



218
241
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA
RUPTURA DE LA LATENCIA DE SEMILLAS DE LAS
ARVENSES *Ipomoea purpurea* (CONVOLVULACEAE)
Y *Sicyos depperi* (CUCURBITACEAE)"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

JOSE GONZALO RICARDO WONG

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1991



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. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	13
III. DESCRIPCION DE LAS ESPECIES	14
IV. METODOLOGIA	17
DISEÑO ESTADISTICO	23
V. RESULTADOS	28
VI. DISCUSION	51
VII. CONCLUSIONES	63
VIII. BIBLIOGRAFIA	64

RESUMEN

Las plantas anuales *Ipomoea purpurea* y *Sicyos deppei*, son maleza de cultivos de maíz y frijol entre otros y producen semillas duras, impermeables al agua capaces de almacenarse en el suelo formando reservorios de los cuales se origina la invasión de los terrenos. Desde la dispersión de las semillas hasta la primera temporada favorable para la germinación y el crecimiento, transcurren aproximadamente 6 meses que comprenden las estaciones de invierno y primavera, con lluvias esporádicas. En este intervalo la dureza de las semillas de una proporción de la población debe vencerse para permitir la reanudación del crecimiento y el establecimiento de las plantulas. En este trabajo se estudio la influencia de la temperatura en condiciones de campo y laboratorio, sobre la latencia de las semillas de ambas especies, considerando un ambiente fluctuante y uno constante. Las semillas maduras se expusieron en campo al medio imperante a 5 y 25cm de profundidad, dentro de bolsas de malla, con registro quincenal de temperaturas y en laboratorio a las temperaturas de 8°/28°C y 25°C, en charolas de papel. Estos experimentos se realizaron de diciembre de 1989 a mayo de 1990. Se muestrearon mensualmente 8 lotes de 20 semillas cada uno por tratamiento y se colocaron en condiciones de germinación en cajas petri, para obtener el porcentaje de semillas quiescentes. La variación ambiental del nivel superficial de 5cm, con temperaturas de 6 a 35°C, promovió un aumento en el porcentaje de semillas quiescentes de *I. purpurea* de 36% a 75%, no así el ambiente constante de 25cm, con temperatura baja de 18-20°C en promedio, donde se mantuvo alrededor del 48% de semillas latentes, desde el inicio del experimento. En laboratorio, las temperaturas fluctuantes de 8°/28°C y constante de 25°C, incidieron sobre la pérdida de la latencia con un mayor efecto de la temperatura constante de 25°C que produjo de 42% a 94% de germinación; respecto al que produjo la temperatura fluctuante de 8°/28°C que propicio de 24% a 65% de germinación. En cambio para *S. deppei* el ambiente natural a 5 y 25cm de profundidad, incidió en la ruptura de la latencia del 50% aproximadamente de la población, alcanzando tal valor en 25cm, en un tiempo más corto. Las pruebas de *S. deppei* en ambiente controlado, no fueron equiparables a las de campo, ya que solo respondieron a los tratamientos bajos porcentajes de semillas, no superiores al 5%. En *I. purpurea* la temperatura alta ejerce una influencia considerable sobre la pérdida de la latencia; en cambio en *S. deppei* la temperatura no es el factor más importante, sino el conjunto de condiciones a las que quedan sujetas las semillas en el suelo.

INTRODUCCION

La selección natural ha sido la principal fuerza de la evolución que ha operado durante millones de años, favoreciendo el desarrollo de nuevas adaptaciones a las condiciones ambientales. Se han realizado diversos intentos para comprender cómo funciona la vegetación y cómo varía en composición de un lugar a otro, así como con el paso del tiempo. Las plantas que crecen en regiones con una alternancia climática marcada estacionalmente, han desarrollado mecanismos que aseguran la sobrevivencia durante los períodos desfavorables.

En un amplio rango de habitats, la vegetación herbácea está sometida a daños estacionales predecibles por fenómenos tales como sequías, temporales, inundaciones, pisoteo y pastoreo. Así en aquellas áreas de terreno que cada año son denudadas, la estrategia regenerativa más común es la recolonización anual durante una estación particularmente favorable (Grime, 1982).

En relación con la mayoría de los propágulos, las semillas constituyen el principal mecanismo de regeneración en las poblaciones de plantas anuales. En general, las semillas se caracterizan por ser numerosas, independientes y tolerantes a restricciones, lo cual les confiere el potencial para una rápida multiplicación, diseminación y estado latente (Grime, 1982). Las semillas han desarrollado evolutivamente la capacidad de mantenerse vivas por un cierto período a través de una baja actividad metabólica, reducido contenido de agua y nulo crecimiento, gracias a lo cual logran resistir a los rigores del frío y de la sequía o evitan su germinación inmediatamente después

de caer al suelo, aunque las condiciones del medio sean adecuadas. A tal estado se le da el nombre de latencia e implica la incapacidad de una semilla viable para germinar bajo condiciones favorables al desarrollo de la plántula (Duke, 1985).

Debido a la latencia, las semillas pueden persistir en el suelo por muchos años, constituyendo un reservorio de diasporas viables enterradas, conocido como banco de semillas (Duke, 1985).

En los bancos donde una cierta proporción de las semillas que lo componen se mantienen viables por lo menos un año, se conocen como bancos persistentes, los cuales se dividen en 2 tipos: uno es aquel donde la mayoría de las semillas germinan rápidamente después de su liberación, pero una baja proporción no germina y se incorpora a un banco limitado. El segundo es donde sólo unas cuantas semillas germinan después de su diseminación, manteniendo un banco abundante respecto a la producción de semillas (Grime, 1982).

El estado de latencia le permite a la semilla sobrevivir durante las etapas en que las condiciones ambientales serían adversas para el establecimiento y crecimiento de la plántula, de tal forma que puede germinar en un tiempo posterior.

La latencia de las semillas se sustenta sobre una base genética, donde la expresión de los genes se puede ver influida por factores ambientales, ya que la semilla latente debe responder a estímulos que le indiquen la probabilidad de las condiciones futuras (Duke, 1985). De acuerdo a lo anterior las principales causas que inducen a la latencia se pueden agrupar en:

- Factores ambientales:
- a) Influencia positiva o negativa de la luz para la germinación.
 - b) Temperatura supra o infraóptima.
 - c) Ausencia de agua.
 - d) Atmosferas bajas en O_2 .

- Factores internos:
- a) Cubierta seminal impermeable.
 - b) Inmadurez del embrión.
 - c) Baja concentración de etileno.
 - d) Presencia de inhibidores.
 - e) Ausencia de promotores del crecimiento.

De esta forma, debe existir algún mecanismo sensor interno que detecte las condiciones ambientales asociadas con los cambios de estación durante el año y con la posición de las semillas en el suelo. Por otra parte la latencia de las semillas se va perdiendo con el transcurso del tiempo, de tal manera que coincide con la temporada en que las condiciones ambientales son favorables al crecimiento de la plántula y además, ocurre en semillas localizadas en lugares propicios del suelo, para lograr el establecimiento de éstas antes de que agoten las reservas nutritivas de las semillas (Khan, 1960).

Aquellas semillas que son latentes desde su disseminación, se dice que presentan latencia innata. En cambio en otras, la latencia es de tipo inducida por condiciones ambientales desfavorables, como altas temperaturas, concentración reducida de oxígeno, stress hídrico etc. (Khan, 1960).

La latencia innata (conocida también como latencia primaria) evita la germinación durante el desarrollo y maduración de la semilla

sobre la planta madre y generalmente también lo hace cierto tiempo después de su disseminación (Karssen, 1980/1981; Harper, 1977).

Sin embargo, la denominación de semilla latente no permite saber si la inaptitud para germinar la provocan las estructuras que rodean al embrión o si proviene del embrión mismo, ya que su origen puede ser muy variado. Baskin y Baskin, (1989) distinguen 3 causas generales de latencia innata:

- 1.- Cubierta seminal impermeable al agua.
- 2.- Embrión incompletamente desarrollado a la madurez de la semilla.
- 3.- Embrión fisiológicamente latente.

El mecanismo de latencia que evita el movimiento de agua a través de la cubierta seminal se conoce como impermeabilidad. Este difiere de otras formas de latencia innata características de las semillas, que se clasifican como latencia embrionaria, latencia fisiológica o latencia poscosecha (Quinlivan, 1971). De esta manera, la transformación de una semilla latente a no-latente, puede radicar en una serie de cambios que ocurren en: a) la cubierta seminal, promoviendo la pérdida de la impermeabilidad de la misma, o en b) el estado fisiológico o morfológico del embrión, conocidos como posmaduración (Wilkins, 1984).

Así, la presencia de cubierta seminal impermeable constituye una forma de latencia innata y las semillas que la presentan se denominan semillas impermeables o semillas duras (Quinlivan, 1971).

El desarrollo de una cubierta seminal impermeable constituye un mecanismo de control de la germinación, que favorece la

sobrevivencia de la especie, por tiempos variables.

Los cambios que conducen hacia la permeabilidad de la cubierta seminal dura no se presentan al azar ni ocurren sobre toda la cubierta, sino que involucran áreas específicas de la misma. En el estrofito de algunas leguminosas existe una zona de debilidad que se separa por exposición a altas temperaturas y permite la entrada de agua a la semilla (Ballard, 1973). A su vez, en *Sida espinosa* (Egley y Paul, 1981, 1982) el agua penetra a través del área calazal gracias a la carencia de paredes secundarias en la capa subempalizada de esta región.

Se ha propuesto que el mecanismo natural de la pérdida de impermeabilidad de las semillas duras, involucra alguna forma de daño en la cubierta seminal, ya sea por fuego, abrasión debida al impulso de las semillas sobre el suelo ejercido por el viento o el agua, ataque microbiológico, temperaturas altas y/o fluctuantes así como el paso por el tracto digestivo de animales (Murray, 1984).

Koller (1972) también expone como una idea comúnmente aceptada que las semillas secas sufren la pérdida de su latencia cuando se mantienen por semanas o meses a temperaturas de cuarto. Por el contrario, cuando las semillas secas se almacenan a 5°C o menos éstas se mantienen como semillas latentes.

Ello significa que si una semilla con latencia innata se somete a un almacenamiento en seco, irá perdiendo el grado de latencia y eventualmente la semilla se convertirá en no-latente.

Se han realizado diversos trabajos comparando las variables climáticas y los requerimientos ambientales de las semillas

previamente almacenadas en seco (Thompson, 1970; Baskin y Baskin, 1972 y 1979), así como de semillas enterradas en el suelo (Roberts y Lockett, 1978a). Tomando en consideración los factores internos y ambientales que influyen sobre la latencia de las semillas, queda de manifiesto que la temperatura constituye el factor dominante para este proceso que determina el periodo favorable para la germinación, ya que existe una correlación entre las temperaturas requeridas y las temperaturas vigentes en un cierto tiempo.

Existen otros factores (luz, pH, humedad, o concentración de gases) que también participan en la regulación estacional de la germinación, pero su papel queda restringido al periodo determinado por el control de la temperatura (Khan, 1982).

Estudios detallados sobre la influencia de temperaturas alternadas han mostrado una mayor efectividad de los estímulos conforme aumenta la amplitud de la fluctuación (Gries y Thompson, 1976 en: Khan, 1982).

En el almacenamiento en seco la pérdida de la latencia depende de la temperatura. A mayor temperatura será más rápida la pérdida de la latencia. Taylorson y Brown (1977) eliminan la latencia innata de las semillas de 12 especies de pastos al someterlas en seco, a un pretratamiento de 50 °C.

Las semillas de *Lasius purpureum* recién recolectadas, que son latentes a la madurez, sufren cambios que las capacitan para la germinación cuando se entierran y se mantienen sobre un rango de temperaturas altas (20/10, 25/15, 30/15 y 35/20 °C) (Baskin y Baskin, 1984).

La mayoría de los métodos artificiales para hacer permeables a las semillas duras se relacionan con el daño a la cubierta seminal o a una área específica de ésta, que facilite la entrada del agua. Tales tratamientos se pueden dividir en húmedos y secos:

- 1) Húmedos.- 1a) Acción química (ácido sulfúrico, alcoholes, acetona, agentes oxidantes) y
- 1b) Acción térmica (agua caliente, gases licuados).
- 2) Secos.- 2a) Acción mecánica (escarificación manual y mecánica, impacto, alta presión) y
- 2b) Acción térmica (calor seco, ondas radiantes o electromagnéticas, fluctuaciones térmicas en campo)

En el caso de tratamientos secos Iran y Cavanaugh (1984) señalan que el factor crítico que determina la velocidad de pérdida de impermeabilidad es la máxima temperatura a la que se exponen las semillas.

La mayoría de especies que producen semillas duras se convierten en permeables por las altas temperaturas de verano; pero también se ha observado que las grandes fluctuaciones de temperatura que resultan del diario calentamiento y enfriamiento del suelo, son responsables de este proceso. Así, la alternancia diaria de temperaturas (máxima de 30-60 °C, mínima de 15-20 °C), reblandecen las semillas de *Lupinus digitatus*, *Lupinus luteus*, *Medicago tribuloides* y *Trifolium subterraneum* (Quinlivan, 1961).

Debido a que las variaciones diarias de temperatura son más intensas en las zonas superficiales del suelo, las semillas ubicadas en éstas regiones tendrán mayores probabilidades de

romper su latencia y germinar que aquellas enterradas a varios centímetros; las semillas no necesariamente deben estar sobre la superficie del suelo para germinar, sino sólo lo suficientemente cerca de ella para que las condiciones ambientales cambiantes las hagan permeables.

Egley y Duke (1985) proponen que la amplitud de las fluctuaciones diarias pueden ser importantes como estímulos ambientales para la semilla que indiquen la proximidad a la superficie del suelo.

Las semillas son el principal mecanismo de propagación de las especies anuales, capaces de acumularse en el suelo y generar reservorios o bancos en una amplia variedad de grupos ecológicos.

La recolonización que llevan a cabo las plantas anuales en áreas denudadas, se logra a través de la germinación de las semillas del banco y del establecimiento de sus plántulas durante la estación favorable del año, gracias a lo cual surge nuevamente la vegetación. Jann y Amen (1977) definen a una semilla quiescente como aquella capaz de germinar, pero que no lo hace debido a condiciones ambientales desfavorables como la carencia de humedad suficiente.

Así, después de la destrucción o perturbación de la vegetación los bancos de semillas juegan un papel importante en la regeneración natural, conocida como sucesión secundaria (Grime, 1981 y Roberts, 1981).

Sin embargo, cuando el proceso de regeneración de la población de plantas silvestres obstaculiza la utilización de la tierra, o si se interpone de forma adversa al bienestar humano, las plantas se

consideran nocivas o maleza (Natural Academy of Sciences, 1978). Esto significa que en tierras de cultivo, las plantas nocivas compiten con vegetación más beneficiosa disminuyendo el rendimiento y la calidad de los productos del campo.

Los bancos de semillas en terrenos de cultivo normalmente contienen diásporas de numerosas especies, cada una de las cuales presentan diferentes patrones de germinación de sus semillas y de establecimiento de sus plantas (Leck, 1989).

Ipomoea purpurea L. y *Sicyos deppei* G. Don son plantas anuales de hábito trepador que se han registrado creciendo en diversos cultivos básicos tales como el algodón, soya y maíz, en distintas zonas de la República Mexicana (Zepeda, 1988).

Estas malezas producen semillas duras y su hábito de crecimiento altamente competitivo en forma de enredadera, interfiere con el desarrollo del cultivo y con la cosecha, provocando pérdidas en el rendimiento del cultivo.

Crowley y Buchanan (1982) mencionan que la amplia distribución de Ipomeas en zonas tropicales y templadas, se puede explicar parcialmente por la capacidad que tienen para adaptarse a estos diferentes tipos de climas. Además la gran cantidad de semillas que estas especies producen asegura su permanencia en los campos de cultivo; se ha registrado para *I. purpurea*, una producción de 26,000 semillas por planta aproximadamente.

Buchanan y Burns (1971) hacen un estudio de competencia con *I. purpurea* y *Cassia obtusifolia* en cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*) y reporta que *I. purpurea* disminuyó en un 40%

aproximadamente la producción de algodón con una densidad de 8 plantas de maleza por cada 7.31a. Así mismo Cole (1978), registra la reducción en un 46% de la producción de garbanzo debido a la competencia con *I. purpurea*.

Algunas convolvuláceas como *I. hederacea*, *I. lacunosa* e *I. hederacea* var. *integriuscula*, presentan desarrollo innato de cubiertas seminales impermeables o endurecimiento de testa después del enterramiento en el suelo, característica que comparten muchas especies de malezas (Gómez, et. al 1978).

Ponce et. al. (1990) sugieren que algunas capas en la testa de la semilla de *I. purpurea* podrían ser responsables de la impermeabilidad, como la subepidermis de naturaleza lipídica y con presencia de cutina o suberina; la línea clara del esclerénquima en empalizada, el mismo esclerénquima y la cutícula que separa a la testa del endospermo, cuya naturaleza también es lipídica.

Por su parte, *Sicyos deppei* se puede encontrar entre los 1,300 y 2,700 asnm aunque predomina en un 95% de los casos, en aquellas alturas mayores a 2,000 asnm (Zepeda, 1988). Se puede encontrar creciendo en: bosques, matorrales, pastizales, a la orilla de arroyos, de lagunas y más significativamente en caminos y en cultivos principalmente de frijol, cebada, trigo y maíz.

Zepeda (1988), en su estudio sobre la biología de *S. deppei*, concluye que esta maleza es muy agresiva y que su competencia con el maíz es indudablemente mayor al de otras especies anuales de crecimiento determinado. La agresividad de las poblaciones tardías es tal que causan la disminución del rendimiento del cultivo de maíz, así como el aumento del tiempo empleado en la cosecha de

dicho cereal por las molestias físicas que causan las cerdas espinosas que se adhieren al cuerpo de los cosechadores. Aunado a ello, se presenta una gran producción de semillas (30,000 por planta aproximadamente).

Lo anterior hace de esta especie una planta indeseable en los terrenos de cultivo.

Cruz (1989) indica que la testa es el principal mecanismo que impone latencia en *S. deppes* y que permanece un gran porcentaje de semillas viables que no germinan, acumulándose y aumentando un banco de semillas ya existente.

Alcázar (1990) describió el desarrollo e histoquímica de las semillas de *S. deppes* y concluye que la impermeabilidad al agua, está relacionada probablemente con la capa de esclerenquima y la delgada cubierta verde que se encuentra alrededor del embrión.

Como ya se menciona, se ha reconocido por mucho tiempo que la mayoría de las semillas pierden su latencia cuando se dejan por semanas o meses en un cuarto templado.

Por otra parte Taylorson y Brown (1977) encontraron que de 14 especies estudiadas, 12 incrementan significativamente su germinación al someterlas a tratamientos de 50°C por un tiempo de 14 días o menos.

Se han propuesto muchos métodos para romper la latencia en semillas con testa dura. Algunos de éstos que mejoran la germinación en semillas de *Ipomoea* son: punzar o picar la semilla con una aguja, tratamiento con ácido sulfúrico y escarificación con lija. Con ello se obtienen altos porcentajes de semillas

germinadas, en comparación con semillas no tratadas (Hardcastle, 1978).

Hola y Miller (1972) trabajando con 11 especies de malezas, entre ellas *Ipomoea purpurea*; concluyen que ésta presenta una latencia impuesta por testa impermeable principalmente, por lo que no reacciona a los tratamientos químicos con fitoreguladores, pero sí a algunos factores físicos tales como la temperatura y la sonificación.

Mann et. al. (1981) registraron en *Sicyos angulatus* que no hay germinación de semillas no-escarificadas en ninguna de las soluciones osmóticas, ni en las diferentes concentraciones de oxígeno probadas; pero con temperaturas entre 20 y 30°C, se presenta una mayor germinación.

Los estudios sobre los factores ambientales que influyen en la ruptura de la latencia impuesta por cubiertas seminales duras, permitirán hacer una interpretación de su respuesta a factores del medio en primer lugar y una predicción de la misma en segunda instancia.

Por ello resulta interesante estudiar los mecanismos que permiten a la semilla romper su latencia y germinar cuando las condiciones se vuelven favorables para este proceso y para el crecimiento de la plántula.

Considerando lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la temperatura sobre la pérdida de latencia de semillas recién cosechadas en etapa de dispersión de *Ipomoea purpurea* L. y *Sicyos deppei* G. Don en condiciones de campo y de laboratorio.

OBJETIVOS

-Determinar en campo la influencia de las fluctuaciones de temperatura a nivel superficial y profundo del suelo sobre la pérdida de latencia en semillas de *I. purpurea* y *S. deppei* durante los meses previos a la temporada de lluvias.

-Determinar en laboratorio la influencia de temperaturas constante y fluctuante sobre la pérdida de latencia en semillas de *I. purpurea* y *S. deppei* almacenadas durante los meses previos a la temporada de lluvias.

DESCRIPCION DE LAS ESPECIES

UBICACION TAXONOMICA

(Standley y Williams, 1970)

División: Embryophyta Siphonogama

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotyledonae

Orden: Tubiflorae

Suborden: Convolvulinae

Familia: Convolvulaceae

Género: *Ipomoea*

Especie: *Ipomoea purpurea* (L.) Roth

Nombres comunes (Rzedowski, 1985).

Campanilla, Quebra-cajete, Quilamul, Don Diego de día, Batatilla, Churristate, Campanitas, Manto de la virgen, Gloria de la mañana.

Ipomoea purpurea es una hierba voluble, pubescente. Hojas pecioladas, trilobuladas, pubescentes en ambas caras. Pecíolo de 5 a 20 mm.; limbo de 3.5 a 5 cm. de largo. Pedúnculos trifloros, axilares, de 3 a 4 cm de longitud. Sépalos lanceolados, con pelillos ásperos. Corola acampanada, violácea, de 3 a 5 cm. de longitud estaebres 5, desiguales, pilosos en la base. Ovario tricarpelar, glabro. Estigma trilobulado. Cápsula trilocular, con 6 semillas (Sanchez, 1978).

(Cronquist, 1981)

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Violales

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Sicyos*

Especie: *Sicyos deppei*

Nombres comunes (Martínez, 1979; Rodríguez y Agundis, 1981)

Acarino, Ximacoi, Calabacilla, Chayotillo, Atatana, Tatana, Tlapaloso, Tlapalazón.

Sicyos deppei presenta una raíz pivotante con raíces secundarias bien desarrolladas lateralmente casi paralelas a la superficie del suelo y a poca profundidad.

En el tallo la ramificación es profusa generando ramas hasta de tercer orden a partir del tallo principal; la longitud total de una planta puede llegar a ser de 400 m.

Las hojas con pecíolos de 1 a 9 cm de largo, hirsutos, limbo ovado, de 2 a 15 cm de largo y ancho de 5 a 7 cm lobado o angulado, lóbulo terminal triangular-oblongo, ápice acuminado, márgenes serruladas, base profundamente cordada. Inflorescencia masculina de 8 a 18 cm de largo sobre pedúnculos de más de 10 cm de largo; flores con pedicelos de 5 a 12 mm de largo. Corola

amarilloverdosa, de 3 a 6 mm de diámetro; inflorescencia femenina en glomérulos, sobre pedúnculos de 1 a 2 cm. de largo, flores en número de 5 a 15; fruto triangular-ovoide de 6 a 8 mm. de largo, con un peso unitario de 0.03 a 0.04g (Zepeda, 1988; Rzedowski, 1985).

METODOLOGIA

La metodología comprende la descripción de la colecta del material biológico (semillas de *I. purpurea* y frutos de *S. deppei*), su selección, el establecimiento del tamaño del lote, el montaje de los experimentos en campo y laboratorio, así como el muestreo y las pruebas de germinación y viabilidad realizadas en laboratorio de las semillas tratadas. Se anexa el diseño estadístico propuesto para el análisis de los experimentos.

En noviembre de 1989 se cosecharon semillas de *Ipoëea purpurea* L. y *Sicyos deppei* G. Don en terrenos de cultivo en San Pedro Atocpan, D.F. (fig. 1). Se hizo una selección de las semillas, eliminando aquellas con perforaciones hechas por insectos o con un color amarillento. A partir de muestras de la población de semillas se estableció el tamaño de los lotes o unidades experimentales para las pruebas de germinación, por medio del siguiente procedimiento: Se colocaron diferentes cantidades de semillas de *S. deppei* e *I. purpurea* sin escarificar, bajo condiciones de germinación por dos semanas: 5, 10, 15, 20, 25, y 30 semillas por caja petri con 3 repeticiones cada una y se hizo un registro semanal de las semillas germinadas. El resultado de la prueba mostró que ninguna de las semillas de *S. deppei* germinó, y sólo el 40% promedio de semillas de *I. purpurea* germinó, con 20 semillas por caja petri; se procedió a escarificarlas y resembrarlas en las mismas condiciones de germinación por dos semanas, con registros semanales. En esta ocasión, el resultado fue de un 62% de germinación en promedio para *S. deppei* y 60% para

I. purpurea, a partir de 20 semillas por caja petri, por lo cual se decidió trabajar con este número de semillas por unidad experimental. En cuanto a las repeticiones se decidió contar con un número de ocho para reducir la variación de los resultados (cuadro 1).

Una vez establecido el tamaño de la unidad experimental (20 semillas) y el número de repeticiones (8) se montaron 2 experimentos conjuntos por especie en el mes de diciembre (fig. 1): uno en campo y otro en laboratorio. El experimento de campo se realizó en Nepantla Estado de México y el de laboratorio en cámaras de ambiente controlado en la facultad de Ciencias UNAM. El periodo de experimentación comprendió 6 meses de la temporada de sequía (diciembre a mayo) previos a la temporada de lluvias. En el campo se enterraron por separado semillas de *S. deppei* y de *I. purpurea* en bolsas de malla de plástico de 10x10cm, a las profundidades de 5cm y 25cm, considerando que en 5cm quedarían expuestas las semillas a un rango amplio en la variación de la temperatura, a diferencia de 25cm donde las condiciones térmicas son más constantes. En el laboratorio se trató de semejar las condiciones de campo en cuanto temperatura, por lo que se colocaron las semillas en cámaras de ambiente controlado con un fotoperíodo de 16h luz / 8 de obscuridad: uno a temperatura fluctuante 8°/28°C, y otro a temperatura constante de 25°C en obscuridad, sobre charolas de papel.

Se realizaron muestreos mensuales de 8 unidades experimentales

(bolsas de malla y charolas de papel) tanto de las semillas en el campo como las de laboratorio. Al desenterrar las semillas que estaban en el campo se registraron las semillas germinadas y no germinadas. Se consideró germinada a una semilla cuando la radícula salía a través de la cubierta seminal.

Las semillas no germinadas provenientes del campo y de las cámaras, se sometieron a condiciones de germinación en el laboratorio para saber si eran latentes. Para ello se aplicó una desinfección previa con los siguientes pasos: se lavaron en agua corriente por dos minutos, se desinfectaron en hipoclorito de sodio al 4% por diez minutos y se enjuagaron dos veces en agua destilada.

Ya desinfectadas las semillas se colocaron en cajas de petri con papel absorbente (ambos esterilizados en autoclave), dentro de una campana de flujo laminar y se dejaron germinar a una temperatura de 25°C y fotoperiodo de 16h luz/8h oscuridad.

Las semillas permanecieron en estas condiciones por 15 días, con una revisión intermedia en la primera semana, para contar y eliminar las semillas germinadas.

Al término de este período las semillas no germinadas se sometieron a pruebas de viabilidad, por escarificación para *I. purpurea* y con tetrazolio para *S. deppoi*.

Las semillas de *I. purpurea* se escarificaron mecánicamente en la región calazal por fricción con lija y se colocaron en condiciones de germinación en laboratorio durante una semana. Se consideró viable toda semilla germinada.

Las semillas de *S. deppei* también se escarificaron mecánicamente en la región calazal para lograr su hidratación en agua destilada (imbibición). Una vez embebidas las semillas, fue posible extraer el embrión para separar los dos cotiledones. Los cotiledones que mantuvieron unido el eje hipocótilo-raíz, se depositaron en recipientes de plástico negro, cilíndricos de 3 cm de diámetro y 5 cm de altura, a los que se les agregó solución de tetazolio al 0.5% hasta cubrir los cotiledones y se taparon. Se mantuvieron por 12 horas a temperatura ambiente.

Se consideraron viables aquellos cotiledones teñidos de rojo que no presentaron zonas incoloras en el eje o en su unión con los cotiledones o que estas zonas, si estaban presentes en los cotiledones, no fueran mayores de un tercio del tamaño de los mismos.

Para medir la humedad del suelo en el terreno experimental, se abrió una cavidad de 40cm de profundidad para lograr tener al descubierto un perfil del suelo. Con una cinta graduada se marcaron los niveles de 5, 10, 20 y 30cm de profundidad para tomar muestras en cada uno de ellos de la siguiente manera: un cilindro de aluminio con un volumen de 100 ml, se introdujo de forma transversal a la cara del perfil, hasta llenar por completo el cilindro.

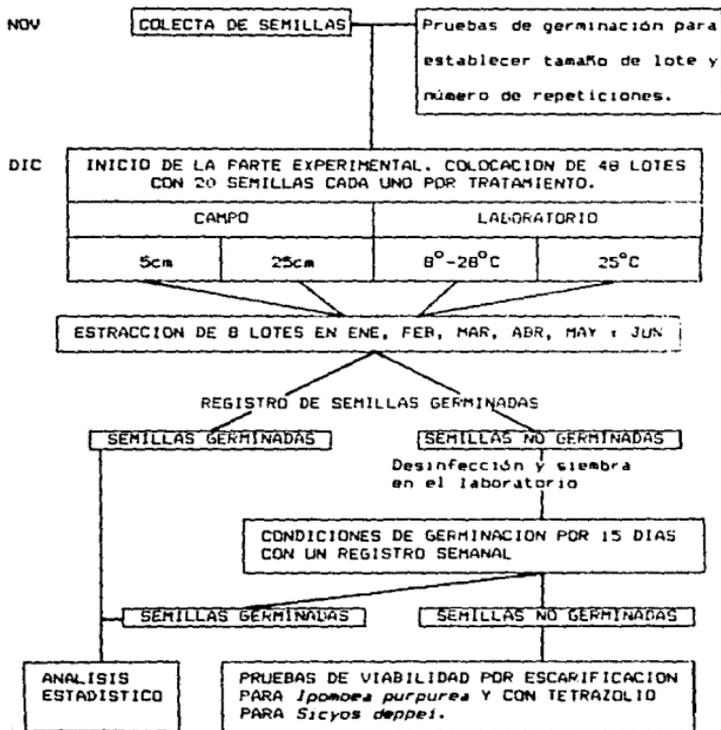
El contenido de éste se pesó para obtener el peso húmedo del suelo e inmediatamente las muestras se secaron a 110°C durante 24 hrs. para medir el peso seco de las mismas. La diferencia entre ambos datos reveló el contenido de humedad de las muestras para el volumen utilizado y a partir de este se calculó el porcentaje de

humedad relativa.

Las muestras se tomaron en el mes de abril y se hicieron 2 repeticiones.

Las temperaturas del suelo se registraron quincenalmente: a dos profundidades a) superficial (5cm) utilizando un termómetro Taylor para temperaturas máxima y mínima y b) profunda (25cm) introduciendo un termómetro de bulbo con graduación de 0°C a 50°C por 15 minutos, en tubos de plástico enterrados desde el inicio del experimento a tal profundidad y cubiertos con tapon de plástico para mantener vacío su interior; este procedimiento se realizó en 5 sitios del terreno en los 4 extremos y en el centro para obtener la media del dato.

Fig. 1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL EXPERIMENTO CON
Ipomoea purpurea y *Sicyos deppei*.



DISEÑO ESTADÍSTICO

Para las semillas de *I. purpurea* y *S. deppei* sometidas a los tratamientos de campo y laboratorio, cuya respuesta se evaluó mensualmente durante los 6 meses siguientes a su recolección, se utilizó en cada conjunto de datos un modelo con dos criterios de clasificación (tratamiento y tiempo de almacenamiento en campo o en laboratorio) con interacción.

Para ello se propuso el emplear el siguiente modelo:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Con $r=1, 2, 3, \dots, 8$
 r = repeticiones.

en donde:

y_{ijk} es la variable de respuesta y representa el porcentaje de semillas germinadas, registrado en el i -ésimo mes después de su recolección, sometido al j -ésimo tratamiento de profundidad o temperatura en la k -ésima repetición, .

μ representa la media general.

α_i representa el efecto producido en el i -ésimo mes sobre la variable de respuesta.

β_j representa el efecto producido por el j -ésimo tratamiento en la variable de respuesta.

$(\alpha\beta)_{ij}$ representa el efecto conjunto del i -ésimo mes y el j -ésimo tratamiento en la variable de respuesta.

e_{ijk} factor de variabilidad asociado a las condiciones no controladas del experimento, el cual se considera con

distribución normal e independiente, con media de cero y varianza constante.

El análisis de este modelo consiste en establecer, como primer paso, la significancia del término interacción. En el caso de que sea no-significativo, en la misma tabla se puede establecer por separado la significancia de los efectos de los dos factores bajo estudio. Si se detectan efectos significativos de un factor, se aplica la prueba de la diferencia honesta significativa de Tuley con la finalidad de establecer cuáles son los niveles que causan las diferencias.

FACTORES	NIVELES	TRATAMIENTOS	
profundidad (A) o temperatura	P_1, P_2	1- P_{11}	P_{21} combina-
		M 2- P_{12}	P_{22} ciones de
tiempo (B)	$t_1, t_2 \dots t_d$	E 3- P_{13}	P_{23} tempera-
		S 4- P_{14}	P_{24} turas con
		5- P_{15}	P_{25} tiempos.
		6- P_{16}	P_{26}

ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA UN EXPERIMENTO FACTORIAL DE 2 FACTORES Y REGLA DE DECISION.

Factor de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Lib.	Cuadrados Medios	F Calculada
Tiempo (A)	$SC_A = \sum_{i=1}^I \frac{(y_{i..})^2}{n_i} - \frac{y^2}{N}$	i-1	$S_A^2 = \frac{SC_A}{i-1}$	$F_{calc} = \frac{CM_{factorio}}{CM_{error}}$
Profundidad o Temperatura (B)	$SC_B = \sum_{j=1}^J \frac{(y_{.j})^2}{n_j} - \frac{y^2}{N}$	j-1	$S_B^2 = \frac{SC_B}{j-1}$	
Interacción A B	$SC_{AB} = \left(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{y_{ij}^2}{n_{ij}} - \frac{y^2}{N} \right) - SC_A - SC_B = (i-1)(j-1)$	$(i-1)(j-1)$	$S_{AB}^2 = \frac{SC_{AB}}{(i-1)(j-1)}$	
Error	$SC_{error} = SC - SC_A - SC_B - SC_{AB}$	NIJ	$S_{error}^2 = \frac{SC_{error}}{N-I-J}$	
Total	$SC = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \frac{y_{ijk}^2}{1} - \frac{y^2}{N}$			

Si F calculada es mayor a F de tablas, se rechaza H_0 a un $\alpha = 0.05$.

La evaluación estadística de los resultados obtenidos en campo se hizo para determinar si existía interacción de los factores profundidad y tiempo de enterramiento, por lo que se plantearon las siguientes hipótesis:

- H_0 No existe interacción de la profundidad-tiempo de enterramiento que influya sobre el porcentaje de germinación.
- H_a Existe interacción de la profundidad y el tiempo que influye en el porcentaje de germinación.

En caso de que se rechace H_0 se prosigue a analizar las medias del porcentaje de germinación como resultado de la suma profundidad-tiempo de enterramiento, por medio del método de separación de medias de Tukey, con $\alpha = 0.05$ bajo las siguientes hipótesis.

- H_0 Las combinaciones de profundidad-tiempo de enterramiento producen el mismo porcentaje de germinación.
- H_a Al menos una de las combinaciones de profundidad-tiempo de enterramiento produce un porcentaje de germinación diferente a los demás.

Para el trabajo en el laboratorio lo primero que se hizo fue determinar si existía interacción de los factores temperatura y tiempo de almacenamiento, para lo cual se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 No existe interacción de la temperatura-tiempo de almacenamiento que influya sobre el porcentaje de germinación.

H_a Existe interacción de la temperatura y el tiempo de almacenamiento que influye en el porcentaje de germinación.

En caso de que se rechace H_0 se prosigue a analizar las medias del porcentaje de germinación como resultado de la suma tratamiento-tiempo de almacenamiento, lo cual se realizó por el método de separación de medias de Tukey con un $\alpha = 0.05$ bajo las siguientes hipótesis.

H_0 Las combinaciones de temperatura-tiempo de almacenamiento producen el mismo porcentaje de germinación.

H_a Al menos una de las combinaciones de temperatura-tiempo de almacenamiento produce un porcentaje de germinación diferente a los demás.

RESULTADOS

DATOS DE CAMPO

ENSAYOS PRELIMINARES CON SEMILLAS RECIEN RECOLECTADAS.

Las semillas de *S. deppei* recién cosechadas, colocadas en condiciones de germinación en el laboratorio, no germinaron y presentaron un 60% de germinación después de aplicar escarificación mecánica en la región calazal, lo cual correspondió a la porción de semillas latentes por cubierta seminal impermeable. La prueba de viabilidad con tetrazolio reveló un 100% de semillas viables, lo que señala al 40% restante de semillas no germinadas, como latentes por causas no relacionadas con cubierta impermeable.

En cambio las semillas de *I. purpurea* respondieron a las condiciones favorables de germinación, en laboratorio con un 40% de germinación que representa las semillas quiescentes, mientras que el resto desencadenó el proceso sólo después de su escarificación mecánica en la región calazal, lo que las designó como semillas viables; con latencia impuesta por cubierta seminal impermeable (cuadro 1).

CUADRO 1. Respuesta de germinación y viabilidad de semillas recién colectadas de *I. purpurea* y *S. deppei*.

SEMILLAS RECIEN COLECTADAS			
	ESPECIE	<i>S. deppei</i>	<i>I. purpurea</i>
SEMILLAS NO	TOTAL	100%	100%
	GERMINADAS	0%	40%
ESCARIFICADAS	NO-GERMINADAS	100%	60%
	TOTAL %	100%	60%
SEMILLAS ESCARIFICADAS	GERMINADAS	60%	60%
	NO-GERMINADAS	40%	0%
	TETRAZOLIO	40%	

HUMEDAD.- Las excavaciones mensuales del terreno, para extraer las semillas enterradas a 5 y 25cm de profundidad, permitieron observar un ambiente más seco en las capas superficiales, con un leve incremento en humedad a medida que se pasaba a estratos más profundos.

Las determinaciones del contenido de humedad en abril, por diferencia de peso húmedo y peso seco del suelo, revelaron un aumento en el porcentaje de humedad en las muestras provenientes de 20 y 30cm de profundidad de 9.5% y 12.1%, respecto a las de 5 y 10cm que fueron 4.3% y 5.4% (Fig. 2).

TEMPERATURA.- Las temperaturas máximas y mínimas obtenidas en la superficie del terreno (Fig. 3), revelaron fuertes variaciones térmicas que van de 6°C a 37°C, con una tendencia a incrementarse

ambas temperaturas, en los meses de marzo, abril y mayo, cuando se dió el cambio de invierno a primavera.

Los registros de temperatura a 25cm de profundidad (fig. 3), presentaron un promedio de 18°C en diciembre, enero y febrero, que aumentó en los meses de marzo, abril y mayo a 20°C con el cambio de temporada del año.

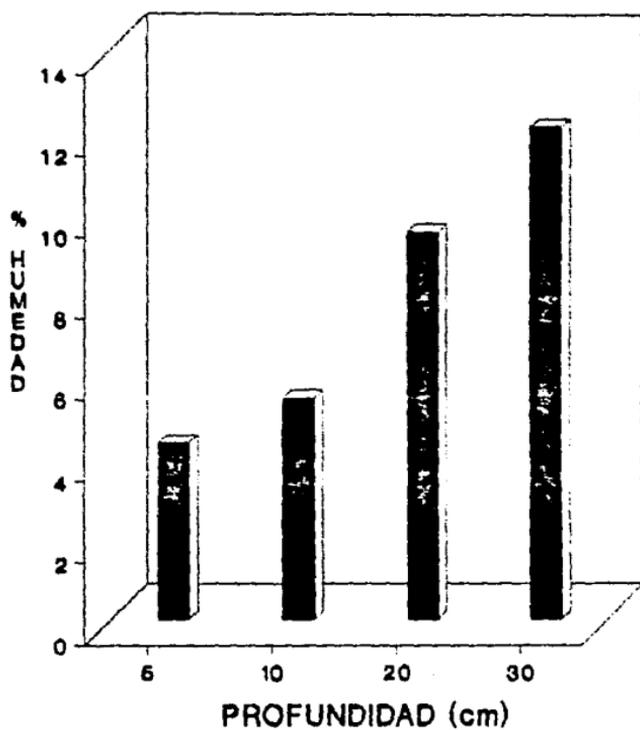


FIGURA 2. PORCENTAJE DE HUMEDAD EN EL SUELO A 5, 10, 20 Y 30 cm DE PROFUNDIDAD, EN EL MES DE ABRIL.

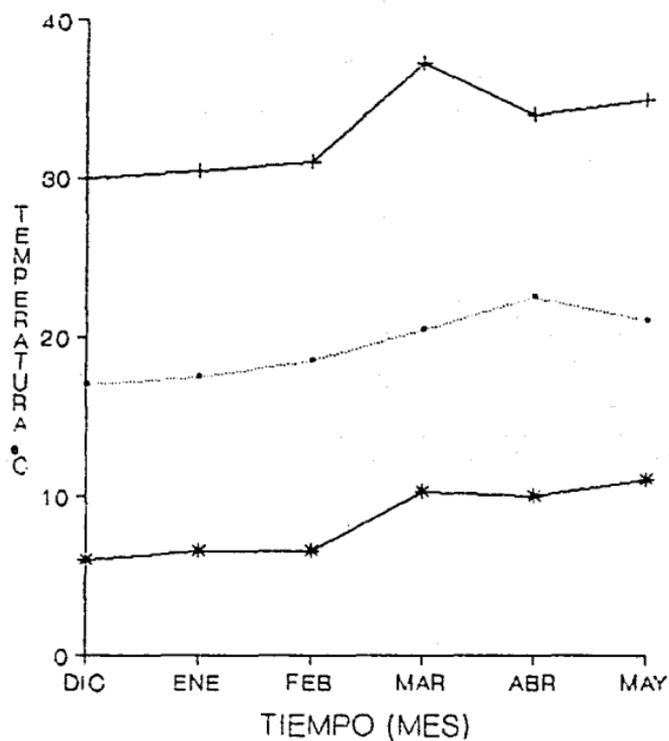


FIGURA 3. TEMPERATURAS REGISTRADAS EN LA SUPERFICIE MÁXIMA —, MÍNIMA —+— Y A 25cm —•— DE PROFUNDIDAD EN EL TERRENO DE TRABAJO

El análisis estadístico de los datos del experimento mostro evidencia significativa ($\alpha=0.05$) de interacción de la profundidad y tiempo de enterramiento en el suelo, que influyó en el porcentaje de germinación ($F_c=4.233$; $n.s.=0.001$) (cuadro 2).

CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *I. purpurea* ENTERRADAS A 2 PROFUNDIDADES Y REGISTRADAS DURANTE LOS 6 MESES.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F_c	F_t	n.s.
Efectos principales						
tiempo	2512.276	5	502.455	4.447	2.37	0.001
prof.	513.19	1	513.190	4.542	4.00	0.005
2 fact.int.						
tiem.:prof.	2391.338	5	478.267	4.233	2.37	0.00188
Error	9490.625	84	112.983			
Total	14907.430	95				

A.S.= Altamente Significativo.

Al analizar por separado el efecto del tiempo sobre el porcentaje de germinación, en las dos profundidades de enterramiento en campo (fig. 4), se pudo apreciar que en 5cm es donde se obtiene la mayor influencia sobre los resultados, ya que en ella se promovió un incremento en la transformación de semillas latentes a quiescentes en los 3 últimos meses, desde registros cercanos al 40% de diciembre a febrero (41%, 36%, 44%, respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos) que aumentaron en marzo, abril y mayo (75%, 60% y 66%, respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos) (cuadro 3).

CUADRO 3. ANALISIS MSD DE TUKEY PARA LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *I. purpurea* ENTERRADAS A 5cm Y REGISTRADAS DURANTE 6 MESES.

MÉTODO: Intervalos HSD de Tukey al 95 %

NIVEL	CONTEOS	PROMEDIO	GRUPOS HOMOGENEOS
DIC	8	41	1
ENE	8	36	1
FEB	8	44	1
MAR	8	75	1 1
ABR	8	60	1 1
MAY	8	66	1

En cambio en 25 cm no se presentaron diferencias significativas entre los resultados de los 6 meses (fig.4) con un 48% promedio de semillas quiescentes desde el primer muestreo (46%, 52%, 44%, 47%, 42%, y 54%, respectivamente, de diciembre a mayo) (cuadro 4).

CUADRO 4. ANALISIS MSD DE TUKEY PARA LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *I. purpurea* ENTERRADAS A 25cm Y REGISTRADAS DURANTE 6 MESES.

MÉTODO: Intervalos HSD de Tukey al 95 %

NIVEL	CONTEOS	PROMEDIO	GRUPOS HOMOGENEOS
DIC	8	46	1
ENE	8	52	1
FEB	8	44	1
MAR	8	47	1
ABR	8	42	1
MAY	8	54	1

Las semillas de ambas profundidades que permanecieron sin germinar en condiciones de laboratorio, correspondieron a semillas latentes al mostrar altos porcentajes de viabilidad después de aplicarles escarificación mecánica (figura 5).

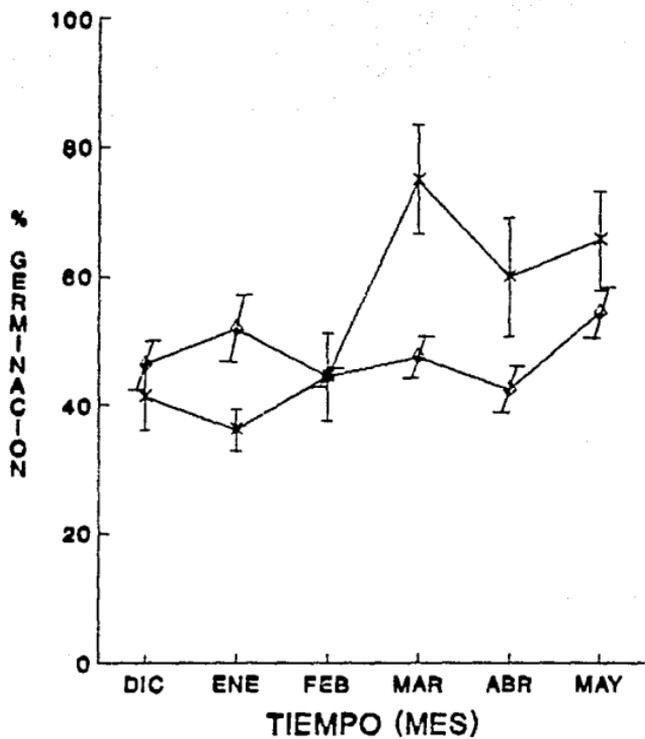


FIGURA 4. PORCENTAJE DE SEMILLAS GERMINADAS DE *Ipomoea purpurea* ENTERRADAS A 5cm --x-- y 25cm --o-- DE PROFUNDIDAD Y REGISTRADAS DURANTE 6 MESES.

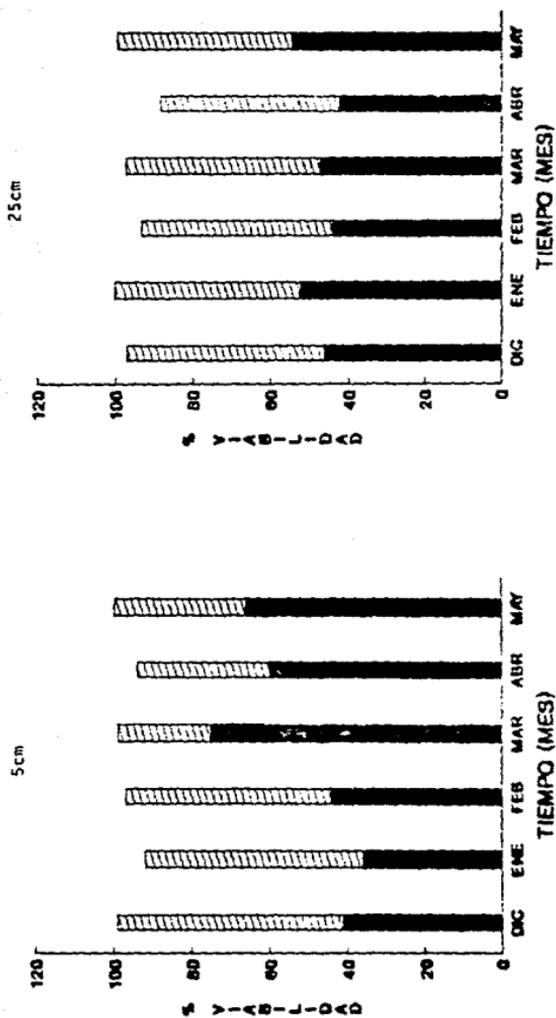


FIGURA 5. PORCENTAJE DE SEMILLAS VIABLES DE *Ipomoea purpurea* ENTERRADAS EN CAMPO A 5cm Y 25cm, SEMILLAS GERMINADAS ■, SEMILLAS NO-GERMINADAS ▨

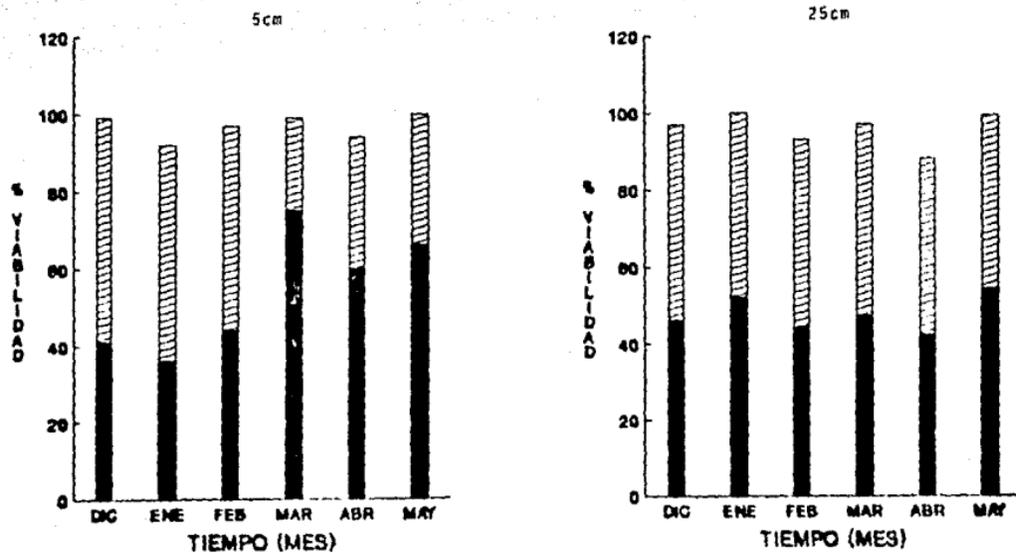


FIGURA 5. PORCENTAJE DE SEMILLAS VIABLES DE *Ipomoea purpurea* ENTERRADAS EN CAMPO A 5cm y 25cm. SEMILLAS GERMINADAS ■, SEMILLAS NO-GERMINADAS VIABLES ▨.

LABORATORIO

El análisis estadístico reveló evidencia significativa ($\alpha=0.05$) de interacción de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en condiciones controladas, que influyó sobre el porcentaje de germinación ($F_c=2.944$; $n.s.=0.016$) (cuadro 5), lo que condujo a un análisis por el método de separación de medias de Tukey a un $\alpha = 0.05$.

CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *J. purpurea* ALMACENADAS A DOS TEMPERATURAS Y REGISTRADAS DURANTE LOS 6 MESES.

F.V.	S.C.	G.L.	C.R.	Fc	F _t	n.s.
Efectos principales						
tiempo	20210.677	5	4042.135	24.118	2.37	0.000
Trat.	32450.260	1	32450.260	193.621	4.00	0.000
2 fact.int.						
tiem.:Trat.	2466.927	5	493.385	2.944	2.37	0.01688
Error	14078.125	84	167.596			
Total	69205.990	95				

A.S. = Altamente Significativo.

De esta forma se encontró que en el almacenamiento a $8^{\circ}/28^{\circ}\text{C}$ y a 25°C (fig. 6), las semillas presentaron un incremento paulatino en la transformación de individuos latentes a quiescentes, durante el transcurso de los 6 meses, obteniendo valores más elevados en el tratamiento de 25°C desde 42%, 71%, 75%, 85%, 91%, hasta 94% de diciembre a mayo (cuadro 7) respecto a los alcanzados en el tratamiento de temperatura fluctuante $8^{\circ}/28^{\circ}\text{C}$ que son 24%, 34%, 30%, 40%, 45%, y 65% respectivamente (cuadro 6).

CUADRO 6. ANALISIS MSD DE TUKEY PARA LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *I. purpurea* TRATADAS CON TEMPERATURA FLUCTUANTE 6-28 °C Y REGISTRADAS DURANTE 6 MESES.

METODO: Intervalos MSD de Tukey al 95 %

NIVEL	CONTEOS	PROMEDIO	GRUPOS HOMOGENEOS
DIC	8	24	1
ENE	8	34	1 1
FEB	8	30	1 1
MAR	8	40	1 1
ABR	8	46	1 1
MAY	8	65	1

CUADRO 7. ANALISIS MSD DE TUKEY PARA LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *I. purpurea* TRATADAS CON TEMPERATURA CONSTANTE 25 °C Y REGISTRADAS DURANTE 6 MESES.

METODO: Intervalos MSD de Tukey al 95 %

NIVEL	CONTEOS	PROMEDIO	GRUPOS HOMOGENEOS
DIC	8	42	1
ENE	8	71	1
FEB	8	75	1 1
MAR	8	85	1 1 1
ABR	8	91	1 1
MAY	8	94	1

Las semillas no-germinadas, tratadas previamente con temperatura fluctuante de 6°-28°C y constante de 25°C, fueron latentes por testa dura, ya que presentaron altos porcentajes de viabilidad después de su escarificación mecánica (figura 7).

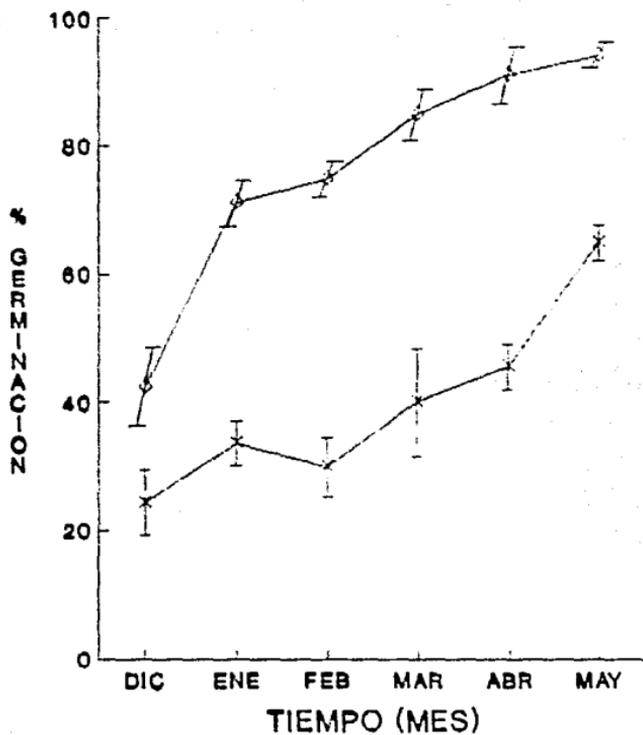


FIGURA 6. PORCENTAJE DE SEMILLAS GERMINADAS DE *Ipomoea purpurea* ALMACENADAS A 25°C (-O-) Y 28°C (-X-) Y REGISTRADAS DURANTE 6 MESES.

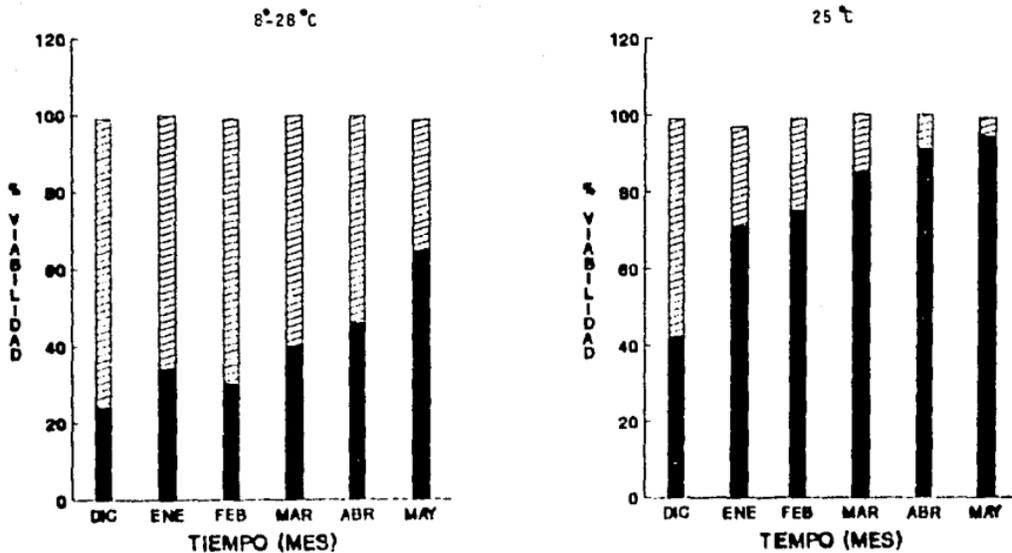


FIGURA 7. PORCENTAJE DE SEMILLAS VIABLES DE *Ipomoea purpurea* ALMACENADAS A 8°-28°C Y 25°C.
SEMILLAS GERMINADAS ■, SEMILLAS NO-GERMINADAS VIABLES ▨.

Sicyos deppei

CANFO

Los datos del análisis estadístico mostraron evidencia significativa ($\alpha=0.05$) de interacción de la profundidad y tiempo de almacenamiento en el suelo, que influye en el porcentaje de germinación. ($F_c=3.349$; $n.s.=0.008$). (cuadro 8).

Para continuar el análisis, se utilizó el método de separación de medias de Tukey a un $\alpha=0.05$.

CUADRO 8. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *S. deppei* ENTERRADAS A 2 PROFUNDIDADES Y REGISTRADAS DURANTE LOS 6 MESES.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	Ft	n.s.
Efectos principales						
tiempo	20604.427	5	4120.885	39.660	2.37	0.000
prof.	846.094	1	846.093	8.143	4.00	0.005
2 fact.int.						
tiem.prof.	1739.843	5	347.968	3.349	2.37	0.00888
Error	8728.125	84	103.906			
Total	31918.490	95				

A.S. = Altamente Significativo.

En 5 cm se observó una progresión en el aumento de semillas quiescentes, a través del tiempo (fig. 8) con bajos porcentajes en los 3 primeros meses (1%, 2% y 4%) que se fueron incrementando desde el mes 4 hasta el mes 6, con valores de 16%, 24% y 43% (cuadro 9). El comportamiento de los datos mostró una relación lineal, con un alto coeficiente de correlación ($r=0.93$) del porcentaje de

semillas quiescentes, respecto al tiempo de almacenamiento en el suelo.

CUADRO 9. ANALISIS HSD DE TUKEY PARA LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *S. deppi* ENTERRADAS A 25cm Y REGISTRADAS DURANTE 6 MESES.

METODO: Intervalos HSD de Tukey al 95 %

NIVEL	CONTEOS	PROMEDIO	GRUPOS HOMOGENEOS
DIC	8	1	1
ENE	8	2	1
FEB	8	4	1 1
MAR	8	16	1 1
ABR	8	24	1
MAY	8	43	1

En 25 cm se presentó influencia del tiempo de enterramiento sobre la respuesta de las semillas (fig. 8) debido al incremento en el porcentaje de semillas quiescentes en los meses 4 y 6 (con 31% y 51% respectivamente) después de los bajos porcentajes no superiores al 12% obtenidos en los tres primeros meses y en el mes 5 (cuadro 10), que no mostraron diferencias entre ellos (cuadro 10).

CUADRO 10. ANALISIS HSD DE TUKEY PARA LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *S. deppei* ENTERRADAS A 25cm Y REGISTRADAS DURANTE 6 MESES.

MÉTODO: Intervalos HSD de Tukey al 95 %			
NIVEL	CONTEOS	PROMEDIO	GRUPOS HOMOGÉNEOS
DIC	8	8	1
ENE	8	12	1
FEB	8	11	1
MAR	8	31	1
ABR	8	12	1
MAY	8	51	1

Los datos mostraron un incremento de las semillas quiescentes a través del tiempo, a pesar de la influencia del resultado en el mes 5, que se sale del comportamiento del grupo de datos.

Las semillas no-germinadas en laboratorio, expuestas previamente a las profundidades de 5cm y 25cm, fueron semillas latentes al mostrar altos porcentajes de viabilidad por la prueba de tetrazolio (figura 9).

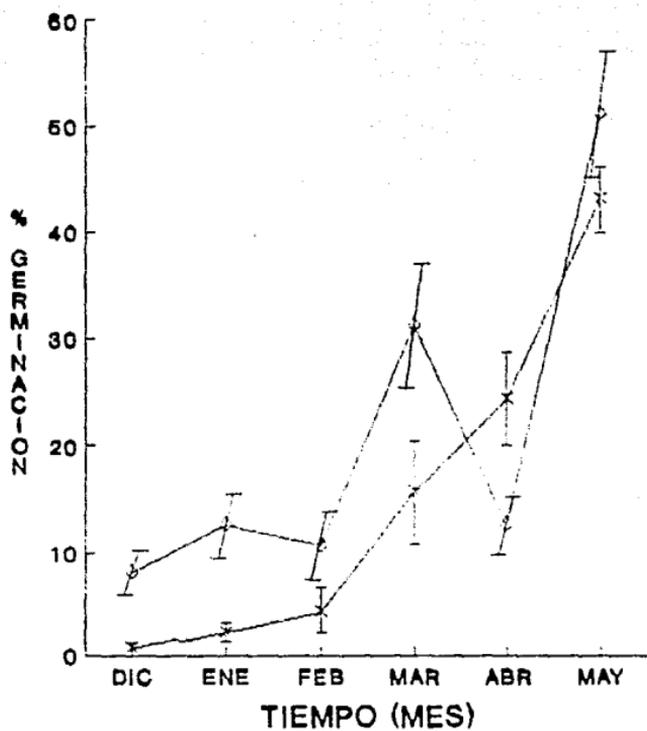


FIGURA 8. PORCENTAJE DE SEMILLAS GERMINADAS DE *Sicyos deppei* ENTERRADAS A 5cm (—●—) Y 25cm (---×---) DE PROFUNDIDAD Y REGISTRADAS DURANTE 6 MESES.

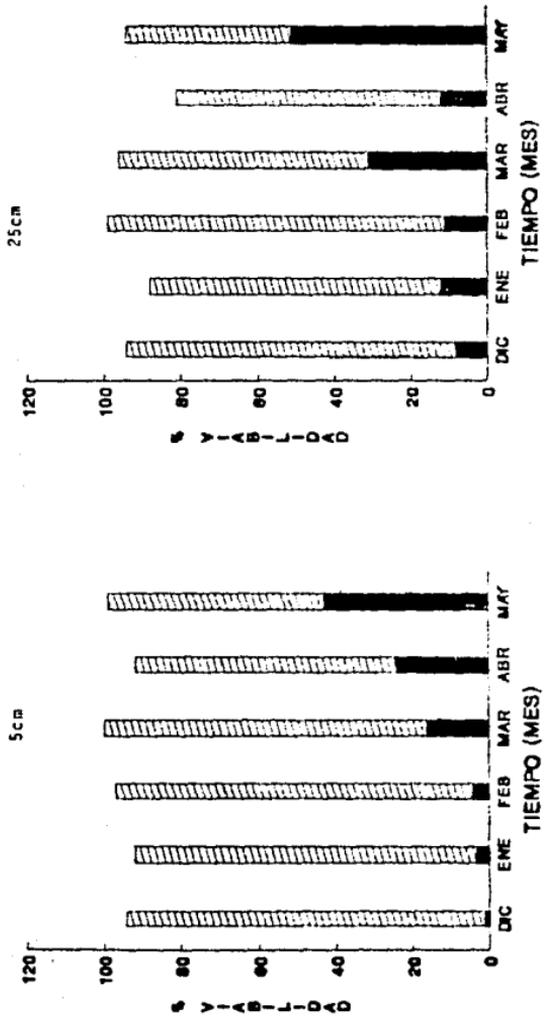


FIGURA 9. PORCENTAJE DE SEMILLAS VIABLES DE *Sicyos deppii* ENTERRADAS EN CAMPO A 5cm Y 25cm. SEMILLAS GERMINADAS ■, SEMILLAS NO-GERMINADAS ▨.

LABORATORIO

Los resultados obtenidos muestran que no hay evidencia significativa ($\alpha=0.05$) de interacción entre la temperatura y el tiempo de almacenamiento ($F_c=0.420$; n.s.=0.833) (cuadro 11), con una respuesta mínima respecto a la capacidad de germinación de las semillas, los cuales no rebasaron el 5% de semillas germinadas durante los 6 meses muestreados, tanto en temperatura fluctuante $8^{\circ}/28^{\circ}\text{C}$ como en temperatura constante 25°C (figura 10).

CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *S. deppii* ALMACENADAS A 2 TEMPERATURAS Y REGISTRADAS DURANTE LOS 6 MESES.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F _c	F _t	n.s.
Efectos principales						
tiempo	214.843	5	42.968	3.064	2.37	0.013
tempe.	6.510	1	6.510	0.464	4.00	0.504
2 fact.int.						
tiem.:trata.	29.427		5.885	0.420	2.37	0.833
Error	1178.125	84	14.025			
Total	1428.906	95				

N.S. = No Significativo.

CUADRO 12. ANALISIS HSD DE TUKEY PARA LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *S. deppoi* TRATADAS CON TEMPERATURA FLUCTUANTE DE 0°-28°C Y REGISTRADAS DURANTE 6 MESES.

METODO: Intervalos HSD de Tukey al 95 %

NIVEL	CONTEOS	PRMEDIO	GRUPOS HOMOGENEOS
DIC	8	0	1
ENE	8	1	11
FEB	8	1	11
MAR	8	5	1
ABR	8	2	11
MAY	8	1	11

CUADRO 13 ANALISIS HSD DE TUKEY PARA LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *S. deppoi* TRATADAS CON TEMPERATURA CONSTANTE DE 25°C Y REGISTRADAS DURANTE 6 MESES.

METODO: Intervalos HSD de Tukey al 95 %

NIVEL	CONTEOS	PRMEDIO	GRUPOS HOMOGENEOS
DIC	8	0	1
ENE	8	3	1
FEB	8	1	1
MAR	8	4	1
ABR	8	4	1
MAY	8	1	1

Las semillas no-germinadas que provenían del almacenamiento en los tratamientos térmicos 0°/28°C y 25°C, fueron latentes por los altos porcentajes de viabilidad con la prueba de tetrazolio (figura 11).

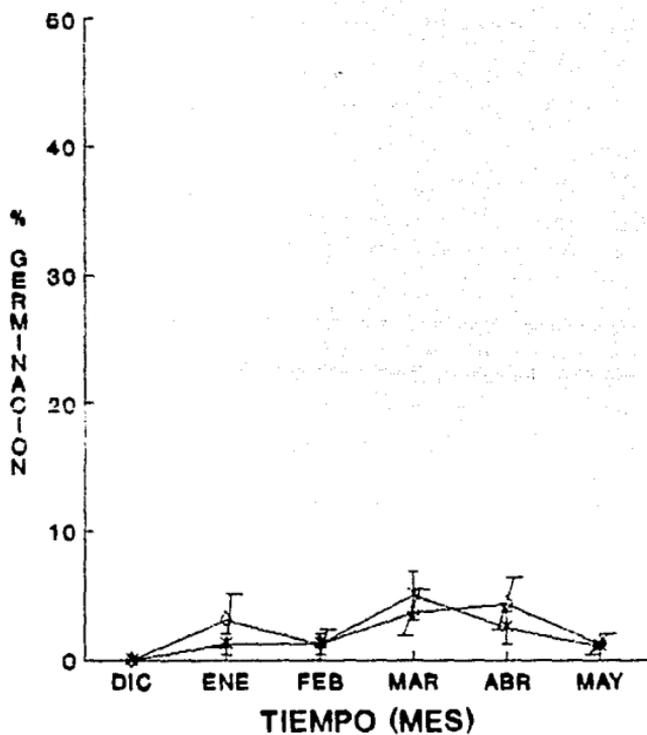


FIGURA 10. PORCENTAJE DE SEMILLAS GERMINADAS DE *Sicvos deppi* ALMACENADAS A 8°-28°C (-x-) Y 25°C (-o-) Y REGISTRADAS DURANTE 6 MESES

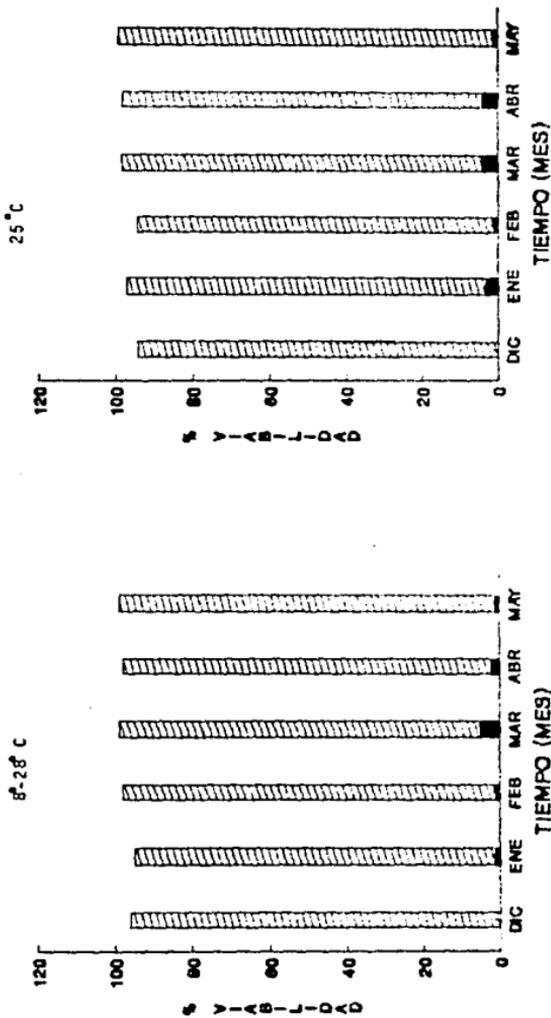


FIGURA 11. PORCENTAJE DE SEMILLAS VIABLES DE SICYOS depoel ALMACENADAS A 8-28 °C Y 25°C.
 SEMILLAS GERMINADAS ■ , SEMILLAS NO-GERMINADAS VIABLES ▨

DISCUSION

Las especies de *Sicyos deppei* e *Ipomoea purpurea* invaden los terrenos de cultivo durante la estación de lluvias que en México, comprende desde los meses de mayo-junio hasta septiembre-octubre.

En este lapso del año se lleva a cabo la germinación de las semillas el establecimiento de sus plántulas y el desarrollo de nuevas plantas productoras de semillas.

Las semillas maduras se diseminan y caen a la superficie del suelo, donde quedan sujetas a las prácticas agrícolas que las distribuyen a diferentes profundidades.

Se ha señalado el carácter latente de una alta proporción de las semillas maduras producidas por *S. deppei* (Zepeda, 1988 y Cruz García, 1989) e *I. purpurea* (Ponce Salazar, 1986) debido a una cubierta seminal impermeable, lo que las designa como semillas duras (Quinlivan 1961). Tal característica le permite a las semillas persistir por tiempos variables sin germinar, formando reservorios de semillas enterradas en el suelo.

De octubre-noviembre a mayo-junio del siguiente año se presenta la estación de secas con lluvias esporádicas, que coincide con la época de las temperaturas mensuales promedio más bajas y más altas del año. En estas condiciones desfavorables para la germinación, las semillas enterradas en el suelo se mantienen viables; aquellas localizadas en los niveles cercanos a la superficie estarán expuestas a fluctuaciones ambientales extremadamente variables en su ciclo diario, principalmente de temperatura, cuya amplitud se

va reduciendo a medida que se incrementa la profundidad en el suelo, imperando condiciones cada vez más constantes.

La variación promedio de la temperatura registrada en la superficie del suelo de la zona de trabajo fué de 6 a 37 °C, la cual influyó sobre la permeabilidad de la testa de las semillas de *I. purpurea* enterradas a 5 cm., con un incremento paulatino en el porcentaje de semillas que se transformaron en quiescentes, desde un 36% a un 75%, en los 6 meses después de su disseminación (fig. 4).

Se han reportado cambios semejantes en *Merremia gangetica* (Dubey y Mall, 1972), donde se presenta un incremento en los porcentajes de germinación cuando las semillas se llevaron desde estratos profundos hasta aquellos cercanos a la superficie, donde las fluctuaciones ambientales son mayores.

En cambio, las semillas de *I. purpurea* enterradas a 25 cm., con una temperatura promedio de 18-20°C, no sufrieron cambios apreciables en el porcentaje de semillas quiescentes, manteniéndose en un rango de 42% a 54% desde el inicio hasta el final del experimento .

En *Merremia gangetica* (Dubey y Mall, 1972) se presenta un incremento en los porcentajes de germinación cuando las semillas se llevaron desde estratos profundos hasta aquellos cercanos a la superficie, donde las fluctuaciones ambientales son mayores.

Los experimentos en laboratorio que trataron de semejar las condiciones de la temperatura del campo, mostraron respuestas equivalentes en el caso de la exposición a temperatura alternada de 8°/28°C, similares a las condiciones de una zona cercana a la

superficie; en ambas condiciones de laboratorio y campo los primeros meses no presentaron diferencias en el porcentaje de semillas quiescentes. En laboratorio fué a partir del quinto mes (abril) cuando se apreció un incremento que alcanzó el 46%, el cual no fué diferente estadísticamente a los resultados del sexto mes. Sin embargo, los datos obtenidos en campo a 5cm de profundidad mostraron una mayor pendiente positiva, con porcentajes más elevados de semillas quiescentes, que los de temperaturas alternadas en laboratorio.

Las semillas intactas de *Mimosa pigra* (Dillon y Forcella, 1985) expuestas a temperatura fluctuante con un rango de amplitud de 20°C presentaron mayores porcentajes de germinación que cuando el rango tuvo una amplitud de 10°C. Así, el aumento en semillas quiescentes de *I. purpurea* enterradas en campo a nivel superficial, expuestas a fluctuaciones con un rango de 30°C, de 6 a 37°C, respecto a las almacenadas en laboratorio a 8°/28°C con un rango de 20°C en la fluctuación, de 8°C a 28°C) podría apoyar la idea de que las semillas sujetas a temperaturas alternadas sufren cambios internos que conducen a la pérdida de la latencia.

Ciclos alternados de temperatura o humedad han sido sugeridos como medios naturales de incremento en la permeabilidad al agua en las cubiertas de semillas duras (Quinlivan 1971), debido a la contracción y expansión por cambios de temperatura o humedad, sobre los sitios débiles en las cubiertas impermeables, lo que podría ocasionar la separación o ruptura de las células y permitir la entrada del agua.

Comparando las respuestas de las semillas en campo a 25 cm de

profundidad, donde la temperatura promedio fue de 18-20°C, con las del laboratorio a temperatura constante de 25°C, los resultados fueron diferentes: se mantuvieron sin variación significativa los porcentajes de semillas quiescentes en campo con un rango de 42% a 54% desde el inicio hasta el final del experimento, en contraste con el gran incremento en porcentaje que se obtuvo en la temperatura constante de 25°C de 42% hasta 94%).

Puesto que el aumento en profundidad amortigua las fluctuaciones ambientales, se puede considerar que no se presentaron variaciones importantes en la temperatura de 18-20°C a 25cm y que por lo tanto, ésta influyó en las semillas de forma relativamente constante. En *Merremia gangetica* (Dubey y Mall, 1972) y *Rumex obtusifolius* (Van Assche y Vanlerberghe, 1989) se registró que la exposición de las semillas a temperaturas constantes no mejoraron la germinación o la retrasaron. Sin embargo, en *Mimosa pigra* (Dillon y Forcella, 1985) aunque también se presentó baja germinación en temperaturas constantes, se obtuvo un 40% de germinación con la temperatura elevada de 44°C.

En *Amaranthus hybridus* y *Chenopodium album* (Baskin y Baskin, 1987) obtuvieron rápidamente la aptitud para germinar al estar sujetas a fluctuaciones con altas temperaturas 25/15°C, 30/15°C y 35/20°C. De ello se desprende que la temperatura de 18°-20°C registrada a 25cm de profundidad, no fue lo suficientemente alta para modificar la impermeabilidad de la cubierta seminal de *I. purpurea*.

Experimentos previos con *I. purpurea* (Brecht, comunicación personal), señalan que el almacenamiento en seco de semillas de *I. purpurea* a 25 y 35°C, por 6 meses, promovió la eliminación de la

impermeabilidad de su cubierta dura en un alto porcentaje (70 a 90%); en cambio, a 15°C en el mismo período las semillas mantuvieron su cubierta impermeable.

La continua exposición a una temperatura alta como 25°C estimula de manera ininterrumpida los procesos que tienden hacia la pérdida de la impermeabilidad de la cubierta dura. Por el contrario, la temperatura promedio de 18°-20°C a 25 cm de profundidad, no promovió la respuesta hacia una cubierta permeable o lo hizo en menor grado, con una baja velocidad que requeriría de un tiempo prolongado para alcanzar porcentajes elevados de semillas quiescentes.

Los datos anteriores permiten sugerir que la amplitud de la fluctuación, no es la causa principal del cambio en la permeabilidad de las semillas de *I. purpurea*, sino que existe una mayor sensibilidad de las semillas a las altas temperaturas, las cuales favorecen cambios internos que redundan en una cubierta permeable.

Considerando tal propuesta, las temperaturas altas de 37°C en campo y 28°C en laboratorio, son las que estimularon los procesos que condujeron a la permeabilidad de las semillas de *I. purpurea*. Estos procesos se interrumpieron o se inhibieron cuando las semillas quedaron expuestas a las temperaturas bajas de 8°C, como se sugiere para *Mimosa pigra* (Dillon y Forcella, 1985); pero volvieron a activarse con el aumento en temperatura del día siguiente como ocurre en *Merremia gangetica* (Dubey y Mall, 1972). A medida que el tiempo de exposición térmica se prolonga, las semillas van pasando por etapas sucesivas de menor latencia, que

se manifiesta por un incremento en la germinación (Stoller y Wax, 1974; Taylorson y Brown, 1977); pero los eventos que conducen a la disminución del estado latente, aun son desconocidos.

En la profundidad de 5cm (fig. 5) el porcentaje de semillas quiescentes de *I. purpurea* fué incrementandose poco a poco durante los 6 meses que duró el experimento. Las semillas cercanas a la superficie, que estuvieron expuestas a las condiciones ambientales más variables y extremas, pueden contar con un mayor número de semillas quiescentes en un tiempo más corto, que aquellas de los estratos profundos con condiciones constantes y menor temperatura. Tal situación podría redundar en una mayor disminución de la población de semillas del banco en estratos superficiales, debido al proceso de germinación en la temporada favorable (Stoller y Wax, 1974).

Desde el punto de vista ecológico la respuesta a la alternancia de temperaturas se considera como una adaptación para la detección y sensibilidad de la profundidad, y/o de las variaciones climáticas marcadas por las estaciones.

En algunos experimentos con *Merremia gangetica* Linn. la germinación de semillas enterradas a 2 cm fué mejor cuando se comparó con la de semillas enterradas a 10 cm y la duración del enterramiento en el suelo, fué igualmente importante para la germinación de las semillas (Dubey y Mall, 1972).

Las semillas de *S. deppoi* en el campo, mostraron un incremento en el porcentaje de semillas quiescentes en ambas profundidades, dado principalmente por los resultados obtenidos en los últimos meses del experimento, cuando se presentaron temperaturas medias más altas que en los primeros meses.

En este caso se observó que aquellas semillas almacenadas en un nivel profundo (25cm), presentaron una respuesta más rápida en la transformación de semillas latentes a quiescentes, lo cual no concuerda con la propuesta de que una mayor amplitud en las fluctuaciones ambientales de la superficie promueve cambios en tiempos más cortos (Dubey y Mall, 1972; Stoller y Max, 1974).

Sin embargo, en el registro del sexto mes, los valores de ambas profundidades, ya no mostraron diferencias significativas, alcanzando aproximadamente un 50% de semillas quiescentes en ambas profundidades (fig. 8).

Al comparar los datos de campo con los de laboratorio, se observó un gran contraste en la respuesta de las semillas, ya que en ninguna de las 2 condiciones térmicas controladas se lograron valores proporcionales a los registrados en el suelo. Tanto en el régimen de 8-28°C como en el de 25°C, los resultados fueron muy bajos, sin alcanzar a rebasar el 5% de semillas quiescentes.

La exposición a un ambiente térmico controlado en el laboratorio, permitió conocer la respuesta de las semillas a estímulos específicos de temperatura, pero no representa el comportamiento de las semillas diseminadas en el suelo y expuestas al medio natural. En el suelo interactúan simultáneamente diversos factores, que influyen en diferente grado sobre las semillas;

entre ellas se incluyen los cambios en la exposición no sólo a la temperatura, sino también a la luz, humedad, ambiente gaseoso y posiblemente otros factores.

Dependiendo de la localización de las semillas en el perfil del suelo y de la estación del año, habrá una diferencia considerable en la exposición a la que estén sometidas las semillas (Taylorson, 1970).

Así, las semillas están sujetas a la influencia de factores físicos y bioquímicos, que afectan su estado fisiológico, entre los cuales adquiere importancia la presencia de humedad por las lluvias esporádicas. Después de una lluvia, aumenta la cantidad de agua en el suelo hasta un nivel máximo y después declina con el tiempo.

Osuna-Fernández (1990) determinó, en condiciones de laboratorio y durante un lapso de 4 meses, que la humedad tanto fluctuante como constante no tuvo efecto sobre la pérdida de impermeabilidad de las semillas de *J. purpurea*, pero en cambio sí influyó en la ruptura de la latencia de bajos porcentajes de semillas maduras de *S. deppei* provenientes de la última cosecha.

Retomando los resultados, es evidente que las temperaturas empleadas no influyeron en el cambio hacia la permeabilidad de las semillas y se podría proponer que para esta especie, la temperatura no es el único factor que está modificando la respuesta de las semillas. En este caso llama la atención el incremento en humedad relativa en el suelo, a medida que aumenta la profundidad (4.3%, 5.4%, 9.5%, 12.1% en 5, 10, 20 y 30cm de profundidad) (fig.2). Ya que los porcentajes de humedad relativa

son bajos, el microambiente al que quedan expuestas las semillas es diferente a las condiciones de baja humedad imperantes en el laboratorio.

Las semillas de *S. deppei* distribuidas en los distintos niveles del suelo por las labores del campo, quedan sujetas a la presencia del agua de una manera distinta, dependiendo de la profundidad: aquellas cercanas a la superficie estarán expuestas a una pérdida más rápida de humedad por evaporación, a diferencia de las localizadas en estratos profundos, con fluctuaciones muy atenuadas donde el suplemento de agua es menos variable por evaporación. Por lo tanto, estas últimas permanecen expuestas a este factor por lapsos relativamente más prolongados.

Considerando que en *S. deppei* la unidad de dispersión es un fruto monosporico, el agua en el suelo crea un potencial que puede hidratar las capas del fruto que rodean a las semillas; pero al llegar a la cubierta seminal, el agua no continúa su penetración por el carácter impermeable que bloquea el paso del líquido, dado por la capa de esclerénquima empalizada descrita por Alcazar, (1990). Sus altos porcentajes de germinación en semillas escarificadas, con 6 a 9 meses de almacenamiento en laboratorio (Cruz-García, 1989), ha señalado que el principal mecanismo de latencia de la especie, está dado por la cubierta seminal impermeable; sin embargo, de las semillas intactas con 8 meses poscosecha, almacenadas en el suelo a diferentes profundidades, dentro de recipientes herméticos, para detectar el efecto de la temperatura en campo, sólo lograron germinar aquellas poblaciones de semillas que quedaron expuestas al ambiente imperante en

25cm, registrando un 47% de germinación, a diferencia de los bajos porcentajes obtenidos en 0.5cm (0%), 5cm (2%) y 15cm (10%) de profundidad.

Al conjuntar estos datos con los obtenidos en el presente trabajo, es evidente que el cambio hacia semilla permeable, no se debe únicamente a la influencia de la temperatura sino a la interacción de los distintos factores ambientales como la humedad, concentración de gases, pH, ataque microbiano etc. La influencia de estos factores puede ocurrir sobre zonas específicas de la cubierta seminal, como el micrópilo, la calaza etc. (Duke, 1985).

En relación a esta propuesta, en el presente trabajo se observó que al desinfectar con hipoclorito de sodio las semillas quiescentes, éstas se decoloraban en la zona calazal; por el contrario, las semillas latentes por cubierta impermeable, permanecieron con un color oscuro uniforme. Esto puede representar un indicio de que la zona calazal de la semilla de *S. deppei*, es la más susceptible a perder impermeabilidad.

A diferencia de especies como *Rumex crispus*, donde se ha propuesto (Vincent y Cavers, 1978) que la deshidratación-rehidratación a temperaturas alternantes, puede romper la latencia e incrementar la velocidad de germinación, en *S. deppei* las semillas latentes localizadas en estratos profundos con menores fluctuaciones, se convirtieron en quiescentes en un lapso más corto que aquellas de los estratos superficiales.

Entre las 2 especies anuales consideradas en esta tesis, se pueden observar diferentes requerimientos ambientales para lograr alcanzar el estado de semillas quiescentes.

En el caso de *I. purpurea* es muy importante la exposición de las semillas duras a temperaturas altas como 25 y 35°C, las cuales se alcanzan en los estratos cercanos a la superficie, gracias a las grandes fluctuaciones ambientales que se presentan.

En cambio, es evidente que en las semillas de *S. deppei*, la temperatura por sí misma, probada en el laboratorio, no es el factor más relevante en la eliminación de la latencia, sino la acción conjunta de diversos factores del ambiente natural, entre los cuales puede mencionarse la humedad relativa del suelo. Los resultados de ambas especies en campo, mostraron que las condiciones naturales promovieron la presencia de porcentajes significativos de semillas quiescentes, cercanos o superiores al 50%, después de haber permanecido en el suelo durante 6 meses.

Cabe resaltar que los datos de semillas quiescentes obtenidas a través de los 6 meses después de su cosecha, presentaron una respuesta más eficiente con semillas de *S. deppei* enterradas a 25cm, lo cual es completamente opuesto a los resultados con *I. purpurea* donde el mayor incremento se obtuvo en aquellas semillas enterradas a nivel superficial.

Los cambios poscosecha que promueven la transformación hacia semillas quiescentes, capacitan a las poblaciones de semillas de *I. purpurea* y *S. deppei* del banco, para llevar a cabo la repoblación del terreno en la temporada de lluvias cuando las condiciones ambientales son propicias para la germinación y el

establecimiento de las plántulas. Aunado a ello, se mantiene un porcentaje considerable de semillas latentes que quedó de manifiesto con las pruebas de viabilidad sobre las semillas no germinadas, las cuales se mantienen como un problema potencial de futuras invasiones de terrenos.

CONCLUSIONES

- Las causas de la pérdida de la impermeabilidad de la cubierta seminal, fueron diferentes en ambas especies.
- La exposición a las temperaturas altas de 25 y 28°C en laboratorio, afectó la impermeabilidad de las semillas de *J. purpurea*, pero no tuvo efecto sobre *S. deppoi* que requiere de otros factores ambientales para tal efecto.
- La cubierta seminal impermeable es el principal mecanismo que impone latencia en *J. purpurea*, en cambio para *S. deppoi* existen otras características internas que no permiten la germinación aun después de eliminar la barrera de la cubierta dura.
- El almacenamiento en campo promovió la presencia de más del 50% de semillas quiescentes en ambas especies, después de 6 meses poscosecha.
- La temperatura fluctuante promovió la latencia en semillas de *J. purpurea*, no así para las semillas de *S. deppoi*.

BIBLIOGRAFIA

Alcazar, P.M.A. 1990. Desarrollo e Histoquímica de la Semilla *Sicyos deppoi* G. Don (Cucurbitaceae) Maleza de Cultivos de Maíz. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias UNAM. México, D.F.

Ballard, L.A.T. 1973. Physical Barriers to Germination Seed. Sci. Technol. 1:285.

Baskin, J.M. y Baskin, C.C. 1972. Ecological Life Cycle and Physiological Ecology of Seed Germination of *Arabidopsis thaliana*. Can J. Bot. 50:353-360.

Baskin, J.M. y Baskin, C.C. 1979. The Ecological Cycle of *Thlaspi perfoliatum* and a Comparison with Published Studies on *Thlaspi arvense*. Weed Research. 19:285-292.

Baskin, J.M. y Baskin, C. 1984. Role of Temperature in Regulating Timing of Germination in Soil Seed Reserves of *Lanum purpureum* L. Weed Res. 24:341-349.

Baskin, J.M. y Baskin, C. 1984. Environmental Conditions Required for Germination of Prickly Sida (*Sida spinosa*). Weed Science. Vol. 32:786-791.

Baskin, J.M. y Baskin, C. 1987. Temperature Requirements for After-Ripening in Buried Seeds of Four Summer Annual Weeds. Weed Research. Vol. 27:385-389.

Buchanan, G. A. y Burns, E.R. 1971. Weed Competition in Cotton. I. Sicklepod and Tall Morningglory. Weed Science. Vol. 19:576-579.

Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. New York. 1262p.

Crowley, R.H. y Eucharan, G.A. 1982. Variations in Seed Production and the Response to Pests of Morningglory (*Iponoea*) Species and Smallflower Morningglory (*Jacquemontia tamnifolia*). *Weed Science*. Vol. 30:187-190.

Cruz, G. F. 1989. Germinación y Establecimiento de Plantulas de "Atatana" (*Sicyos deppei*, Cucurbitaceae), Maleza del Maíz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F.

Dillon, S.P. y Forcella, F. 1985. Fluctuating Temperatures Break Seed Dormancy of Catclaw Mimosa (*Mimosa pigra*). *Weed Science*. Vol. 33:196-198.

Dubey, P.S. y Mall, L.P. 1972. Ecology of Germination of Weed Seeds; I. Role of Temperature and Depth of Burial in Soil. *Oecologia (Berl.)*. 10:105-110.

Duke, S.O. 1985. *Weed Physiology*. CRC Press, Inc.

Eastin, E.F. 1983. Smallflower Morningglory (*Jacquemontia tamnifolia*) Germination as Influenced by Scarification, Temperature, and Seeding Depth. *Weed Science*. Vol. 31:727-730.

Egley y Duke, 1985. en Duke, S. O. 1985. *Weed Physiology*. CRC Press, Inc. VI-27-64.

Egley, G.H. y Paul, R.N. Jr. 1981. Morphological Observations on the Early Inhibition of Water by *Sida spinosa* (Malvaceae) Seed. *Am. J. Bot.* 68:1056.

Egley, G.H. y Paul, R.N. Jr. 1982. Development Structure and Function of Subpalisade Cell in Water Impermeable *Sida spinosa* Seeds. *Am. J. Bot.* 69:1402.

Goes, L.F., Chandler J.M. y Vaughan C.E. 1978. Aspects of Germination, Emergence, and Seed Production of Three *Ipsosoa* Taxa. *Weed Science*. Vol. 26:245-248.

Hardcastle, W.S. 1978. Enhancement of *Ipsosoa* Seed Germination. *Weed Science Soc.* 31:280-281.

Harper, L.J. 1977. *Populations Biology of Plants*. Academic Press. N.Y. 61-82.

Holt, R.E. y Miller, M.R. 1972. Weed Seed Germination Responses to Chemical and Physical Treatments. *Weed Science*. Vol.20:150-153.

Karssen, C.M. 1980/1981. Environmental Conditions and Endogenous Mechanisms Involved in Secondary Dormancy of Seed. *Israel J. Bot.* 29:45-64.

Khan, A.A. 1960. An Analysis of Dark Osmotic Inhibition of Germination of Lettuce Seed. *Plant Physiology*. 35: 1-7.

Khan, A.A. 1982. *The Physiology and Biochemistry of Seed Development Dormancy and Germination*. Cornell University, Geneva, New York.

Koller, D. 1972. Environmental Control of Seed Germination. 1 101. in T.T. Kozlowski, *Seed Biology*. Vol. II. Academic Press, N.Y.

Leck, M.A., Parker, Vit. y Simpson, R.L. 1989. *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, Inc. N.Y.

Mann, R.K., Rick, C.E. y Witt, W.W. 1981. Germination and Emergence of burcucumber, *Sicyos angulatus*. *Weed Science*. 29:83-86.

Murray, D.R. 1984. Seed Physiology. Vol.1 Development. Academic Press. Sydney. p-32.

Osuna, F. H. E. 1990. Capacidad de Infestación de Semillas de *Sicyos deppei* G. DON (CUCURBITACEAE) e *Ipomoea purpurea* (L.) ROTH (CONVOLVULACEAE), Sometidas a un Ambiente Humedo. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias UNAM. México D.F.

Ponce, S. R. M., Marquez, G. J., Brechó, F. A. y Laguna H. G. 1990. Desarrollo e Histoquímica de la Cubierta Seminal de *I. purpurea* (L.) Roth (Convolvulaceae) y su Relación con la Impermeabilidad al Agua. *Phyton*. 51: 5-12.

Quinlivan, B.J. 1961. The Effect of Constant and Fluctuating Temperatures on the Permeability of Hard Seed of Some Legume Species. *Aust. Agric. Res.* 12:1009-1022.

Roberts, H.A. y Lockett, P.M. 1978. Seed Dormancy and Periodicity of Seedling emergence in *Veronica hederifolia* L. *Weed Research*. 18:41-48.

Rzedowski, J. y Rzedowski G.C. 1985. Flora Fanerogámica del Valle de México. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN, Instituto de Ecología. México D.F.

Sanchez, S.O. 1978. La Flora del Valle de México. Editorial Herrero S.A. México D.F.

Savage, J.M. 1973. *Evolution*. CECSA. p.82-83.

Stoller, E.W. y Wax, L.M. 1974. Dormancy Changes and Fate of Some Annual Weed Seeds in the Soil. *Weed Science*. Vol. 24:151-155.

Taylorson, R.B. 1970. Changes in Dormancy and Viability of Weed Seeds in Soil. *Weed Science*. 18: 265-269.

Taylorson, R.B. y Brown, M.M. 1977. Accelerated After-ripening for Overcoming Seed Dormancy in Grass Weeds. *Weed Science*. 25:473-476.

Thompson, P.A. 1970. Changes in Germination Responses of *Silene secundiflora* in Relation to the Climate of its Habitat. *Physiol. Plant*. 23:739-746.

Thompson, P.A. 1974. Effects of Fluctuating Temperatures on Germination. *J. exp. Bot.* 25:164-175.

Van Assche, J.A. y Vanlerberghe, K.A. 1989. The Role of Temperature on the Dormancy Cycle of Seeds of *Rumex obtusifolium* L. *Functional Ecology*. 3:107-115.

Vincent, E. M. y Cavers, P.B. 1978. en Duke, S.O. 1985. *Weed Physiology*. CRC Press, Inc. VI 1-25.

Wilkins, M.B. 1984. *Advanced Plant Physiology*. Longman Scientific and Technical. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Zepeda, A.S. 1988. Estudio Preliminar de la Biología de la Arvensis *Sicyos deppei* G. Don. y el Efecto de Poblaciones Naturales Sobre el Rendimiento y la Cosecha de Maíz. *Zea mays* L. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.