resaltar que los valores de emergencia de plántulas, no alcanzaron el 100 % en laboratorio ni en campo, a pesar de haber trabajado con semillas escarificadas para eliminar la impermeabilidad impuesta por la testa. Tomando como base los resultados de germinación en laboratorio para semillas escarificadas, con valores del 100 % en la mayoría de los casos, se esperaba encontrar porcentajes elevados en la emergencia de plántulas en campo y laboratorio, a partir de semillas escarificadas. Sin embargo, en el campo se obtuvieron bajos

porcentajes, debido a que las semillas requieren de periodos prolongados de humedad para su germinación, como se observó en laboratorio, donde fué necesario mantener la humedad constante hasta por un mes. Estas condiciones constantes de humedad, no se presentan en el campo, ya que el terreno se encuentra en una zona de temporal en la que el contenido de humedad del suelo puede variar considerablemente en la superficie, empezando muy alto inmediatamente después de la precipitación y muy cercana a la sequedad antes de la siguiente lluvia, debido a que en el clima de verano, existe una fuerte evaporación provocada por el incremento en la irradiación solar.

Lo anterior se puede reforzar con los resultados de emergencia en laboratorio para 0.5 cm, donde se registraron altos porcentajes, superiores al 70 % gracias a que se mantuvieron constantes las condiciones de humedad y temperatura con irrigación diaria, lo cual evitó una fuerte evaporación a través del día.

En el caso de *S. angulatus*, Mann *et al* (1981) señalan rangos de mayor emergencia entre 2.0 y 10.0 cm., decreciendo a medida que aumenta la profundidad de sembrado. También Zepeda (1988) reporta emergencia de plántulas de *S. deppoi* en un rango entre 0.1 y 10.0 cm., disminuyendo conforme aumenta la profundidad, con la mayor emergencia entre 2.0 y 6.0 cm. Estos resultados difieren con los presentados aquí, por los distintos tipos de textura de los suelos de los terrenos de cultivo que estudió Zepeda (1988) y por los métodos empleados en su determinación, ya que se basó en cortes de suelo en terrenos infestados, para observar profundidad de emergencia. En cambio la metodología que se siguió en el presente trabajo, comprendió

unicamente semillas sembradas a las profundidades establecidas, en un suelo arenoso-migajoso.

Con los fenómenos de imbibición, muerte fisiológica y germinación, el banco de semillas va disminuyendo su tamaño. Considerando solo semillas de la última cosecha, se encontró un rango de decremento de 10.0 a 60.0 % de acuerdo con la profundidad a la que se encontraban; es decir a menor profundidad, el número de semillas que permanecieron viables fué mayor respecto a los estratos más profundos.

Por lo anterior las semillas que se mantuvieron en estado latente, pasan a incorporarse a un banco de semillas permanente de tipo IV (Thompson y Grime, 1979), dado que se presentan altos porcentajes de semillas viables por más de un año (gráfica, 5).

Una vez terminada la temporada de lluvias, el banco de semillas queda expuesto a prácticas agrícolas (rastra, barbecho, siembra, etc.) las cuales provocan un movimiento vertical que las redistribuye al azar en los diferentes estratos. De esta manera aquellas que se encontraban en estratos profundos, podrían pasar a niveles más superficiales y viceversa.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo se podría decir que en la siguiente temporada de lluvias, las semillas ya se encontrarán redistribuidas y habrán completado un ciclo más en el suelo, en el cual la estructura de la testa ha sufrido cambios, causados probablemente por su microambiente o por prácticas agrícolas, que han alterado su permeabilidad al agua.

Aquellas semillas que con la redistribución se encuentren en estratos profundos, tendrán las opciones de; a) germinar y que las plántulas no alcancen la superficie; b) embeberse y pudrirse; y c) mantenerse latentes formando parte del banco de semillas; mientras tanto las que se encuentran en estratos superficiales, podrán; a) germinar, y tener éxito en su emergencia o b) no germinar y permanecer latentes formando parte del banco de semillas.

En el caso de las semillas que germinen cerca de la superficie y que logren emerger, representan un peligro potencial, debido a que, a partir de ellas, se desarrollarán plantas maduras. El problema de infestación se puede resolver al inicio del cultivo a través de la eliminación de plántulas por medio de escardas. Sin embargo, en etapas posteriores, se convierte en un problema muy serio, porque los cultivos ya no se someten a dichas prácticas, debido a que han alcanzado una altura tal, que el paso del tractor o animales los dañaría. Dado que hay diferentes grados de latencia en el banco de semillas, algunas tendrán éxito en su germinación y emergencia, alcanzando un crecimiento vegetativo amplio en poco tiempo.

En este sentido se recomienda que los métodos de control para *S. deppoi*, se diseñen de tal modo que su aplicación sea antes de la madurez sexual de la planta, evitando de esta manera que se presente la producción de frutos, a partir de los cuales, se hace la dispersión de las semillas que se incorporarán y aumentarán el banco de semillas preexistente.

La eliminación de la nueva producción de semillas, reduciría en gran medida el problema de infestaciones futuras, puesto que si se continúa combatiendo las nuevas generaciones de plántulas

antes de que prosigan su crecimiento y alcancen su madurez sexual, se lograría a largo plazo, la erradicación de esta arvense del terreno de cultivo, ya que se vería disminuido gradualmente el banco de semillas existente por los mecanismos ya mencionados.

CONCLUSIONES.

- Las semillas de *S depei* provenientes de la última cosecha tienen bajos porcentajes de germinación, en cada uno de los meses de la siguiente temporada de lluvias y en las cuatro profundidades ensayadas.
- Los mayores porcentajes de germinación tienden a ser mayores en las profundidades de 15.0 y 25.0 cm.
- El porcentaje de semillas embebidas se incrementó conforme avanzó la temporada de lluvias (agosto y septiembre; $F=6.86$, $\alpha=0.05$), con una tendencia a aumentar en los estratos más profundos.
- La testa es el principal mecanismo que impone la latencia en estas semillas.
- Un alto porcentaje de las semillas que no germinaron permanecen viables, sin embeberse.
- De las profundidades ensayadas, las plántulas logran emerger desde 0.5 y 5.0 cm, con la mayor emergencia en 0.5 cm.

BIBLIOGRAFIA.

- Acosta-Nuñez, S. y Agundis-Mata, O. 1976. Epoca de emergencia de las principales malas hierbas de la región norte de Tamaulipas. *Agricultura técnica en México*. 3: 12; 437-441.
- Agundis, M. O. 1984. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el combate de la maleza. S.A.R.H. Publicación especial. No. 115. Mexico.
- Angevine, W.M. and Chambot, F. 1979. Seed germination syndromes in higher plants. En Angevine, M. M. and Chambot, F. *Topics in plant population biology*. Columbia University Press. New York. 305 pp.
- Baker, H.G. 1974. The evolution of weeds. *Ann. Rev. of Ecol. and Sys.* 5: 1-24.
- Baskin, J.M. and Baskin, C.C. 1981. Seasonal changes in the germination response of buried *Lantana amplexicaule* seeds. *Weed Research*. 21: 299-306.
- Bewley, J.D. and Black, M. 1984. *Seed physiology of development and germination*. Plenum Press. New York. 367 pp.
- Chadoeuf-Hannel, R. 1985. La dormance chez les semences de mauvaises herbes. *Agronomie*. 5 (8). 761-772.
- Come, D. and Thévenot, C. 1982. Environmental control of embryo dormancy and germination. En Khan, A.A. *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*. Elsevier Biomedical Press New York. 547 pp.

- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New Yor. 1262 pp.
- Domínguez, R. I. y Aguilera, H. N. 1984. Manual de análisis físicoquímico de suelos. UNAM.
- Duke, S.O. 1985 Weed physiology. Vol. I. Reproduction and ecophysiology. C.R.C. Press. Inc. Florida. 165 pp.
- Eastin, F.E. 1983. Smallflower morningglory (*Jacquemontia tamnifolia*), germination as influenced by escarification, temperature an seeding depth. *Weed Science* 31: 727-730.
- Egey, H.G. and Duke, O.S. 1985. Physiology of weed seed dormancy and germination. En Duke, O.S. Weed physiology. Vol. I. Reproduction and ecophysiology. C.R.C. Press, Inc. Florida. 165 pp.
- Gómez, L.F.; Chandler, J.M.; and Vanghan, C.E. 1978 Germination aspects, emergence and seed production of three taxa of *Ipomoea*. *Weed science*. 8 (3) 245-248.
- González, I.R. 1985. Evaluación de herbicidas para el control del chayotillo (*Stycos ssp*) y su efecto en componentes de rendimiento en triticale de temporal. Memorias del VI Congreso Nacional de la Maleza. Taxco, Gro. 179-193.
- Grime, P.J. 1982. Estrategias de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Limusa. México. 222 pp.

- Hadas, A. 1982. Seed-soil contact and germination. En Khan, A.A. The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination. Elsevier Biomedical Press. New York. 547 pp.
- Harper, L.J. 1977. Populations biology of plants. Academic Press. New York. 892 pp.
- Hernandez, J.C. 1987. Cucurbitaceae. En flora fanerogámica del Valle de México. Vol. II. 415-422.
- Jann, C.R. and Amen, D.R. 1977. What is germination ?. En Khan, A.A. The physiology an biochemistry of seed dormancy. North-Holland publishing company. New York. 447 pp.
- Jauzein, P. 1979. Physiologie de la germination des graines de *Sinapis arvensis* L. Thèse 3e Cycle Paris
- Jauzein, P. 1986. Echelonnement et périodicité des levées de mauvaises herbes. Bull. Soc. Bot. Fr. 133 Lettres Bot. (2) 155-156.
- Jeffrey, C. 1978. Further notes on Cucurbitaceae; IV some New World Taxa. Kew Bull. 33 ; 347-380.
- Khan, A.A. 1977. Seed dormancy; changing concepts and theories. En Khan, A.A. The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. North-Holland publishing company. New York. 447 pp.

- Khan, A.A. and Saminy, C. 1982. Hormones in relation to primary and secondary seed dormancy. En Khan, A.A. The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination Elsevier Biomedical Press. New York. 547 pp.
- Little, M.T. y Hills, J.F. 1987. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trillas. Mexico 270 pp..
- Mann, R.K.; Rick, C.E.; and Witt, W.W. 1981 Germination and emergence of burcucumber, *Sicyos angulatus* Weed Science 29: (1) 83-86.
- Martínez, M. y Matuda, E. 1979. Flora del Estado de México Tomo I. biblioteca Enciclopédica del Estado de México.
- Nikolaeva, G.M. 1977. Factors controlling the seed dormancy patterns. En Khan, A.A. The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. North-Holland publishing company. New York: 447 pp.
- Roberts, H.A. and Lockett, M.P. 1978. seed dormancy and periodicity seedling emergence in *Veronica hederifolia* L. Weed Research, 18: 41 -48.
- Roberts H.A. 1979. Periodicity of seedling emergence and seed survival in some Umbelliferae. Journal of Applied Ecology. 16: 195-201
- Rzedowski, J. y Rzedowski, C. 1985. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol II. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas e Instituto de Ecología. México. 674 pp.

- Stoller, E.W. and Wax, L.M. 1973. Periodicity in the germination and emergence of some annual weeds. *Weed Science* 21: 574-580.
- Taylorson, R.B. 1970. Changes in dormancy and viability of weed seeds in soils. *Weed Science* 18: 265-269.
- Taylorson, R.B. 1972. Phytochrome controlled changes in dormancy and germination of buried weed seeds. 20: 5 417-422.
- Taylorson, R.B. 1982. Interaction of phytochrome and other factors in seed germination. En Khan, A.A. The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination. Elsevier Biomedical Press. New York. 547 pp.
- Thompson, K. and Grime, J.P. 1979. Seasonal variation in the seeds bank of herbaceous species in ten contrasting habitats *Journal of Ecology* 67: 803-921.
- Vázquez, Y. C. y Orozco, S.A. 1984. Fisiología ecológica de las semillas de los árboles de la selva tropical. *Ciencia*, 35: 191-201.
- Vidaver, W. 1977. Light and germination. En Khan, A.A. The physiology and biochemistry of seed, dormancy and germination. North-Holland publishing company. New York. 447 pp.
- Zar, H.J. 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Inc. USA. 599 pp.
- Zepeda, A.S. 1988. Estudio preliminar de la biología de la arvense *Sicyos deppoi* G. Don y el efecto de poblaciones naturales sobre el rendimiento y la cosecha de maíz. *Zea mays* L: Tesis Maestría en Ciencias. Centro de Botánica, Colegio de Posgraduados.