

146  
2 g

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
BIOLOGIA

CAPACIDAD DE INFESTACION DE SEMILLAS DE Sicyos deppei G. DON  
(CUCURBITACEAE) E Ipomoea purpurea (L.) ROTH (CONVOLVULACEAE),  
SOMETIDAS A UN AMBIENTE HUMEDO.

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:

HELIA REYNA OSUNA FERNANDEZ

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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.	Pág.
RESUMEN	1
I.- Introducción	2
* Malezas	
* Banco de semillas	
* Viabilidad	
* Germinación	
* Latencia	
* Impermeabilidad	
* Imbibición y Lixiviación	
* Antecedentes	
* Objetivos	
II.- Ubicación taxonómica	21
* Descripción específica	
* Area de colecta	
III.- Material y Método	27
* Diagramas de flujo de los experimentos	
* Metodología	
IV.- Resultados	35
V.- Discusión	57
VI.- Conclusiones	54
VII.- Bibliografía	88

## RESUMEN.

*Ipomoea purpurea* y *Sicyos deppoi* son consideradas malezas muy agresivas, causantes de graves pérdidas en cultivos básicos del país como son maíz, frijol y trigo. El problema es generado a partir de un reservorio de semillas viables en el suelo conocido como banco de semillas. Estas semillas son la parte principal de la invasión en el hábitat. Esta población de semillas está influida por varios factores entre los que se encuentra la humedad. La presencia de humedad es esencial para la imbibición de las semillas y la iniciación del metabolismo que lleva a la germinación.

Ya que la disponibilidad de agua puede iniciar el proceso de germinación, se realizaron experimentos en condiciones controladas de laboratorio y en campo, para determinar la influencia de la humedad constante y fluctuante sobre: a) la germinación de semillas escarificadas y no escarificadas, b) la eliminación de la latencia de semillas no escarificadas, c) la capacidad de las semillas embebidas, en condiciones de campo, para mantenerse viables por distintos tiempos de permanencia en el suelo a partir de semillas recién cosechadas de *I. purpurea* y *S. deppoi*. Se llevaron a cabo pruebas de germinación y viabilidad de las semillas tanto en campo como en laboratorio.

Respecto a las semillas escarificadas, la humedad constante permite alcanzar los mayores porcentajes de germinación, mientras que la humedad fluctuante causa un retraso en el proceso. En cuanto a las semillas no escarificadas, ambas condiciones de humedad estimulan de igual forma, la germinación de las semillas de *I. purpurea*, mientras que en *S. deppoi* se obtiene una mayor respuesta con humedad fluctuante. Tanto la humedad constante como la fluctuante influyen sobre la ruptura de latencia de semillas de *S. deppoi*, no así en *I. purpurea*. En ambas especies, las semillas no germinadas presentan considerables porcentajes de viabilidad tanto en condiciones de campo como en laboratorio. La escarificación permite la imbibición de las semillas en el campo, desencadenando la germinación a distintos tiempos y pueden permanecer viables hasta por un mes en el caso de *S. deppoi* y hasta por 3 semanas en el caso de *I. purpurea*.

## I. INTRODUCCION

Las malas hierbas o malezas constituyen una de los problemas de mayor importancia en la actividad agrícola, cuyos daños directos e indirectos afectan a los cultivos desde su establecimiento hasta su madurez, por lo que son consideradas como plantas nocivas e indeseables por el hombre (1).

Baker, 1965 (en Hill, 1977) define una maleza de la siguiente manera: una maleza es una población de plantas que crecen completa o predominantemente en situaciones marcadamente perturbadas por el hombre.

Las malezas afectan las actividades del hombre causando daños directos e indirectos. Los daños directos derivan de la competencia que se establece entre cultivos y maleza por los factores que favorecen el crecimiento (agua, luz, nutrientes, etc.), por especies que exudan sustancias fitotóxicas que contaminan y envenenan los cultivos, por las especies que parasitan los cultivos en forma parcial o total, ocasionando lesiones por sus características físicas (cuando presentan espinas por ejemplo), interferir con el funcionamiento de la maquinaria Agrícola, incrementar los costos de las operaciones de limpieza del cultivo, bloquear los drenajes y canales de irrigación. Los daños indirectos son el resultado de una amplia gama de plagas agrícolas que se hospedan en la maleza. Estos daños reducen la calidad y el rendimiento de los diversos productos agrícolas (1)(17). Como puede observarse las malezas causan pérdidas e inconvenientes al hombre en varias formas, siendo la principal, la reducción en el rendimiento o pérdida del cultivo. Comúnmente, las infestaciones de malezas están constituidas por varias especies, sin embargo, en algunos casos sólo llega a predominar una (17).

NOTA: Se usará la palabra infestación para referirse a la invasión que lleva a cabo la maleza en un cultivo.

La intensidad de los daños que las malas hierbas ocasionan a los cultivos, depende de una gran cantidad de factores como son: el tiempo en que se mantiene la competencia con el cultivo, el tipo de especies infestantes, la densidad de población de la maleza, la época de emergencia de las malas hierbas en relación con la de los cultivos debido a que en las primeras fases del desarrollo, éstos son más susceptibles a ser afectados por las malezas (1).

Baker, 1965 (en Hill, 1977) propuso que las posibles características de una maleza ideal son:

- \* Alta producción de semillas en condiciones ambientales favorables.
- \* Producción de semillas aún en condiciones poco propicias.
- \* Inicio de producción de semillas después de un corto período de crecimiento vegetativo.
- \* La producción de semillas se extiende a un largo periodo del crecimiento de la planta.
- \* Latencia variable en la semilla y una longevidad considerable de las semillas en el suelo.
- \* No presentan requerimientos ambientales especiales para la germinación.
- \* Rápido crecimiento y establecimiento de la plántula.

La producción abundante de semillas, es una adaptación que asegura altas probabilidades de dispersión y restablecimiento de las poblaciones de malas hierbas.

A medida que se completa el establecimiento de la asociación entre planta cultivada y planta nociva, se vuelve más manifiesta la competencia por los recursos disponibles. Las plantas nocivas sofocan a las plantas cultivadas provocando una disminución en el rendimiento. La competencia puede ser tan grave que ocasione la pérdida de la cosecha.

Las pérdidas debidas a las plantas nocivas, sobrepasan a las que causa cualquier otro tipo de invasión en el campo (23). Más de 1000 millones de dólares anuales se pierden debido a malezas en los Estados Unidos (8). En México, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas(1), registra que la libre competencia entre las malezas y el cultivo del maíz en particular,

genera reducciones en el rendimiento del mismo desde el 24% hasta el 73% en promedio.

El cultivo de maíz en México, sufre el ataque de más de 390 especies de malas hierbas pertenecientes a 52 familias, incluidas la Convolvulaceae y la Cucurbitaceae a las cuales pertenecen los géneros Ipomoea y Sicyos respectivamente, cuya competencia con el cultivo causa plantas cloróticas de poco vigor y altura, lo que a su vez genera reducciones en los rendimientos (1).

Las crecientes necesidades alimentarias que México requiere, demandan estudios enfocados hacia las diversas especies de maleza que infestan los cultivos, por lo que los esfuerzos por disminuir los daños causados por éstas, deberán estar dirigidos a evitar la competencia con el cultivo, que es el origen primordial de severas pérdidas, sobre todo durante sus primeras fases de desarrollo, periodo en que es más susceptible a ser atacado por la maleza. Los métodos de control aplicados hasta el momento son tres: cultural (eliminación de la maleza mediante deshierbes manuales), químico (empleo de herbicidas) e integral, siendo este último resultante de la combinación de los dos primeros (1). El desarrollo de sistemas integrados de control de malezas sería más efectivo si fuera posible predecir la germinación de las semillas enterradas (19).

El conocimiento de la biología de las malas hierbas permitiría un mejor diseño y utilización de las técnicas modernas de control de las malezas, lo que redundaría en un aumento en el rendimiento del cultivo (8).

Los terrenos contaminados reciben semillas maduras y viables en su mayoría, por la dispersión, y son enterradas en el suelo por movimientos realizados por las labores de cultivo, formando así, un reservorio de semillas viables conocido como banco de semillas (23). Los mejores ejemplos de especies que acumulan grandes bancos de semillas son las malezas de los campos de cultivo (19). En la dispersión, las semillas caen a la

superficie del suelo, donde las grandes fluctuaciones de temperatura, radiación y contenido de humedad crean un medio extremadamente adverso para la germinación de las semillas (14). Sin embargo, debido al gran potencial de reproducción de muchas malezas, requieren una población relativamente pequeña de semillas que germinen en un año para causar una seria invasión al siguiente año (17).

La mayoría de las semillas de malezas tienen la capacidad de germinar después de permanecer enterradas por años en el banco de semillas del suelo, iniciando así una nueva generación. Uno de los mecanismos más importantes para su crecimiento es la capacidad de producir una población de semillas con una variación en su capacidad de germinación (heteroblasticidad). Esto asegura que bajo condiciones óptimas, sólo parte de la población de semillas germine, mientras el resto permanece en el banco de semillas del suelo (13).

Thompson y Grime en 1979, distinguen entre bancos de semillas transitorios y persistentes. Un banco de semillas transitorio se define como aquel en donde ninguna de las semillas producidas permanece viable en el suelo por más de un año; dentro de este grupo se consideran a las semillas que germinan en el otoño después de su producción en verano, como son hierbas de áreas secas perturbadas (especies tipo I) o en la siguiente primavera, como son las especies de zonas templadas (especies tipo II). En un banco persistente, las semillas que lo componen permanecen viables en el suelo al menos por un año. Las clasifican en especies del tipo III y IV. En el tipo III, muchas de las semillas germinan rápidamente después de liberarse aunque una pequeña proporción de las semillas no germinan y se incorporan a un pequeño banco de semillas persistente, mientras que en el tipo IV, sólo unas pocas semillas germinan inmediatamente después de dispersarse y las especies mantienen un gran banco de semillas persistente. Las especies de malezas son esencialmente del grupo IV, donde mantienen un banco de semillas cuyo tamaño cambia poco a poco con las estaciones y es más grande en comparación con la producción anual de semillas. En aquellas especies que forman



parte de bancos de semillas persistente la imbibición es un requisito esencial para su supervivencia, y una parte indispensable del patrón anual del cambio de latencia ya que al estar embebidas pueden llevar a cabo procesos metabólicos que les permiten permanecer viables por un mayor tiempo en el suelo. Las semillas de malezas anuales se caracterizan por una prolongada viabilidad y una pronunciada latencia. Ambas propiedades contribuyen a la presencia de semillas en el suelo después de su producción (19).

Una semilla viable es aquella que está viva y potencialmente capaz de germinar (26). Las semillas viables de plantas nocivas presentes en el suelo son parte integrante y en realidad, la parte principal de la infestación de plantas nocivas presentes en un habitat (23). Tran y Cavanagh (1984) mencionan que las semillas pueden permanecer en el suelo por muchos años y mantenerse viables. Estudios en suelos, indican que semillas enterradas de algunas malezas, permanecen viables por periodos de más de 50 años (19), donde un bajo contenido de humedad en la semilla es importante para mantener su viabilidad (33).

El mantenimiento de la viabilidad de las semillas en el suelo por periodos largos, es una característica general de las malezas, a diferencia de las plantas cultivadas que tienen un corto periodo de vida al estar enterradas (17). Semillas enterradas superficialmente pierden su viabilidad en una tasa mucho más alta que semillas enterradas a niveles profundos (19). La población de semillas viables presentes en un área, está influida por varios factores (Fig.1) (17), que por una parte la refuerzan como la siembra del cultivo, las malezas de cultivos tempranos, la entrada de semillas provenientes de otras áreas por viento, agua, etc, o la disminuyen por pérdidas de semillas hacia otras áreas o por mortalidad de las mismas.

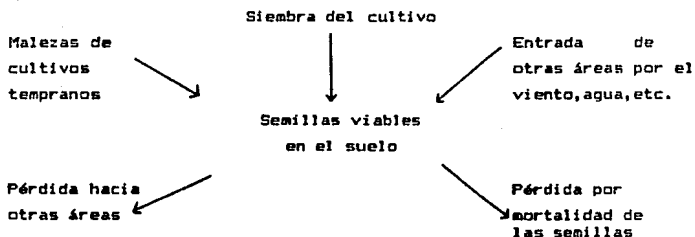


Figura 1. Factores que influyen sobre la población total de semillas viables en el suelo.

Roberts y Ellis (1982), señalan que las semillas se dividen en dos categorías respecto a su viabilidad: ortodoxas y recalcitrantes. Las semillas ortodoxas son aquellas que pueden deshidratarse a bajos contenidos de humedad (5% o menos), sin sufrir daños. La mayoría de las especies incluyendo a todas las especies cultivadas y probablemente todas las malezas de tierras arables, tienen semillas ortodoxas, las cuales, en el caso de las malezas pueden sobrevivir muchos años en el suelo. Por otra parte las semillas recalcitrantes son aquellas que mueren o sufren daños al disminuir su contenido de humedad y pierden su viabilidad en relativamente corto tiempo. Este tipo de semillas se presentan en especies tropicales.

Villiers (1974), desarrolló una hipótesis donde plantea que las semillas ortodoxas pueden sobrevivir por largos periodos a una baja humedad y temperatura porque así, la tasa de daño de los sistemas celulares se ve reducida, sin embargo, al pasar el tiempo los daños se van acumulando, pero cuando el contenido de humedad es suficientemente alto tiene lugar la reparación y reemplazamiento de componentes ( como son enzimas para la reparación del ADN o enzimas para los procesos de restablecimiento de la integridad de membranas). Cuando las

semillas están completamente embebidas, esta reparación ocurre a una tasa suficientemente alta para prevenir la acumulación de daños y así las semillas pueden sobrevivir por largos periodos; sin embarco, los mecanismos que causan el daño en los sistemas celulares aún no se conocen (26).

Las semillas viables son las únicas que pueden llevar a cabo la germinación. Morfológicamente, la germinación se define como la transformación de un embrión en una plántula; fisiológicamente, es la reanudación del metabolismo, crecimiento y transcripción del genoma; bioquímicamente, es la iniciación secuencial de patrones sintéticos y oxidativos (18).

La germinación se inicia con la imbibición y termina con la elongación de la radícula. Tissaoui y Côme (1975) y Simon (1984), consideran que los principales eventos que conducen a la germinación se llevan a cabo en tres fases:

- a) Imbibición: absorción de agua por las semillas secas, se embeben y alcanzan contenidos de agua entre el 30 y 50%.
- b) Fase de retraso o activación: las semillas se hinchan y metabolizan activamente, el contenido de agua permanece relativamente estable.
- c) Germinación: protrusión de la raíz a través de la testa, donde se reanuda la absorción de agua (2,30).

La primera fase del proceso se presenta tanto en semillas viables como inertes, pero la segunda y tercera fase son únicas de semillas viables.

La germinación es un factor crítico para el establecimiento de invasiones de plantas nocivas (23). Las semillas normalmente no germinan hasta que han pasado un periodo considerable de crecimiento y desarrollo, acumulando reservas y finalmente desecándose. Una vez que se les suministra agua, se hidratan y emprenden una segunda fase de actividad que resulta en un crecimiento de la radícula a costa de los materiales de reserva (30). La germinación y subsecuente emergencia de plántulas ocurre en intervalos específicos en el año (19). La mayoría de las

especies de malezas muestran una marcada periodicidad en la germinación bajo condiciones naturales (17).

La germinación de la semilla está sujeta a una regulación muy precisa en donde varios factores del medio juegan un papel importante. Estudios de los principios de control del medio en la germinación (relación semilla-medio), podrían resultar en la interpretación y posible predicción del comportamiento en campo de las malezas (Fig.2)(19).

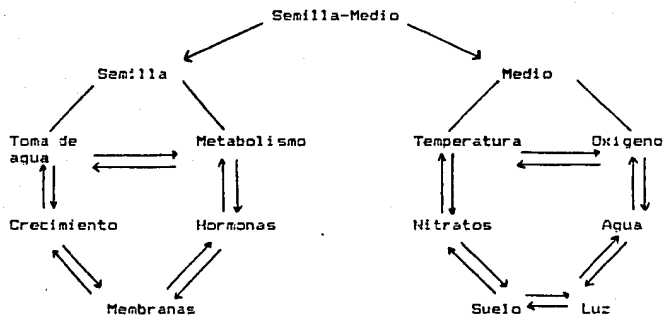


Figura 2. Relaciones presentes en el sistema Semilla-Medio.

Las condiciones externas de humedad adecuada del suelo, temperatura favorable y oxígeno suficiente, son esenciales para la germinación tanto de semillas de malas hierbas así como las de plantas cultivadas (23). La escasez de agua restringe el periodo de germinación. La germinación ocurre hasta que la humedad del suelo es adecuada para que se desencadene el proceso y se establezca la plántula. El contenido de humedad en el suelo depende de la composición y textura del mismo, del balance entre

precipitación, evaporación y drenaje, así como de las condiciones climáticas, plantas presentes y composición y concentración de solutos en el suelo. En muchos medios áridos, el agua es el factor dominante que regula el tiempo de germinación. Por otro lado, elevada humedad del suelo puede interferir con la disponibilidad de oxígeno, lo que se ve reflejado en un decremento en la concentración de oxígeno o un aumento del  $CO_2$  que puede inhibir la germinación (19). Como consecuencia de las altas concentraciones de  $CO_2$  que se encuentran generalmente en el suelo, las semillas enterradas podrían entrar en un estado de latencia y no germinar hasta estar cerca de la superficie, donde hay más disponibilidad de oxígeno (17).

La suspensión del crecimiento del embrión impuesto por condiciones no favorables del medio, se denomina quiescencia, y la suspensión del crecimiento por inhibición endógena, se denomina latencia. En la germinación de semillas quiescentes, el metabolismo oxidativo inicial es anaeróbico y generalmente un agente no específico (por ejemplo el agua), facilita la activación de estos patrones. Después el metabolismo oxidativo se hace aeróbico, acompañado por una transcripción diferencial del genoma. En la germinación de semillas latentes, los intermediarios metabólicos cruciales no están fácilmente disponibles (por ejemplo ritmos circadianos) y son agentes específicos necesarios para activar los patrones oxidativos e hidrolíticos (18).

La latencia quizá sea la característica más importante de las malas hierbas que les permite persistir en el suelo, a pesar de las frecuentes alteraciones del mismo que acompañan a los cultivos agrícolas (23).

La latencia es el estado en el cual una semilla viable no germina aún cuando se encuentra en condiciones de temperatura, humedad y oxígeno normalmente consideradas como adecuadas para la germinación. La latencia retrasa la germinación hasta que se presentan condiciones favorables para el crecimiento y establecimiento en el campo de la plantula, por lo que la latencia

juega un papel importante en la supervivencia de las especies, permitiendo a las semillas superar condiciones adversas tales como heladas, clima seco o humedad excesiva (33).

El fenómeno de latencia de semillas, tan común en las malezas, puede contrastarse con la mayoría de las plantas cultivadas, las cuales han sido seleccionadas por el hombre por su germinación rápida y uniforme, sin ningún periodo de latencia (17). En muchas especies, la disminución de las poblaciones de semillas en el suelo es mayor debido a la germinación dada por la pérdida de latencia, más que por la pérdida de viabilidad (26). Ya que las semillas de malezas en el suelo pueden estar en diferentes estados de latencia, la germinación dentro de esta población puede no estar sincronizada; así, la emergencia de plántulas causa al agricultor repetidas invasiones, es decir, en el suelo, las semillas de malezas pueden perder o adquirir alternativamente la latencia y mostrar germinación en diferentes tiempos durante su permanencia en el suelo (9). En general, la latencia se pierde durante la estación que precede al periodo con condiciones favorables para el desarrollo de la plántula. El tiempo de latencia tienen una gran importancia para la sobrevivencia de las especies (Fig 3.), (17).

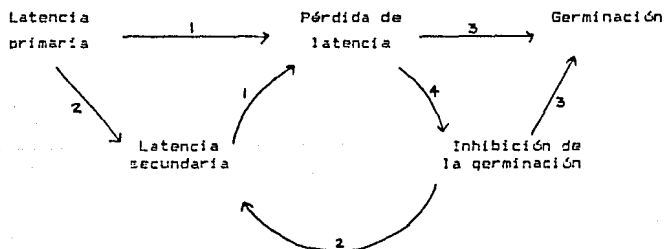


Figura 3. Relaciones entre los diferentes estados en los patrones estacionales de latencia. 1.- Factores que rompen la latencia. 2.- Factores que inducen la latencia. 3.- Factores que permiten la germinación. 4.- Factores que inhiben la germinación.

Las semillas latentes son capaces de llevar a cabo muchas funciones metabólicas, incluyendo síntesis de membranas y producción de organelos. La latencia en semillas no es un estado de inactividad general, pero debe ser provocada por algunos bloqueos metabólicos específicos (34). Semillas latentes embebidas sintetizan ARN y proteínas, por lo que el rompimiento de la latencia debe estar asociado con un incremento en la síntesis de proteínas (28). Así, la latencia es un fenómeno complejo controlado por un gran número de factores externos e internos que intervienen simultáneamente para crear un estado fisiológico que se refleja en la capacidad o incapacidad de la semilla para germinar (2). La latencia tiene una base genética y su expresión puede estar influida por factores ambientales durante el desarrollo de la semilla en la planta madre (9).

Tran y Cavanagh (1984), reconocen tres tipos de latencia: innata, inducida y forzada. La latencia innata (o latencia primaria), previene la germinación durante el desarrollo y maduración de la semilla en la planta madre y generalmente tiempo después de la dispersión. Si una semilla ha perdido su latencia primaria y se le expone a condiciones adversas, se induce a una latencia secundaria, caracterizada por la persistencia de latencia aún cuando las semillas retornan a una situación favorable para la germinación. Semillas con latencia forzada pueden germinar una vez removida la limitación del medio (33). Karssen (1982), sólo reconoce dos tipos de latencia: la primaria y la secundaria. El término de latencia primaria se aplica para aquellos cambios en la premaduración y predispersión de la semilla, y el término latencia secundaria para las latencias inducidas después de la maduración y dispersión por mecanismos naturales o artificiales. Las semillas enterradas pasan a través de un ciclo estacional de pérdida de latencia, inhibición de la germinación e inducción de latencia secundaria. En la mayoría de los estudios, las semillas que se utilizan se encuentran en latencia primaria o innata (19).

Durante los últimos 20 años, dos conceptos han dominado la investigación sobre la latencia. El primero es que la

latencia está controlada por una represión de los genes y la segunda es que la latencia está bajo el control de un balance entre hormonas promotoras e inhibidoras; las sustancias inhibidoras deben predominar en la latencia de las semillas, en respuesta a una señal del medio se sintetizan hormonas promotoras y resulta la germinación. Se proponen giberelinas y citoquininas como las principales clases de promotores, y ácido abscísico en particular como inhibidor (28).

Un mejor conocimiento de la latencia en semillas de malezas, podría llevar a mejores métodos de control, reduciendo la población de semillas latentes (9). Se podrían realizar prácticas de manejo del hábitat que indujeran la germinación al mismo tiempo, de las semillas de malezas presentes en el suelo para combatir las en una sola acción, o el descubrimiento de agentes que induzcan la germinación o prolonguen la latencia de las semillas hasta que las mismas pierdan su viabilidad.

Los factores que imponen latencia son muchos y variados, pero los principales son: embriones rudimentarios, embriones fisiológicamente inmaduros como resultado de sistemas enzimáticos inactivos, cubiertas mecánicamente restrictivas de las semillas, presencia de inhibidores, requerimientos especiales de temperatura o luz y cubiertas impermeables.

Para el mantenimiento de la latencia, uno de los principales factores que intervienen es la impermeabilidad al agua o dureza de las cubiertas seminales (23). Semillas que son incapaces de embeberse, son comúnmente llamadas semillas impermeables o duras. Rolston (1978), menciona que los estudios ontogenéticos indican que la impermeabilidad se establece en etapas tardías en el desarrollo de la semilla y el grado de impermeabilidad se relaciona con el contenido de humedad en la semilla; factores genéticos y condiciones del medio afectan la proporción de semillas impermeables producidas (27). La prevención de toma de agua en una semilla con cubierta impermeable, es un mecanismo muy eficiente de latencia que ocurre en malezas de



varias familias. Estas semillas con cubiertas impermeables representan una forma de latencia primaria. Las cubiertas seminales pueden prevenir la germinación por: bloqueo de la entrada de agua al embrión, limitando el intercambio de gases, bloqueo de la penetración de luz al embrión, compresión mecánica a la expansión del embrión y/o previniendo la pérdida de inhibidores del embrión. Una o más de estas condiciones pueden ocurrir a la vez en una semilla (9).

El mecanismo de impermeabilidad al agua está relacionado con la testa, y se piensa que involucra sustancias impermeables como ceras, cutina, lignina, taninos, suberina, pectina, calosa, hemicelulosa, y derivados de quinona (27). La escasez de agua disponible al embrión debido a la presencia de cubiertas impermeables, es un importante aspecto de latencia y longevidad, como lo evidencia el hecho de que al remover las cubiertas seminales se incrementa la germinación (20). La latencia impuesta por la cubierta se rompe al deteriorarse de alguna forma la cubierta seminal y después de un tiempo, la mayoría de las semillas eventualmente toman agua (33). La compleja estructura y las diferentes propiedades de la cubierta seminal en relación al agua, permite que actúe como barrera a la penetración del agua, con lugares específicos de entrada de agua del suelo o que forman una cubierta completamente impermeable, la cual puede hacerse permeable por daños o fracturas (14). Cuando una semilla impermeable se hace permeable en forma natural, se supone que la cubierta seminal ha sido dañada ya sea por fuego, abrasión debida al viento y movimientos de agua sobre el suelo, por ataque microbiológico, por temperaturas fluctuantes o por el paso a través del tracto digestivo de aves y animales (33). Egley y Duke (1985), suscriben que ciclos alternos de temperatura e hidratación son medios naturales que incrementan la permeabilidad al agua. El stress impuesto por contracción y expansión debido a la temperatura o cambios de humedad en los sitios débiles de las semillas impermeables, pueden desencadenar la separación celular y/o ruptura, permitiendo la entrada de agua.

La imbibición o entrada de agua a una semilla seca es un paso esencial para la rehidratación de los tejidos y la iniciación de los procesos metabólicos que llevan a la germinación de la semilla, ya que semillas quiescentes y latentes están en general altamente desecadas. Esta toma de agua es un proceso dinámico caracterizado por tres distintas fases: potencial de agua de la semilla, potencial de agua del suelo, y conducción y difusión del agua del suelo que rodea a la semilla. Cualquier condición que afecte el nivel de hidratación obtenido durante la imbibición, puede retardar o aún inhibir la germinación (14). En la dispersión, las semillas de la planta madre caen a la superficie del suelo donde pueden rehidratarse. Si dichas semillas no germinan inmediatamente pueden permanecer latentes y son capaces de sobrevivir por largos periodos embebidas de manera continua o intermitente (9). La mayoría de las semillas secas que se desprenden de la planta madre tienen un contenido de agua por debajo del 15% de peso fresco (30). Las semillas embebidas latentes no germinan, pero aparentemente mantienen un movimiento regular de muchos constituyentes celulares y pueden reparar continuamente cualquier daño citológico que sufran (33). Así, semillas secas sobreviven porque sus procesos metabólicos están grandemente retardados, mientras que semillas embebidas latentes, están altamente activas, reparando cualquier daño que experimenten.

En un estado de completa imbibición, muchas semillas de malezas con mecanismos inherentes de latencia, pueden permanecer muchos años en el suelo (16). El proceso de imbibición se inicia con un período de una rápida toma de agua considerada "incontrolada", seguido de un hinchamiento con una toma constante de agua después de la cual la imbibición disminuye hasta detenerse finalmente (30). Las semillas deben alcanzar un mínimo contenido de agua conocido como "nivel crítico de hidratación" que depende del potencial de agua del suelo y de la semilla, bajo el cual, la germinación no tiene lugar. Las semillas secas tienen un potencial de agua extremadamente bajo y al ponerse en contacto con un sustrato húmedo como el agua o suelo húmedo, comenzará a tomar agua incrementando la hidratación de los tejidos y su potencial de

agua (14). El agua no es la única sustancia que entra a la semilla durante la imbibición, se da también una difusión de gases con la afluencia de agua a través de poros y canales, por los cuales el oxígeno difunde hasta que se embebe el embrión. Conforme el agua penetra a la semilla durante la imbibición, desplaza el gas que estaba presente. Este gas puede acumularse dentro de la semilla como una burbuja y eventualmente, el avance de agua puede causar una perforación a través de los tejidos por donde el gas escapa. En el suelo, las semillas están expuestas a una solución más que a agua pura, los solutos penetran a la semilla así como el agua (30). La tasa total de toma de agua durante la fase de imbibición que depende de las propiedades del sistema semilla-substrato, afectan crucialmente la germinación de las semillas. Los principales factores que controlan el fenómeno de transporte de agua del suelo a la semilla son: la configuración geométrica de la semilla, el contenido de agua y agregación del suelo, las estructuras y propiedades de la cubierta seminal y materiales hidrofóbicos depositados en ella (14).

Al exponer semillas secas al agua se desencadenan una variedad de eventos además de la imbibición, que incluyen síntesis de proteínas, activación de mitocondrias y lixiviación de solutos. Al lado de este conjunto de eventos alcanzados en cada capa celular conforme se hidrata, otros patrones metabólicos pueden estar retrasados y la germinación se bloquea. La lixiviación (salida de solutos de la semilla), se hace rápidamente al inicio de la imbibición. Conforme la imbibición progresa, la tasa de lixiviación disminuye. Dos principales hipótesis se han hecho para responder al fenómeno de lixiviación durante la imbibición: la primera, propuesta por Larson (1968), y Perry y Harrison (1970), señalan que el gradiente de potencial de agua es tan alto al inicio de la imbibición que podría romper las membranas, así, el contenido citoplásmico sería dispersado por el flujo turbulento de agua. La segunda hipótesis plantea que las membranas no se rompen sino se reorganizan y reparan. Esto podría

ocurrir solamente en las células que son hidratadas lentamente (células internas), no en las células donde se da la entrada violenta de agua (células más externas); así, la ruptura de membranas estaría limitada a los primeros estados de imbibición donde el flujo de agua es muy rápido y la reparación de membranas a estados posteriores donde la lixiviación es lenta y continua (30).

En la literatura se menciona la importancia de la humedad, como limitante y crítica para la germinación. Sin embargo, se han realizado pocos estudios sobre el efecto de la humedad en la germinación de las semillas.

Harper y Benton (1956), observaron el efecto de diferentes tensiones controladas de agua sobre la germinación de semillas con latencia innata, de 11 diferentes especies; remarcan la importancia del área de contacto entre la semilla y el medio húmedo para permitir la absorción de agua por la semilla, considerando ésto como un prerequisite esencial para la germinación. Dasberg (1971), estudia en semillas de siete diferentes especies, la tasa de movimiento de agua del suelo próximo a la semilla y su efecto en la germinación. Concluye que la germinación es dependiente de la absorción de agua del suelo que se encuentra a 1 cm de distancia de la semilla, lo cual está determinado por el contenido de agua del suelo. Dasberg y Mendel (1971), estudian el efecto de la humedad sobre la germinación de dos especies (*Triticum aestivum* y *Oryzopsis holciformis*), midiendo el potencial osmótico del suelo. Mencionan que debe existir un potencial de humedad del suelo óptimo para que se de la germinación, interviniendo además la conductividad hidráulica del medio (que puede limitar la cantidad de agua que llega a la superficie de la semilla) y el área de contacto entre la semilla y el medio. Gill y Prihar (1989), comparan el efecto de la humedad del suelo en la emergencia de tres especies cultivadas a diferentes profundidades. Señalan que el suelo que rodea a la semilla debe proveer de suficiente agua para que ocurra la

emergencia de las plántulas. Así, las semillas colocadas en niveles superficiales con un bajo contenido de humedad, reducen la absorción de agua y por consecuencia la germinación y emergencia de las plántulas, ya que en niveles superficiales se pierde humedad más rápidamente que en niveles profundos, donde la disponibilidad de agua es mayor y permanece por más tiempo.

Los estudios relacionados con los géneros de malezas trabajadas en este proyecto, cubren aspectos morfológicos, como el estudio realizado por Ponce (1970) respecto al desarrollo de la testa de Ipomoea purpurea; Agronómicos y biológicos, como el trabajo realizado por Zepeda (1988) relacionado con el ciclo de vida de Sicyos deppei y su efecto sobre el rendimiento y cosecha de maíz. Respecto a investigaciones relacionadas con la germinación y emergencia de plántulas de este género, se encuentra la de Mann, Rieck y Witt (1981), quienes determinan el efecto de la temperatura, oxígeno, estratificación y stress por humedad, sobre la germinación de semillas de S. anquatus, así como el efecto de la profundidad de sembrado sobre la emergencia de plántulas; mencionan que la humedad del suelo es crítica para la germinación, la cual podría ocurrir después de un proceso natural de deterioro de la cubierta seminal, aunado a las prácticas agrícolas que probablemente facilitan la escarificación de la testa de las semillas, incrementando así la germinación. Cruz, (1989), determina el porcentaje de germinación y emergencia de plántulas en 4 diferentes profundidades del suelo durante los meses de temporada de lluvias en semillas de S. deppei; se menciona que debido a los altos porcentajes de germinación obtenidos con semillas escarificadas, la latencia en esta especie, está impuesta principalmente por cubiertas seminales impermeables; por otro lado, como resultado de las observaciones en campo, entre las semillas no germinadas siempre se encontró una cierta proporción de semillas embebidas que mostraron una tendencia a aumentar conforme transcurrió la temporada de lluvias y a medida que la profundidad del suelo era mayor. Respecto al género Ipomoea, Crowley y Buchanan (1980), determinan la respuesta germinativa de siete diferentes especies de este género,

incluyendo a I. purpurea, por efecto de la temperatura y stress osmótico. Mencionan que la disponibilidad de agua es frecuentemente un factor limitante para la germinación por lo que las semillas deben alcanzar un porcentaje específico de humedad antes de germinar.

Ya que la disponibilidad de agua puede iniciar el proceso de germinación, resulta de gran interés conocer la influencia de la humedad sobre la germinación y ruptura de latencia, así como la capacidad de las semillas embebidas para mantenerse viables en estratos profundos y desencadenar la germinación cuando las condiciones sean propicias, lo cual contribuiría a la supervivencia de la especie.

Debido a los pocos trabajos relacionados con estos aspectos, se realizó el presente estudio para determinar la capacidad de germinación de semillas en un ambiente húmedo constante y fluctuante, de las especies Ipomoea purpurea y Sicyos peppei que son consideradas malezas muy agresivas, causantes de graves pérdidas en cultivos básicos del país como son el maíz, frijol, trigo, etc.

De esta manera, se realizaron experimentos en condiciones controladas de laboratorio y en campo, cuyos objetivos fueron los siguientes:

-- Determinar en laboratorio, la influencia de la humedad constante y fluctuante sobre la germinación de semillas escarificadas y no escarificadas de L. purpurea y S. deppoi.

-- Determinar en laboratorio, la influencia de la humedad constante y fluctuante sobre la eliminación de la latencia de semillas recién cosechadas de L. purpurea y S. deppoi.

-- Determinar en condiciones de campo, la capacidad de las semillas embebidas en el suelo para mantenerse viables por distintos tiempos de permanencia en el mismo.

## II. 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: (11). (29)

Campanilla, Quebra-cajete, Quilamul, Don Diego de Día,  
Batatilla, Churristate, Campanitas, Manto de la Virgen.



Descripción específica

(Rzedowski y Rzedowski, 1985)

Inomoea purpurea es una planta herbácea anual, de 20 a 100 cm de longitud, rastrera o trepadora. Tallo generalmente ramificado en su base, hirsuto-pubescente, con pelos amarillos hasta de 4mm de largo. Pecíolos de 4 a 20 cm de largo, pubescentes. Láminas de la hoja cordiformes, ovadas, enteras o trilobadas o bien raramente 5-lobadas, de 3 a 17 cm de largo y 2 a 15 de ancho, ápice agudo a acuminado, base cordada de seno profundo, con pubescencia esparcida a densa en ambas caras, misma que disminuye con la edad. Flores solitarias o en cimas 2-5 flores en las axilas de las hojas, pedúnculos de 0.2 a 18 cm de longitud, pedicelos de 5 a 20 mm de largo, ambos pubescentes a tomentosos, brácteas lanceoladas, de 1 a 9 mm de largo, pubescentes. Sépalos desiguales. Corola infundibuliforme, de color púrpura, de 2.5 a 5 cm de longitud, glabra. Filamentos de 13 a 30 mm de longitud. Anteras de 1 a 3 mm de largo. Ovario cónico, glabro, 3-locular, con 6 óvulos. Estilo de 14 a 27 mm de longitud, Estigma 3-globoso. Cápsula subglobosa, glabra, de 7 a 1 mm de diámetro, con 6 semillas. Semillas de 4 a 5 mm de longitud y más o menos 4 mm de ancho, de color café, fina y densamente tomentosa (Fig.3).

Distribución : (10), (29)

Ampliamente distribuida en el Valle de México. Alt. 2240-2650 m. Matorral xerófilo, pastizal, bosque de encinos y eucaliptos pero sobre todo como arvense y ruderal. Se distribuye en el Sur de Estados Unidos, México, CentroAmérica, Colombia, Perú y Argentina.

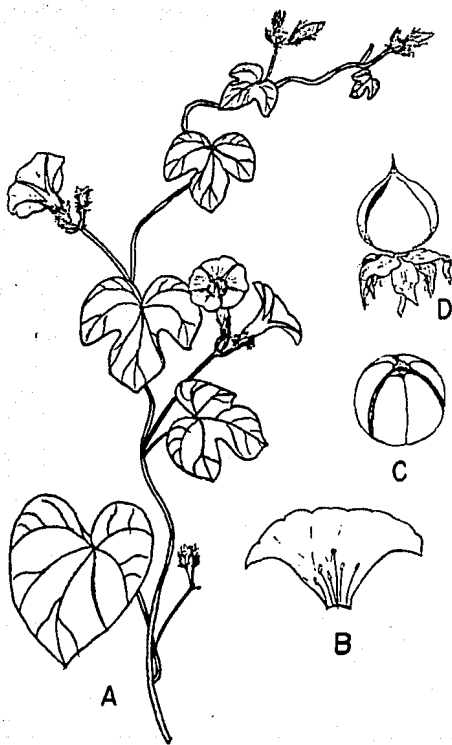


Fig.3 . Dibujo de la planta de *Ipomoea purpurea* (L.) Roth  
 A = aspecto general de la planta x 0.6 ; B = flor  
 abierta x 0.8; C = fruto desprovisto del pericar-  
 pio x 4; D = cápsula x 2.

(Cronquist, 1981)

División : Magnoliophyta  
Clase : Magnoliopsida  
Subclase : Delleniidae  
Orden : Violales  
Familia : Cucurbitaceae  
Género : Sicyos  
Especie : Sicyos deppei G. Don

Nombres comunes : (29), (36)

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

Descripción específica

(Rzedowski y Rzedowski, 1985)

Sicyos deppei es una hierba trepadora anual. Tallos ramificados, de varios metros de largo, estriados, glabros o escasamente hirsutos. Zarcillos 3-4 fidos, subglabros. Hojas con peciolo de 1 a 9 cm de largo, hirsutos, limbo ovado, de 2 a 15 (20) cm de largo y de ancho, ápice acuminado, márgenes serrulados, 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 amarillo-verdosa, de 3 a 6 mm de largo y de 3 a 6 (12) mm de diámetro. Inflorescencia femenina en glómérulos, sobre pedúnculos de 1 a 2 (3) cm de largo, flores en número de 5 a 15. Fruto triangular ovoide, de 6 a 8 mm de largo de color café o negro al madurar, con cerdas espinosas frágiles, caducas, de color amarillo, de 2 a 4 mm de largo, levemente tuberculado (Fig.4).

Distribución : (29), (36)

Altamente distribuida en el Valle, principalmente en el S y SW. Alt. 2250-2750 m. Se la encuentra en matorrales secundarios, orillas de caminos, arroyos y lagunas, pastizal, terrenos de cultivo principalmente frijol, cebada, trigo y maíz, en general en áreas perturbadas. Se encuentra en regiones de 9 estados del país: Michoacán, Querétaro, Estado de México, Tlaxcala, Guanajuato, Jalisco, Hidalgo, Puebla y Veracruz.

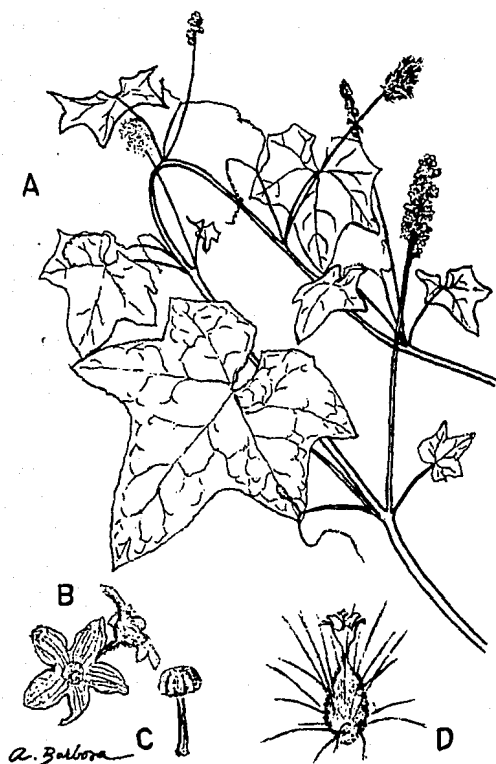
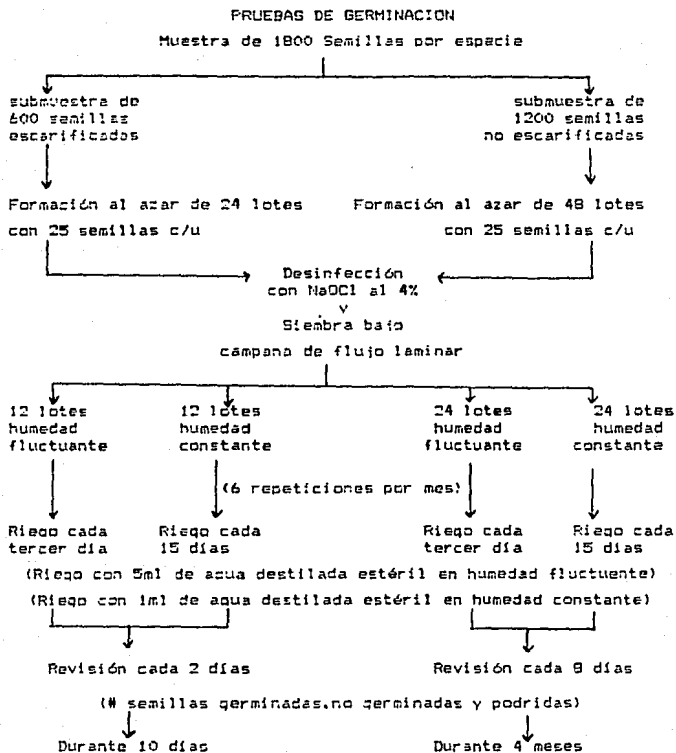


Fig. 4 . Dibujo de la planta de *Sicyos deppei* G. Don  
 A = rama con flores y frutos  $\times 0,6$ ; B = flores masculinas  $\times 31$  C = androceo  $\times 7$ ; D = flor femenina con el fruto casi maduro  $\times 5$ .

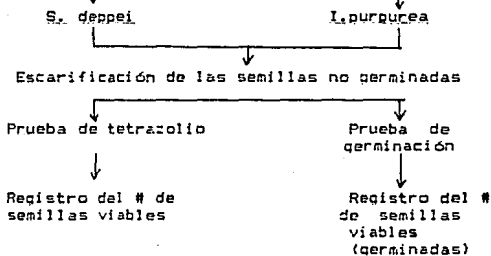
## III. MATERIAL Y METODO

## Diagramas de flujo de los experimentos.

Experimento en laboratorio  
Con semillas de *S. degeei* e *L. cucurbita*

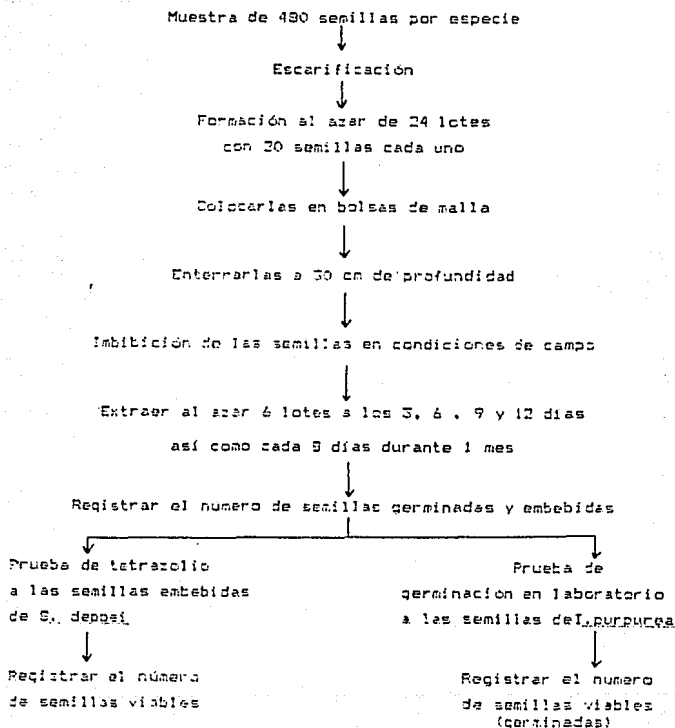


## PRUEBAS DE VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS NO GERMINADAS



## Experimento en campo

Con las semillas de *S. deppei* e *L. purpurea*





### Metodología.

Las semillas maduras y deshidratadas de *L. purpurea* y *S. doppel* se colectaron directamente de la planta madre, en el mes de noviembre de 1989, en la localidad de San Pedro Atocpan, Distrito Federal, que colinda con la zona oriental del Estado de México. Ambas especies se encontraban sobre cultivos de maíz.

Después de su cosecha, las semillas permanecieron almacenadas en condiciones de temperatura y humedad ambiente del laboratorio dentro de recipientes de vidrio. Durante los meses de noviembre y diciembre, se hicieron pruebas de viabilidad con el método de germinación, previas a los experimentos de campo y laboratorio. Para estas pruebas, se formaron 8 lotes con 25 semillas cada uno por especie; estas semillas se escarificaron mecánicamente con lija de papel y se desinfectaron con NaOCl al 4% durante 10 minutos y se enjuagaron 5 veces con agua destilada. Las semillas se sembraron en cajas Petri con círculos de papel absorbente (25 semillas por caja), bajo campana de flujo laminar, esterilizando previamente todo el material. Los lotes se regaron con 5ml de agua destilada estéril y se revisaron cada dos días, registrando el número de semillas germinadas. El resultado mostró altos porcentajes de germinación (alrededor del 100%). En todos los experimentos se consideró a una semilla germinada cuando había emergido la radícula a través de la cubierta seminal (de 3 a 5 mm de longitud).

En el mes de enero de 1990, se hicieron ensayos para obtener las condiciones de humedad constante y fluctuante necesarias para realizar el experimento correspondiente al laboratorio. Para esto, se formaron 6 lotes con 10 semillas escarificadas cada uno, de cada especie. Las semillas se colocaron en cajas Petri con círculos de papel absorbente. Las cajas se cubrieron con papel aluminio y se probaron diferentes números de perforaciones, 5, 7 y 9, utilizando perforador #4, para lograr las condiciones de humedad fluctuante. Se eligió el papel aluminio con 9 perforaciones porque se lograba tener en las cajas, la pérdida de humedad por evaporación en tres días y se lograba así, un ambiente con humedad fluctuante. Con respecto a la humedad

constante. las cajas se cubrieron con papel aluminio sin perforar y se introdujeron en bolsas de plástico para conservar la humedad. Para ambas condiciones de humedad, las cajas se regaron con 5ml de agua destilada.

Después de estos ensayos, se procedió a montar el experimento correspondiente al laboratorio. A partir de una muestra de 1800 semillas por especie, se escarificaron 600 semillas para determinar el efecto de la humedad sobre la germinación, formando 24 lotes con 25 semillas cada uno. El resto de las semillas no escarificadas (1200 semillas), se utilizaron para determinar el efecto de la humedad sobre la germinación y eliminación de la latencia, formando 48 lotes con 25 semillas cada uno. Todas las semillas se desinfectaron con NaOCl al 4% y se sembraron bajo campana de flujo laminar (con todo el material previamente esterilizado). Las semillas escarificadas se dividieron en 12 lotes con humedad constante y 12 lotes con humedad fluctuante. Con las semillas no escarificadas se formaron 24 lotes con humedad constante y 24 con humedad fluctuante. Tanto con semillas escarificadas como con las no escarificadas, se consideraron 6 repeticiones por mes. Los lotes tanto de semillas escarificadas como no escarificadas en humedad fluctuante, se regaron cada tercer día con 5 ml de agua destilada estéril y los lotes con humedad constante se regaron cada 15 días con 1 ml de agua destilada estéril. Las semillas escarificadas de ambas especies, se revisaron cada 2 días, y las semillas no escarificadas se revisaron cada 9 días, registrando en ambos casos, el número de semillas germinadas, no germinadas y podridas.

Los lotes con semillas escarificadas permanecieron durante 10 días, ya que en este tiempo se obtuvo la totalidad de respuesta germinativa de las semillas. Los lotes con semillas no escarificadas se mantuvieron durante 4 meses para determinar si en este tiempo había ruptura de latencia. En ambos casos los cajas permanecieron a una temperatura de 20 a 25°C. Después de los 4

meses. las semillas no germinadas de ambas especies se escarificaron. Las semillas escarificadas de S. deppei se embebieron durante 24 hrs para eliminar el fruto y las cubiertas seminales, y exponer al embrión para aplicar posteriormente la prueba de tetrazolio, para determinar la viabilidad de semillas que germinan lentamente. La prueba de tetrazolio es una prueba bioquímica que diferencia los tejidos vivos y muertos de una semilla por la presencia o ausencia de un pigmento rojo conocido como formazán. Esta reacción se debe a una reducción de la sal de tetrazolio, que se lleva a cabo en la cadena respiratoria de las células. La intensidad de la tinción y su distribución, son los criterios utilizados para evaluar el la viabilidad de la semilla. Esta prueba es de amplio uso y aplicación en los laboratorios de investigación sobre semillas en todo el mundo. Su uso tan común se debe a la rápida estimación de la viabilidad o potencial de germinación de un lote de semillas. (Pili, 1987; Moreno, 1976).

Después de aplicar el tetrazolio, las semillas se mantuvieron a la temperatura del laboratorio y se revisaron al día siguiente, registrando el número de semillas viables. Los porcentajes de viabilidad obtenidos en la prueba de tetrazolio, nos da información aproximada del porcentaje de germinación del lote de semillas cuando es germinado bajo condiciones favorables. Las semillas escarificadas de I. purpurea, se colocaron en condiciones de germinación ( en cajas Petri, con círculos de papel absorbente y humedad constante), registrando al tercer día el número de semillas germinadas, las cuales corresponden a semillas viables.

El hecho de aplicar diferentes pruebas para cada especie, se debe al tiempo de respuesta de las semillas. Por experimentos previos, con semillas escarificadas, se observó que la totalidad de semillas germinadas de S. deppei se obtiene alrededor de los 10 días, mientras que al aplicar la prueba de tetrazolio, se obtienen resultados en 1 día. En el caso de I. purpurea, ya que su respuesta es más rápida, se obtiene la totalidad de

semillas germinadas a los 7 días y por esto no se aplica la prueba de tetracolio.

El experimento correspondiente al estudio en campo, se realizó una vez establecida la temporada de lluvias, en el mes de julio de 1990. A partir de una muestra de 400 semillas por especie, las semillas se escarificaron y se dividieron en 24 lotes con 20 semillas cada uno. Se colocaron en bolsas de malla de plástico, para evitar pérdidas, enterrándolas a 70 cm de profundidad con varillas para su localización dentro del terreno, sujetando 2 bolsas de malla en cada varilla. Se desenterraron 6 bolsas por especie (correspondientes a 6 repeticiones), a los 7, 6, 9 y 12 días, registrando el número de semillas germinadas, no germinadas y podridas. En cada uno de estos días, a las semillas no germinadas se les realizaron pruebas de viabilidad al igual que en el experimento en laboratorio (semillas de *S. deppoi* con la prueba de tetracolio y semillas de *L. purpurea* con la prueba de germinación). Así mismo, se tomaron los datos de temperatura y humedad en el terreno, en el nivel profundo (50 cm de profundidad), cada vez que se realizaron los muestreos.

Ya que este experimento se llevó a cabo para determinar cuánto tiempo podrían permanecer viables las semillas enterradas en condiciones de campo, y debido a que después del período de 12 días se obtuvieron altos porcentajes de germinación y las plántulas se encontraron en buen estado, se llevó a cabo otro experimento bajo las mismas condiciones, en los meses de julio y agosto, considerando el mismo número de lotes para cada especie (24 lotes con 20 semillas cada uno); se desenterraron 6 bolsas de malla de cada especie a los 8, 16, 24 y 32 días y se aplicaron de la misma forma, pruebas de viabilidad a las semillas no germinadas en cada uno de los días, registrando la temperatura y humedad del terreno.

### Diseño estadístico.

Los experimentos tanto en campo como en laboratorio, se trabajaron con un diseño completamente al azar, con un criterio de clasificación donde la variable de respuesta (y) fué el porcentaje de germinación en función del factor humedad, y el porcentaje de germinación en función del tiempo de permanencia en el suelo.

Los resultados se analizaron mediante un Análisis de Varianza con un nivel de probabilidad ( $\alpha$ ) 0.05, utilizando el programa estadístico STATGRAPHICS versión 2.1 En los Análisis de Varianza que fueron significativos se aplicaron pruebas de Rango Múltiple de intervalos de confianza a un nivel de probabilidad  $\alpha = 0.05$ .

Fué necesaria una transformación arcosenica de los porcentajes de germinación obtenidos (si los datos en porcentaje presentan diferencias de más del 30 %, se hará una transformación arcosenica). La respuesta germinativa es de tipo binomial con dos posibles resultados (germinación o no germinación). Dado que la teoría 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 arcosenica, tendremos una distribución que se acerca a la normal (Steel, 1985), lo cual es muy importante para poder realizar el Análisis de Varianza, ya que este asume que los datos que se van a analizar se distribuyen normal, independiente, lineal y homocedasticamente.

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

donde X es el centésimo del porcentaje

Se trazaron gráficas de los resultados de germinación y viabilidad de cada experimento.

## IV. RESULTADOS

## Resultados de Laboratorio

## 1. SEMILLAS ESCARIFICADAS

Las semillas escarificadas de *I. purpurea* expuestas a humedad constante y fluctuante durante 10 días, presentaron en ambas condiciones un alto porcentaje de germinación con humedad constante cercano al 100%. En humedad constante los altos porcentajes se obtuvieron desde el día 4, a diferencia de la humedad fluctuante donde este resultado se alcanzó hasta el día 8 (Tabla 1), (Gráfica 1).

Tabla 1. Porcentajes de germinación de semillas escarificadas de *Ipomoea purpurea* y *Sicyos deppei*.

<i>I. purpurea</i>					
	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10
Humedad constante	0.0	99.0	99.0	99.0	99.0
Humedad fluctuante	0.0	42.0	76.0	98.0	99.0
<i>S. deppei</i>					
	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10
Humedad constante	0.0	10.0	71.0	81.0	82.0
Humedad fluctuante	0.0	3.0	43.0	60.0	73.0

NOTA: SOBRE LOS DATOS CORRESPONDIENTES AL ANÁLISIS ESTADÍSTICO SE ENCUENTRAN EN EL APÉNDICE 1.

Al aplicar el Análisis de Varianza para los datos de los días 4, 6, 8 y 10 ( se excluye el día 2 porque la germinación fué de 0 % ), se encontró a través de la distribución de F, que la humedad tiene un efecto significativo sobre la germinación en los días 4 ( $F_c = 130.033$ ) y 6 ( $F_c = 68.163$ ) (Cuadros 1 y 2). El Análisis de Rango Múltiple, mostró que los efectos de la humedad constante son significativamente diferentes y mayores a los de la humedad fluctuante (Cuadros 3 y 4). En los días 8 y 10, no se mostraron diferencias significativas entre los datos (Cuadros 5 y 6).

Las semillas escarificadas de S. deppoi, colocadas en humedad constante y fluctuante durante 10 días, presentaron un marcado aumento de la germinación en el día 6, con incrementos de menor magnitud en el resto de los días, hasta alcanzar los mayores valores el día 10 (humedad constante = 82.0%, humedad fluctuante = 73.0%). Sin embargo es importante señalar que la germinación fué siempre menor con humedad fluctuante que con constante (Tabla 1), (Gráfica 2). Considerando los días 4, 6, 8 y 10, ya que al igual que en L. purpurea la germinación en el día 2 fué de 0 %, el Análisis de Varianza mostró que la humedad tiene un efecto significativo sobre la germinación en los días 4 ( $F_c = 9.270$ ), 6 ( $F_c = 23.437$ ) y 8 ( $F_c = 11.927$ ) (Cuadros 7 a 9). El Análisis de Rango Múltiple indicó que los efectos de la humedad constante, son superiores a los de humedad fluctuante con diferencias significativas en los días 4, 6 y 8 (Cuadros 10 a 12). En el día 10, el Análisis de Varianza no mostró diferencias significativas entre los datos (Cuadro 13).

## 2. SEMILLAS NO ESCARIFICADAS

Los resultados que se obtuvieron con semillas no escarificadas de ambas especies, se enfocaron desde dos puntos de vista diferentes.

2.1 En el primer caso correspondiente a la respuesta germinativa, se consideró el porcentaje de germinación en forma aditiva, de un lote formado por 6 repeticiones, haciendo un seguimiento durante 1 mes, con 4 revisiones semanales; ello significa que al número de semillas registrado en la semana 3 por ejemplo, se le sumaban las semillas germinadas en los 2 registros anteriores y con este dato se obtenía el porcentaje de germinación, como si las semillas se hubieran revisado hasta ese momento.

En estas circunstancias se pudo observar en semillas de L. purpurea un aumento del 49% de germinación en la primera semana, con un incremento muy bajo en la semana 2, alcanzándose el 50% y permaneciendo este porcentaje en los 3 muestreos siguientes. En humedad fluctuante la germinación en la primera semana fué de 42% y se fué incrementando en las 3 semanas siguientes hasta alcanzar el 46% (Tabla 2), (Gráfica 3).

En cuanto a S. deppoi la respuesta fué muy diferente en ambas condiciones de humedad. En humedad constante las semillas no presentaron respuesta de germinación; en cambio en humedad fluctuante, aunque en bajos porcentajes, se encontró una germinación de 5.0 % hasta la semana 3, con un aumento en la cuarta semana que alcanzó el 9.0 % (Tabla 2), (Gráfica 4).

2.2 El segundo enfoque que se le dió a los resultados con semillas no escarificadas, se dirige a la detección de ruptura de la latencia y lo constituyen los datos únicamente de las semillas germinadas al momento de hacer el registro, sin sumar el anterior; en este caso el seguimiento se hizo durante 4 meses, considerando la respuesta en conjunto y de manera individual de los 4 lotes de 6 repeticiones (considerando un lote por mes), en ambas condiciones de humedad (48 repeticiones totales). Cabe señalar que los datos mensuales de cada lote se basaron en observaciones semanales.

Así, el conjunto de los 8 lotes de semillas no escarificadas de L. purpurea (4 lotes en humedad constante y 4



lotes en humedad fluctuante, con 5 repeticiones cada uno), mostraron una respuesta semejante en ambas condiciones, con una germinación alrededor del 50 % en el primer mes y un descenso en los 3 meses siguientes, con porcentajes de germinación que no rebasaron el 1.0 % (Tabla 3), (Gráfica 5).

Por otro lado, considerando la respuesta de las semillas de cada lote por separado durante los 4 meses, los 8 lotes mostraron una respuesta muy similar, con porcentajes de germinación alrededor del 50 % en el primer mes y con incrementos muy bajos de germinación durante los tres meses siguientes, que alcanzaron como máximo el 2 % en ambas condiciones de humedad (Tabla 4), (Gráfica 4). Al hacer el Análisis de Varianza con los resultados obtenidos en cada mes y comparando las semanas donde se observaban diferencias entre los datos, se encontró que la humedad tiene un efecto significativo sobre la germinación en la primera semana del primer mes ( $F_{c}=7.648$ ), (Cuadro 14), sin embargo, el Análisis de Rango Múltiple mostró que el efecto observado no presenta diferencias entre humedad constante y fluctuante (Cuadro 15). En la segunda semana, el Análisis de Varianza mostró que no hay suficiente evidencia experimental de la influencia de las dos condiciones de humedad sobre la respuesta de las semillas (Cuadro 16). La respuesta germinativa en las semanas 3 y 4 fué semejante a la de la semana 2, por lo que no se consideraron en el análisis. En el mes dos, se analizaron de igual forma las semanas 1 y 2 y en ambas, el Análisis de Varianza mostró que la humedad no tiene un efecto significativo sobre la germinación (Cuadros 17 y 18). Los datos de los meses 3 y 4 no se analizaron por Análisis de Varianza debido a que eran muy semejantes a los del mes dos.

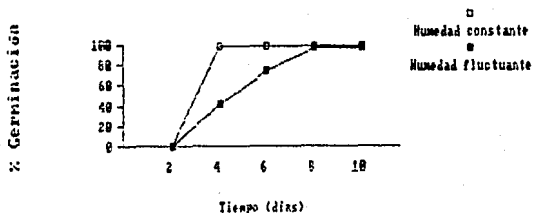
NOTA: Los Análisis de Varianza se hicieron con los datos semanales, y en las gráficas (4 y 5), sólo aparece el resultado mensual.

La respuesta conjunta de los 8 lotes de S. deppi durante los 4 meses, fué diferente en ambas condiciones de humedad. Con humedad fluctuante se obtuvo un porcentaje de germinación de 5.0 % en el primer mes, el cual se mantuvo en el segundo mes, con un decremento muy marcado en el tercer mes (0.0 %) y finalmente en el cuarto mes aumentaron los porcentajes de germinación, sin rebasar el 8%. Con humedad constante se presentó lo contrario, es decir, en el primer mes no hubo germinación (0%), en el segundo mes se incrementó muy poco (1.0 %) y fué en el tercer mes donde se observó un mayor aumento (hasta 7%), disminuyendo finalmente en el cuarto mes al 3.0 % (Tabla 3). (Gráfica 7).

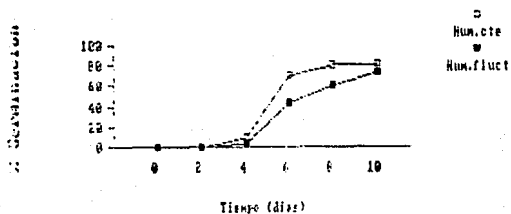
En cada lote por separado, los resultados de las semillas no escarificadas de S. deppi expuestas a humedad constante y fluctuante durante 4 meses (tomando en cuenta un lote para cada mes), mostraron bajos porcentajes de germinación de las semillas colocadas en humedad constante, al no rebasar el 8%. Los porcentajes de germinación obtenidos con humedad fluctuante en los 4 lotes, fueron siempre mayores con respecto a los de humedad constante, alcanzando como valor máximo de germinación el 10 % (Tabla 4). (Gráfica 8). El Análisis de Varianza mostró que la humedad tiene un efecto significativo en las semanas 3 y 4 del primer mes (no se consideraron las semanas 1 y 2 ya que el porcentaje de germinación fué 0 %) (Cuadros 19 y 20), y en las 4 semanas del segundo mes (Cuadros 21 a 24). El Análisis de Rango Múltiple mostró que existen diferencias entre ambas condiciones de humedad, dándose una mayor respuesta con humedad fluctuante (Cuadros 25 a 27).

En los meses 3 y 4, se analizaron las 4 semanas de cada uno; el Análisis de Varianza no proporcionó evidencia para afirmar que la humedad tuviera un efecto significativo sobre la germinación (Cuadros 29 a 35).

2.3            Respecto a los resultados obtenidos en las pruebas de viabilidad con las semillas que no germinaron después de los 4 meses tanto en I. purpurea como en S. deppei, se encontraron altos porcentajes de viabilidad. En I. purpurea de las semillas no germinadas en humedad constante y fluctuante (alrededor del 50 %), se obtuvieron porcentajes de viabilidad del 90 al 100 % (Tabla 5), (Gráficas 9 y 10). De las semillas no germinadas de S. deppei (alrededor del 80 %), se obtuvieron porcentajes de viabilidad del 75 al 95 % (Tabla 5), (Gráficas 11 y 12).



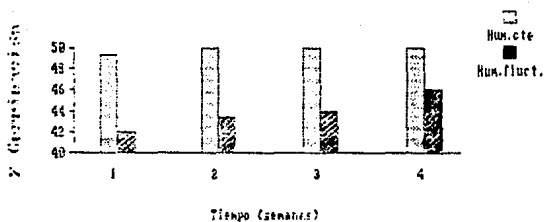
Gráfica 1. Porcentajes de germinación de semillas escarificadas de *L. purpurea* expuestas a humedad constante y fluctuante durante 10 días.



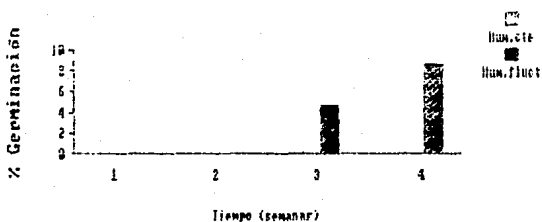
Gráfica 2. Porcentajes de germinación de semillas escarificadas de *S. deppel* expuestas a humedad constante y fluctuante durante 10 días.

Tabla 2. Porcentajes de germinación del grupo 1 de semillas no escarificadas de I. purpurea y S. deppei expuestas a - humedad constante y fluctuante durante 4 semanas.

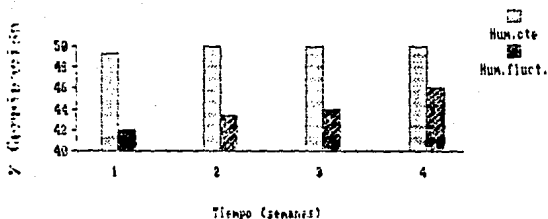
I. purpurea				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Humedad constante	49.0	50.0	50.0	50.0
Humedad fluctuante	42.0	43.0	44.0	46.0
S. deppei				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Humedad constante	0.0	0.0	0.0	0.0
Humedad fluctuante	0.0	0.0	5.0	9.0



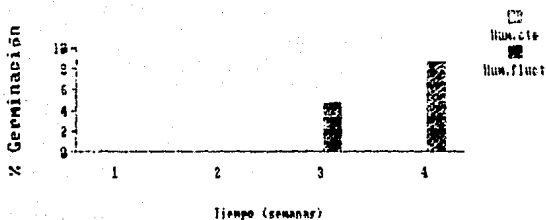
Gráfica 3. Porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de L.purpurea expuestas a humedad constante y fluctuante durante 1 mes.



Gráfica 4. Porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppoi expuestas a humedad constante y fluctuante durante 1 mes.



Gráfica 3. Porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de *L.purpurea* expuestas a humedad constante y fluctuante durante 1 mes.



Gráfica 4. Porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de *S.deppei* expuestas a humedad constante y fluctuante durante 1 mes.

Tabla 3. Porcentajes de germinación de los 48 lotes de semillas no escarificadas de I.purpurea y S.deppeii.

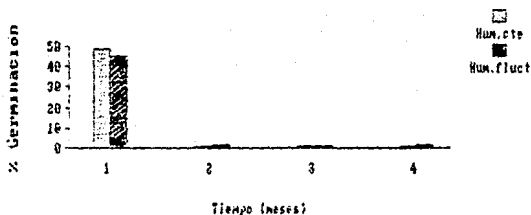
<u>I. purpurea</u>				
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Humedad constante	49.0	1.0	1.0	1.0
Humedad fluctuante	46.0	1.0	1.0	1.0
<u>S. deppei</u>				
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Humedad constante	0.0	1.0	7.0	3.0
Humedad fluctuante	5.0	5.0	0.0	8.0



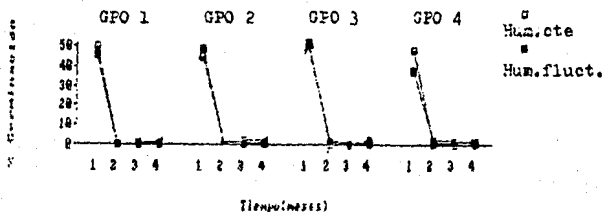
Tabla 4. Porcentajes de germinación de cada grupo de lotes de semillas no escarificadas de I.purpurea y S.deppei expuestas a humedad constante y fluctuante durante - 4 meses.

I.purpurea																
GRUPOS	1				2				3				4			
MESES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Humedad constante	50.0	0.0	0.0	0.0	45.0	1.0	2.0	1.0	51.0	0.0	0.0	1.0	48.0	1.0	0.0	1.0
Humedad fluctuante	46.0	0.0	1.0	1.0	49.0	1.0	1.0	1.0	50.0	1.0	0.0	2.0	38.0	2.0	1.0	1.0

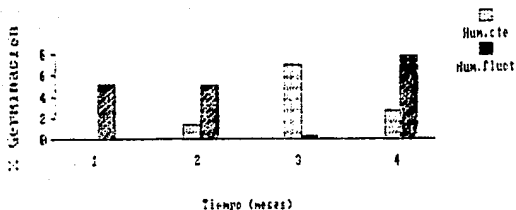
S. deppei																
GRUPOS	1				2				3				4			
MESES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Humedad constante	0.0	1.0	4.0	3.0	0.0	1.0	8.0	5.0	0.0	1.0	5.0	1.0	0.0	3.0	6.0	3.0
Humedad fluctuante	9.0	7.0	0.0	5.0	3.0	6.0	1.0	7.0	5.0	3.0	1.0	9.0	4.0	4.0	0.0	10.0



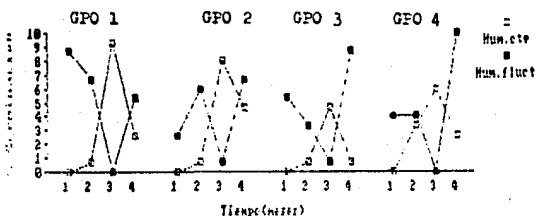
Gráfica 5. Porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de L. purpurea expuestas a humedad constante y fluctuante durante 4 meses.



Gráfica 6. Porcentajes de germinación de cada grupo de lotes de semillas no escarificadas de L. purpurea expuestas a humedad constante y fluctuante durante 4 meses.



Gráfica 7. Porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppoi expuestas a humedad constante y fluctuante durante 4 meses.

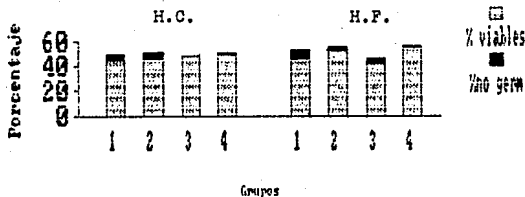


Gráfica 8. Porcentajes de germinación de cada grupo de lotes de semillas no escarificadas de S.deppoi expuestas a humedad constante y fluctuante durante 4 meses.

Tabla 5. Porcentajes de semillas no germinadas y viabilidad, de semillas no escarificadas de I.purpurea y S. deppel.

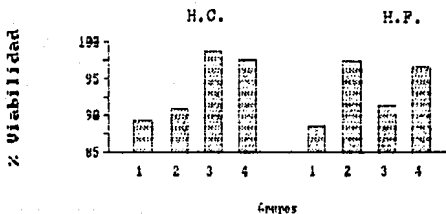
I.purpurea								
	Porcentaje de semillas no germinadas				Porcentaje de semillas viables			
	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
Humedad constante	50.0	50.0	49.0	50.0	89.0	91.0	99.0	97.0
Humedad fluctuante	53.0	55.0	46.0	57.0	89.0	97.0	91.0	97.0

S. deppel								
	Porcentaje de semillas no germinadas				Porcentaje de semillas viables			
	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
Humedad constante	58.0	69.0	65.0	63.0	87.0	76.0	91.0	82.0
Humedad fluctuante	78.0	80.0	78.0	81.0	91.0	89.0	91.0	95.0



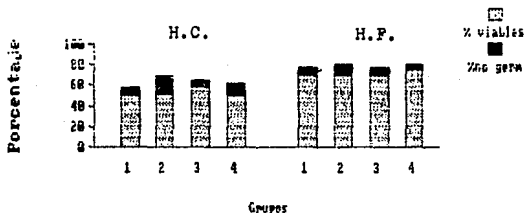
Gráfica 9. Porcentajes de semillas no germinadas y viabilidad, de cada grupo de lotes de L. purpurea expuestas a humedad constante y fluctuante durante 4 meses.

H.C = Humedad constante      H.F = Humedad fluctuante

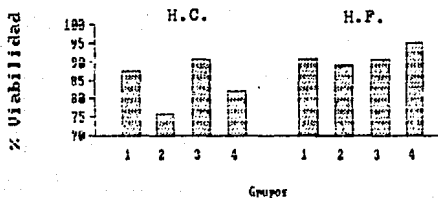


Gráfica 10. Porcentajes de viabilidad de cada grupo de lotes de semillas no germinadas de L. purpurea expuestas a humedad constante y fluctuante durante 4 meses.

H.C = Humedad constante      H.F = Humedad fluctuante



Gráfica 11. Porcentajes de semillas no germinadas y viabilidad, de cada grupo de lotes de *S. deppei* expuestas a humedad constante y fluctuante durante 4 meses. H.C = Humedad constante H.F = Humedad fluctuante



Gráfica 12. Porcentajes de viabilidad de cada grupo de lotes de semillas no germinadas de *S. deppei* expuestas a humedad constante y fluctuante durante 4 meses. H.C = Humedad constante H.F = Humedad fluctuante

## Resultados de campo

## PERSISTENCIA DE SEMILLAS DURANTE 12 DIAS

En el experimento realizado durante 12 días (desenterrando 4 lotes por especie a los 3, 6, 9 y 12 días), los registros de temperatura y humedad del terreno, fueron en promedio los siguientes:

Nivel profundo (30 cm) --- 17.2°C , 79.0 % H.

En experimentos previos (Cruz, 1937 y Brochu Franco comunicación personal) se ha mostrado que con niveles de humedad en el suelo, superiores al 70%, se lleva a cabo la imbibición y germinación de las semillas escarificadas de *S. deppai* e *I. purpurea*.

En este trabajo, respecto a las semillas escarificadas de *I. purpurea*, en los 4 muestreos se obtuvieron porcentajes muy elevados de germinación, cercanos al 100 % (Tabla 5), (Gráfica 13). Las plántulas se observaron muy vigorosas, con un crecimiento de aproximadamente 5 cm al finalizar los 12 días. A través de la distribución de F, el Análisis de Varianza mostró que el tiempo de permanencia en el suelo (expresado en días), tiene un efecto significativo sobre la germinación ( $F=4.707$ ), (Cuadro 36). El Análisis de Ranjo Múltiple, permitió distinguir que los efectos de los días 3, 6 y 12 (70%) no presentar diferencias significativas entre sí, y son superiores a los efectos del día 9 (37.0 %) (Cuadro 37).

Las semillas escarificadas de *S. deppai* presentaron porcentajes de germinación menores a los de *I. purpurea* durante los 12 días, obteniéndose como valor máximo de germinación 50 %. (Tabla 6), (Gráfica 14). Las radículas alcanzaron un desarrollo de aproximadamente 1.5 cm al término de los 12 días. Sin embargo, del resto de las semillas no germinadas, alrededor del 60 % resultaron viables (Tabla 6), (Gráfica 14). En el Análisis de Varianza se observó que al igual que en *I. purpurea*, el tiempo de permanencia

en el suelo tiene un efecto significativo sobre la germinación ( $F_c=37.57$ ), (Cuadro 38). El Análisis de Rango Múltiple, mostró que los efectos de los días, 5, 9 y 12 (con porcentajes de germinación del 35 al 45 %), son semejantes entre sí y superiores a los del día 3 (con 0% de germinación), (Cuadro 39).

#### PERSISTENCIA DE SEMILLAS DURANTE 1 MES

En el experimento realizado durante 1 mes (extrayendo 6 lotes por especie cada 9 días), los registros de temperatura y humedad del terreno, en promedio, fueron los siguientes:

Nivel profundo (30cm) ---  $17.3^{\circ}\text{C}$  . 78.25 % H.

Respecto a las semillas de *L. QUERCUEBA* se obtuvo un alto porcentaje de germinación en la primera semana (99.7 %), pero conforme transcurrió el tiempo, los porcentajes de germinación disminuyeron hasta llegar a 0% en la cuarta semana (Tabla 6). (Gráfica 15), con una marcada disminución en la tercer semana. En la primera semana las plántulas se observaron muy vigorosas con un tamaño aproximado de 4 cm; en la segunda y tercer semanas, se notó un deterioro de las plántulas desarrolladas, sobre todo en la unión de los cotiledones con el eje hipocotilo-raíz. Aquellas semillas que no germinaron se encontraron en estado de putrefacción, y en la cuarta semana el 100% de semillas se encontró en el mismo estado. El Análisis de Varianza mostró que existe un efecto significativo del tiempo de permanencia en el suelo sobre la germinación ( $F_c=72.573$ ) (Cuadro 40). El Análisis de Rango Múltiple mostró una mayor respuesta en las semanas 1 y 2, respecto a las semanas 3 y 4 que fueron semejantes (Cuadro 41).

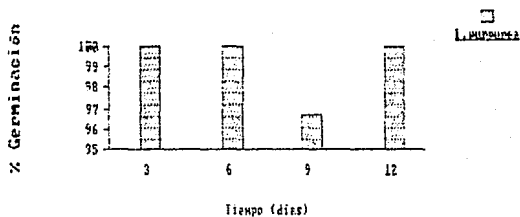
Con las semillas escarificadas de *S. deppoi*, se obtuvieron porcentajes de germinación que no rebasaron el 45%, los cuales fueron disminuyendo en el transcurso de las semanas,



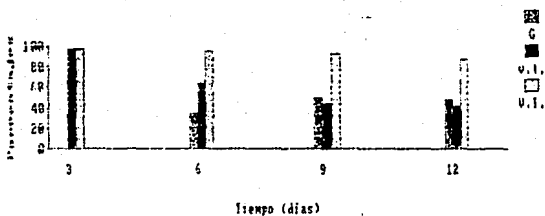
alcanzando como valor mínimo 14% de germinación en la semana 4 (Tabla 6), (Gráfica 16). La viabilidad del resto de las semillas (semillas no germinadas) también fué disminuyendo hasta llegar a 0% de viabilidad en la semana 4 (Tabla 6) (Gráfica 16). En las semanas 1 y 2 se observaron semillas germinadas con radículas de hasta 2 cm aproximadamente. En la semana 3 se observaron plántulas de 7 cm aproximadamente, sin embargo ya se presentaban semillas en estado de putrefacción. Hasta la tercera semana se obtuvieron semillas no germinadas viables, pero ya en la cuarta semana, aquellas semillas que no germinaron, se encontraban en estado de putrefacción. El Análisis de Varianza mostró que el tiempo de permanencia en el suelo afecta de manera significativa la germinación ( $F_{c}=6.706$ ), (Cuadro 42). El Análisis de Rango Multiple mostró una respuesta semejante en las semanas 1, 2 y 3, con porcentajes de germinación del 38 al 42 %, y superiores a los de la semana 4 donde disminuyeron los porcentajes de germinación al 20 % (Cuadro 43).

Tabla 6. Porcentajes de germinación y viabilidad, de semillas escarificadas de I.purpurea y S.deppef enterradas por distintos tiempos de permanencia en el suelo.

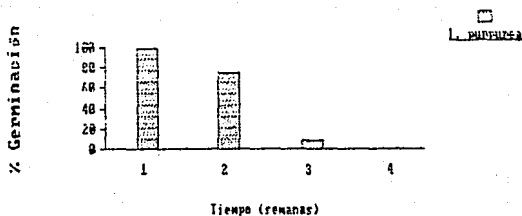
		DIA 3	DIA 6	DIA 9	DIA 12
<u>I.purpurea</u>	G	100.0	100.0	97.0	100.0
<u>S.deppef</u>	G	0.0	33.0	50.0	48.0
	v. t.	98.0	63.0	43.0	41.0
	V. T.	98.0	96.0	93.0	88.0
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
<u>I.purpurea</u>	G	99.0	75.0	8.0	0.0
<u>S.deppef</u>	G	40.0	45.0	41.0	14.0
	v. t.	48.0	6.0	6.0	0.0
	V. T.	88.0	51.0	48.0	14.0



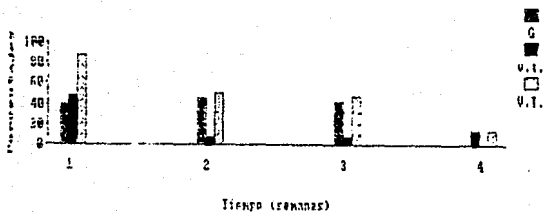
Gráfica 13. Porcentajes de germinación de semillas escarificadas de L.purpurea enterradas durante 12 días.



Gráfica 14. Porcentajes de germinación y viabilidad de semillas no germinadas de S.deppel enterradas durante 12 días.  
G = germinadas; v.t. = viables por tetrazolio; V.T. = viables totales



Gráfica 15. Porcentajes de germinación de semillas escarificadas de L.purpurea , enterradas durante 4 semanas.



Gráfica 16. Porcentajes de germinación y viabilidad de semillas no germinadas de S.deppei enterradas durante 4 semanas.  
G = germinadas; v.t. = viables por tetrazolio; V.T. = viables totales

## V. DISCUSION

Los porcentajes de germinación más elevados se presentaron en semillas escarificadas de ambas especies, en el laboratorio, en comparación con las semillas no escarificadas, lo cual confirma la presencia de una cubierta seminal impermeable que representa el principal mecanismo de latencia en estas especies. Estos resultados concuerdan con los reportes de Cruz (1989) y Mann et. al (1981), para las especies *S. deppei* y *S. anquilatus* respectivamente.

En las semillas escarificadas de *L. purpurea* y de *S. deppei* expuestas a humedad constante y fluctuante durante 10 días, se observó un retraso en la germinación de las semillas colocadas en humedad fluctuante (Gráficas 1 y 2), debido posiblemente a que una vez que se rompe, por escarificación, la barrera de impermeabilidad dada por la cubierta seminal, las semillas captan agua del medio pero necesitan alcanzar un contenido de humedad propicio para que se desencadene la germinación. Esto concuerda con lo mencionado por Crowley y Buchanan (1980) quienes señalan que la disponibilidad de agua es un factor limitante para la germinación, por lo que las semillas deben alcanzar un porcentaje específico de humedad antes de germinar. Esto correspondería al "nivel crítico de hidratación", mencionado por algunos autores como Madas (1982), por debajo del cual no tiene lugar la germinación. Las semillas colocadas en humedad constante, alcanzarían este nivel propicio de humedad en un menor tiempo con respecto a las de humedad fluctuante, debido a que este ambiente proporciona las condiciones propicias para que se lleven a cabo todas las fases del proceso de imbibición y se active el metabolismo de la germinación. En las semillas colocadas en humedad fluctuante la desecación del ambiente, promovida por la evaporación, provocaría una disminución de la presión osmótica que rodea a las semillas y el frente de agua que avanza de la superficie hacia el interior de la semilla se retrasaría, no alcanzando a hidratar todos los tejidos del embrión de manera

continúa; lo cual provocaría el retraso de la germinación en las semillas de ambas especies colocadas en humedad fluctuante. Esto concuerda con lo mencionado por Hadas (1982) y Dasber y Mendel (1971), al señalar que debe existir un potencial óptimo de humedad en el medio para que ocurra la germinación y que cualquier condición que afecte el nivel de hidratación obtenido durante la imbibición, puede retardarla.

Comparando la respuesta de las dos especies en humedad constante, se observó que aunque ambas especies presentaron elevados porcentajes de germinación, *L. purpurea* responde de una manera más rápida que *S. deppoi*, con mayores porcentajes de germinación, ya que desde el día 4, las semillas escarificadas de *L. purpurea* alcanzaron porcentajes de germinación de alrededor del 100 %, mientras que en *S. deppoi* se obtuvieron los máximos valores de germinación hasta el día 10, no rebasando el 82 % (Tabla 1).

Los resultados sobre la respuesta de germinación obtenidos con las semillas no escarificadas en el primer mes, mostraron que en *L. purpurea* desde la primera semana, las condiciones de humedad ensayadas no ejercen un efecto diferente sobre la respuesta germinativa, alcanzándose aproximadamente el 50% en ambas condiciones. Las semillas que germinan en la primera semana, pueden considerarse como semillas quiescentes, es decir semillas que responden a un estímulo del medio (en este caso la humedad) cuando las condiciones son favorables, pero el resto de la población permanece latente con muy bajos porcentajes de germinación (Tabla 2), esto indica la presencia de heteroblasticidad en esta especie; como lo señala Gutterman (1985), la heteroblasticidad es uno de los mecanismos más importantes para el crecimiento de las malezas ya que al producir una población con una variación en su capacidad de germinación, se asegura que bajo condiciones óptimas, sólo parte de la población de semillas germine, mientras el resto permanece en el banco de semillas del suelo.

Por otro lado, mientras que las semillas no

escarificadas de *L. purpurea* presentan una respuesta similar en ambas condiciones de humedad, las semillas no escarificadas de *S. deppoi* presentaron mayores porcentajes de germinación con humedad fluctuante alcanzando un 8.0 % (Tabla 3); puede pensarse que debido a las fluctuaciones de humedad, la cubierta seminal sufre cambios y se vuelve permeable, con lo que la semilla logra captar agua del medio y desencadenar la germinación. Estos cambios podrían ser causados por una fractura de la testa, como lo mencionan Egle y Duke (1985) quienes señalan que la contracción y expansión dadas por cambios de humedad, pueden causar ruptura en sitios débiles de las semillas impermeables, con la consecuente entrada de agua. Además la cubierta seminal podría presentar la salida de algún inhibidor, y una tercera posibilidad sería que la cubierta sufriera reblandecimiento (Tran y Cavanagh, 1984). Podría pensarse entonces, que, la latencia impuesta por la cubierta seminal en ambas especies, varía en cuanto a los mecanismos que imponen la impermeabilidad.

Aunque solamente germinó alrededor del 8% de las semillas ensayadas, esto es suficiente para que las plántulas que se formen causen una severa invasión debido al amplio crecimiento vegetativo observado por Zepeda (1988) en esta especie.

Los resultados sobre ruptura de la latencia indicaron que en ambas especies se mantuvo un alto porcentaje de semillas latentes en la población. En el caso de *L. purpurea* correspondió alrededor del 50%, en cambio en *S. deppoi* el porcentaje fue mayor (90% aproximadamente) (Tabla 3). De acuerdo a esto, tanto *L. purpurea* como *S. deppoi* forman bancos de semillas persistentes del tipo IV de acuerdo a la clasificación de Thompson y Grime (1979), donde las semillas que los componen no germinan en su totalidad inmediatamente después de dispersarse, permaneciendo viables al menos por un año, con lo que las especies mantienen un banco de semillas considerable en el suelo. En las dos especies,

las semillas que no germinaron y conformaron un banco , presentaron elevados porcentajes de viabilidad (Gráficas 10 y 12), por lo que mantienen una fuente potencial de futuras invasiones para cuando se presenten las condiciones propicias y se desencadene la germinación en aquellas semillas que logran romper su latencia. Con ello se podría decir que en la disminución de la población que conforma el banco de semillas, la germinación por pérdida de latencia, es un factor muy importante.

En *L. purpurea* la población de semillas que permanece después de la germinación de las semillas quiescentes, sufre muy poca o nula variación en la ruptura de latencia durante los 4 meses ensayados. En cambio en *S. deppoi* la ruptura de latencia se dió a diferentes tiempos durante los 4 meses (Gráficas 6 y 8). Sin embargo, aunque emergiera un número reducido de plántulas de *S. deppoi*, el daño que causarían a los terrenos de cultivo podría ser severo, ya que su amplio crecimiento vegetativo llevaría a cabo la repoblación del mismo. A través del establecimiento y desarrollo de una sola planta, las semillas que ésta produzca aumentarían la población del banco de semillas del suelo para futuras invasiones, como en el caso de *S. deppoi*, donde Zepeda (1988), menciona una producción de 30 000 frutos por planta. De esta forma, se requiere una población relativamente pequeña de plantas para causar una seria invasión al siguiente año, a partir de la gran cantidad de semillas que se incorporan al suelo.

Extrapolando los resultados de las semillas no escarificadas a condiciones en el campo, las semillas quiescentes de *L. purpurea* que se encontraran en niveles superficiales, donde la humedad es fluctuante, pero suficiente para la germinación, éstas germinarían provocando la invasión del cultivo; mientras que las semillas quiescentes que se encontraran en niveles profundos donde la humedad es constante, podrían germinar pero no alcanzarían niveles superficiales a menos que se removieran por las labores Agrícolas, incrementando así la invasión.. Como lo señalan Gill y Prihar (1989), en niveles superficiales se pierde



humedad más rápidamente que en niveles profundos, donde la disponibilidad de agua es mayor; sin embargo, el suelo debe retener suficiente agua para que ocurra la germinación y emergencia de plántulas. Por los datos obtenidos, esto ocurriría en un lapso corto de alrededor de 1 semana. En ambas condiciones (niveles superficiales con humedad fluctuante y niveles profundos con humedad constante), permanece un banco de semillas latentes (de alrededor del 50 % de la población), que actúa como un reservorio para futuras invasiones del cultivo.

En el caso de *S. deppei*, las semillas quiescentes localizadas en niveles superficiales, con humedad fluctuante, podrían germinar e iniciar una nueva invasión del cultivo; mientras que en niveles profundos si la humedad es constante, podría disminuir la cantidad de oxígeno y no habría semillas listas para germinar. Sin embargo, conforme pasa el tiempo, las semillas de niveles superficiales disminuyen sus porcentajes de germinación hasta tener sus menores valores en el mes 3 pero es en este tiempo cuando las semillas de niveles profundos incrementan sus porcentajes de germinación y si por las labores de cultivo, pasan a niveles superficiales, se lograría con esto mantener la infestación de manera constante y por mayor tiempo.

Aunado a lo anterior, se encuentran los porcentajes de germinación que se dan debido a la escarificación de las semillas por factores naturales como el fuego, abrasión por viento o movimiento de agua sobre el suelo y ataque microbiológico, entre otros (Tran y Cavanagh, 1964). Estas semillas escarificadas, en condiciones propicias, podrían germinar e incrementar la invasión. En relación a esto, los resultados de las pruebas de campo con semillas escarificadas, mostraron que las semillas logran germinar (en el caso de *I. purpurea* alrededor del 100 % y en el caso de *S. deppei* alrededor del 50 %) (Tabla 6) y permanecen enterradas en buenas condiciones de desarrollo durante 12 días; estas plántulas pueden llegar a la superficie del terreno por las labores de cultivo y continuar la invasión. De no llegar a la superficie,

las plántulas no lograrían emerger desde estos niveles debido a la presión que ejerce el suelo y al agotamiento de los nutrientes que sostienen al desarrollo de las mismas. Como se observó en las pruebas de campo, la zona de unión de los cotiledones con el eje hipocotilo-raíz, es la más susceptible de sufrir daños; en tal estado, estas plántulas que se encuentran en niveles profundos serían incapaces de reanudar una infestación (al entrar en estado de putrefacción por el ataque de microorganismos).

Teniendo el aporte de humedad por las lluvias, (alrededor del 75 % de humedad en el nivel profundo), las semillas escarificadas lograron su imbibición y germinación. De esta manera la respuesta germinativa se relaciona con la presencia de humedad suficiente en los estratos profundos, lo cual es equivalente a los requerimientos de humedad de las semillas escarificadas en las pruebas de laboratorio, ya que los resultados en ambas pruebas (campo y laboratorio), fueron similares (Tablas 1 y 6). Estas semillas germinadas en niveles profundos, podrían llevar a cabo la invasión del terreno en un lapso hasta de 1 mes en el caso de *S. deppii* (con mayores probabilidades en las tres primeras semanas) y hasta de 3 semanas en el caso de *I. purpurea* (con mayores probabilidades en la primera y segunda semanas) (Tabla 6), si se realizan las labores de cultivo en ese tiempo, ya que de otra manera entran en estado de putrefacción.

Existen semillas que logran la imbibición pero no germinan debido probablemente a una inhibición endógena y pueden permanecer latentes por un cierto tiempo (Haydecker, 1977), o pueden entrar en estado de putrefacción por ser más susceptibles al ataque de microorganismos debido a la hidratación de los tejidos. Con estos experimentos se reafirmó el hecho de que las semillas embebidas que no germinan y permanecen latentes, constituyen un factor clave para futuras invasiones en el mismo ciclo de cultivo en el caso de *S. deppii*, ya que presentaron altos porcentajes de viabilidad en las dos primeras semanas, aunque después van disminuyendo (Tabla 6), no así en el caso de *I. purpurea*, donde las semillas embebidas que no germinan, entran en estado de

putrefacción.

De acuerdo a lo anterior, la invasión de los terrenos de cultivo por estas especies de maleza en una misma temporada, se debe en primer término a las semillas quiescentes, y se ve reforzada por la ruptura de la latencia de las semillas o por su escarificación debida a factores naturales, las cuales bajo condiciones adecuadas logran germinar. Dentro de estas condiciones propicias, la humedad es un factor muy importante que debe estar presente para la hidratación de los tejidos y activación del metabolismo que lleven a la germinación. Por los resultados obtenidos, se observa que tanto en humedad constante como en fluctuante se puede llevar a cabo la germinación de las semillas escarificadas de ambas especies (aunque en humedad fluctuante se presentó un retraso en el proceso). En cuanto a las semillas no escarificadas de *S. deppoi*, el factor humedad podría estar interviniendo en la permeabilidad de la cubierta seminal, causando la ruptura de la latencia en un pequeño porcentaje (ya sea por fractura, reblandecimiento de las cubiertas, o por salida de inhibidores), a diferencia de las semillas de *L. purpurea*, donde el ambiente húmedo no influyó en la permeabilidad de la cubierta seminal, permaneciendo así en estado latente durante el tiempo ensayado (4 meses). Al romperse la barrera de impermeabilidad por escarificación, las semillas se embeben en el campo, desencadenando la germinación a distintos tiempos, las plántulas pueden permanecer enterradas en buen estado hasta por un mes en el caso de *S. deppoi* y hasta por tres semanas en el caso de *L. purpurea* como tiempo máximo.

## VI. CONCLUSIONES

-- La humedad constante permite alcanzar los mayores porcentajes de germinación de las semillas escarificadas de I. purpurea y S. deppei.

-- La humedad fluctuante causa un retraso en la germinación de las semillas escarificadas de I. purpurea y S. deppei.

-- Tanto la humedad constante como la fluctuante, estimulan la germinación de semillas quiescentes (las cuales forman parte del grupo de semillas no escarificadas), con una respuesta más rápida y mayor de I. purpurea con respecto a S. deppei.

-- Las condiciones de humedad ensayadas durante 1 mes, no afectaron diferencialmente la respuesta germinativa de las semillas no escarificadas de I. purpurea, pero en el caso de S. deppei sí la afectaron, aunque en bajos porcentajes de germinación, con humedad fluctuante.

-- Tanto la humedad constante como la fluctuante, influyeron en la ruptura de la latencia de semillas de S. deppei en distintos tiempos, no así en I. purpurea donde este factor no tuvo influencia.

-- Las semillas que no germinaron en condiciones de laboratorio y que permanecieron sin embeberse, presentaron altos porcentajes de viabilidad en ambas especies.

-- La viabilidad de las semillas embebidas en condiciones de campo, fué en decrecimiento en ambas especies, logrando persistir por más tiempo las semillas de S. deppei con respecto a las de I. purpurea.

## A P E N D I C E

Cuadro 1. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de I.purpurea para las dos - condiciones de humedad en el día 4.  
(F.V.= Fuente de variación ; S.C.= Suma de cuadrados ; G.L.= Grados de libertad ; C.M.= Cuadrados medios ; F.C. F calculada ; N.S.+ Nivel de significancia).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N. Sig
Humedad	13590.276	1	13590.276	153.053	.0000 *
Error	2299.3162	22	104.51437		
Total	15889.592	23			

\* Significativo

Cuadro 2. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de I.purpurea para las dos - condiciones de humedad en el día 6.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N. Sig
HUMEDAD	4097.4453	1	4097.4453	59.163	.0000 *
Error	1222.4726	22	55.52252		
Total	5419.9239	23			

\* Significativo

Cuadro 3. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de I.purpurea en el día 4.

Método : Intervalos de confianza al 95 %			
Nivel	Conteos	Promedio	Heterogeneidad de grupos
Num. fluc.	12	39.75667 *	
Num. cte.	12	57.54333 *	

Cuadro 4. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de I.purpurea en el día 6.

Método : Intervalos de confianza al 95 %			
Nivel	Conteos	Promedio	Heterogeneidad de grupos
Num. fluc.	12	61.21667 *	
Num. cte.	12	57.54333 *	

Cuadro 5. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de I. purpurea para las dos - condiciones de humedad en el día 8.

F.M.	S.C.	G.L.	C.M.	F <sub>0</sub>	H. Sig
HUMEDAD	74.659537	1	74.659537	1.925	.1731 N.S.
Error	393.09016	22	39.774099		
Total	927.68970	23			

N.S. No significativo

Cuadro 6. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de I. purpurea para las dos - condiciones de humedad en el día 10.

F.M.	S.C.	G.L.	C.M.	F <sub>0</sub>	H. Sig
HUMEDAD	78.375224	1	78.375224	1.679	.2055 N.S.
Error	765.05066	22	34.775099		
Total	923.42590	23			

N.S. No significativo



Cuadro 7. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de S. deppei para las dos condiciones de humedad en el día 4.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N. Sig
HUMEDAD	611.05042	1	611.05042	9.370	.0003 *
Error	1470.2397	22	65.91805		
Total	2081.2901	23			

\* Significativo

Cuadro 8. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de S. deppei para las dos condiciones de humedad en el día 6.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N. Sig
HUMEDAD	1792.7994	1	1792.7994	23.437	.0001 *
Error	1579.4920	22	71.06785		
Total	3372.2915	23			

\* Significativo

Cuadro 9. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de S.deppei para las dos condiciones de humedad en el día 8.

F.U.	S.C.	G.L.	C.M.	F <sub>0</sub>	N. Sig.
Humedad	1199.5551	1	1199.5551	11.767	.0023 *
Error	2204.5117	22	100.2055		
Total	3404.0668	23			

\* Significativo

Cuadro 10. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de S.deppei en el día 4.

Método : Intervalos de confianza al 95 %			
Nivel	Contacto	Promedio	Homogeneidad de grupos
Hum. floo.	12	6.670923	*
Hum. est.	12	15.762500	*

Cuadro 11. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de S.deppei en el día 6.

Método : Intervalos de confianza al 95 %			
Nivel	Cuentas	Promedio	Homogeneidad de grupos
Hum. fluc.	12	40.850000	*
Hum. est.	12	39.087500	*

Cuadro 12. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas es carificadas de S.deppei en el día 8.

Método : Intervalos de confianza al 95 %			
Nivel	Cuentas	Promedio	Homogeneidad de grupos
Hum. fluc.	12	51.475000	*
Hum. est.	12	55.830000	*

Cuadro 13. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de S. deppei para las dos condiciones de humedad en el día 10.

F.M.	S.C.	G.L.	C.M.	F.	H. Sig
Humedad	222.22500	1	222.22500	2.215	.1018 N.S.
Error	2130.6076	22	96.84853		
Total	2412.8526	23			

N.S. No significativo

Cuadro 14. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de I.purpurea para las dos condiciones de humedad en la semana 1 del primer mes.

F.M.	S.C.	G.L.	C.M.	F <sub>0</sub>	N.Sig
HUMEDAD	53.594133	1	53.594133	7.949	.0157 *
Error	58.287867	10	5.8287867		
Total	121.88200	11			

\* Significativo

Cuadro 15. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de I.purpurea en la semana 1 del primer mes.

Método: Intervalos de confianza al 95 %			
Nivel	Condiciones	Porcentaje	Grupos
Hum. flo.	5	40.999997	*
Hum. est.	5	44.619999	*

Cuadro 16. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de I.purpurea para las - dos condiciones de humedad en la semana 2 del primer mes.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N.Sig
HUMEDAD	44.313533	1	44.313533	4.537	0.051 N.S.
Error	57.674733	10	5.7674733		
Total	101.98827	11			

N.S. No significativo

Cuadro 17. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de I.purpurea para las - dos condiciones de humedad en la semana 1 del segundo mes.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N.Sig
HUMEDAD	7.2596333	1	7.2596333	0.245	0.624 N.S.
Error	292.57997	10	29.257997		
Total	299.83960	11			

N.S. No significativo

Cuadro 18. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de L.purpurea para las dos condiciones de humedad en la semana 2 del segundo mes.

F.U.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N.Sig
HUMEDAD	7.2633333	1	7.2633333	.281	.6130 N.S.
Error	261.77499	10	26.177499		
Total	269.03832	11			

N.S. No significativo

Cuadro 19. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppei para las dos condiciones de humedad en la semana 3 del primer mes.

F.U.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N.Sig
HUMEDAD	297.90369	1	297.90369	8.469	.0156 *
Error	261.78315	10	26.178315		
Total	559.68684	11			

\* Significativo

Cuadro 20. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppei para las dos condiciones de humedad en la semana 4 del primer mes.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N. Sig
HUMEDAD	770.08141	1	770.08141	15.980	.0012 *
Error	386.38038	10	38.638038		
Total	1156.46179	11			

\* Significativo

Cuadro 21. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppei para las dos condiciones de humedad en la semana 1 del segundo mes.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N. Sig
HUMEDAD	837.28208	1	837.28208	8.187	.0171 *
Error	418.50492	10	41.850492		
Total	1255.78700	11			

\* Significativo



Cuadro 22. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S. deppei para las dos condiciones de humedad en la semana 2 del segundo mes.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N. Sig
HUMEDAD	391.13301	1	391.13301	5.857	.0140 *
Error	442.39229	10	44.239229		
Total	833.52530	11			

\* Significativo

Cuadro 23. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S. deppei para las dos condiciones de humedad en la semana 3 del segundo mes.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N. Sig
HUMEDAD	430.36366	1	430.36366	10.627	.0021 *
Error	452.91662	10	45.291662		
Total	883.28028	11			

\* Significativo

Cuadro 24. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppei para las dos condiciones de humedad en la semana 4 del segundo mes.

F.M.	S.C.	G.L.	C.M.	F <sub>0</sub>	N.Sig
HUMEDAD	540.89187	1	540.89187	11.001	.0072 *
Error	478.42702	10	47.842702		
Total	1019.3189	11			

\* Significativo

Cuadro 25. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppei en la semana 4 del primer mes.

Método I Intervalos de confianza al 95 %			
Nivel	Conteas	Promedios	Homogeneidad de parámetros
Num. cts	6	.000000	*
Num. ilus.	6	16.021667	*

Cuadro 26. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppei en la semana 3 del segundo mes.

Método : Intervalos de confianza al 95 %			
Nivel	Cortes	Promedios	Heterogeneidad de grupos
Hun.ete.	6	1.922333	*
Hun.fluc.	6	14.708333	*

Cuadro 27. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppei en la semana 4 del segundo mes.

Método : Intervalos de confianza al 95 %			
Nivel	Cortes	Promedios	Heterogeneidad de grupos
Hun.ete.	6	1.922333	*
Hun.fluc.	6	15.348333	*

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 28. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppeii para las dos condiciones de humedad en la semana 1 del tercer mes.

F.M.	S.C.	S.L.	S.M.	Fo	N.Sig.
HUMEDAD	278.23341	1	278.23341	4.552	.0322 N.S.
Error	557.20809	10	55.720809		
Total	842.44149	11			

N.S. No significativo

Cuadro 29. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppeii para las dos condiciones de humedad en la semana 2 del tercer mes.

F.M.	S.C.	S.L.	S.M.	Fo	N.Sig.
HUMEDAD	197.96553	1	197.96553	2.729	.1110 N.S.
Error	751.46303	10	75.146303		
Total	929.42857	11			

N.S. No significativo

Cuadro 30. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppej para las dos condiciones de humedad en la semana 3 del tercer mes.

F.M.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N. Sig
HUMEDAD	115.32000	1	115.32000	1.243	.2255 N.S.
Error	701.69487	10	70.169487		
Total	817.01487	11			

N.S. No significantive

Cuadro 31. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S.deppej para las dos condiciones de humedad en la semana 4 del tercer mes.

F.U.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N. Sig
HUMEDAD	95.71000	1	95.71000	1.009	.3238 N.S.
Error	779.94500	10	77.994500		
Total	874.65500	11			

N.S. No significantive

Cuadro 32. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S. deppei para las dos condiciones de humedad en la semana 1 del cuarto mes.

P.M.	S.C.	G.L.	S.M.	F <sub>0</sub>	N. Sig.
HUMEDAD	.6296333	1	.5379333	.015	.9073 N.S.
Error	666.88333	10	66.688333		
Total	664.80000	11			

N.S. No significativo

Cuadro 33. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S. deppei para las dos condiciones de humedad en la semana 2 del cuarto mes.

P.M.	S.C.	G.L.	S.M.	F <sub>0</sub>	N. Sig.
HUMEDAD	2.0254000	1	2.0254000	.038	.8716 N.S.
Error	717.82250	10	71.782250		
Total	719.24800	11			

N.S. No significativo

Cuadro 34. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S. deppei para las dos condiciones de humedad en la semana 3 del cuarto mes

F.M.	S.C.	G.L.	C.M.	F <sub>0</sub>	N.Sig
HUMEDAD	48.441008	1	48.441008	1.051	1.6028 N.S.
Error	798.30568	10	79.830568		
Total	846.74669	11			

N.S. No significativo

Cuadro 35. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas no escarificadas de S. deppei para las dos condiciones de humedad en la semana 4 del cuarto mes.

F.M.	S.C.	G.L.	C.M.	F <sub>0</sub>	N.Sig
HUMEDAD	182.46807	1	182.46807	1.599	1.2047 N.S.
Error	920.99282	10	92.099282		
Total	1103.46089	11			

N.S. No significativo

Cuadro 36. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de I.purpurea para los 12 días de permanencia en el suelo.

F.U.	S.C.	G.L.	C.M.	Fo	N. Sig
DIAS	245.08950	3	81.696500	4.707	.0121 *
Error	347.10000	30	11.570000		
Total	592.18950	33			

\* Significativo

Cuadro 37. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de I.purpurea en los 12 días.

Método : Intervalos de confianza al 95 %				
Nivel	Conteos	Procedios	Homogeneidad de grupos	
Día 3	5	82.600000	*	
Día 6	5	90.000000	*	
Día 6	5	90.000000	*	
Día 12	5	90.000000	*	



Cuadro 38. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de S.deppei para los 12 días de permanencia en el suelo.

F.U.	S.C.	S.L.	C.M.	Fc	N. Sig
DÍAS	7830.0244	3	2610.0748	17.871	.0000 *
Error	1098.2554	20	54.912769		
Total	9278.2798	23			

\* Significativo

Cuadro 39. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de S.deppei en los 12 días.

Método	Intervalos de confianza al 95 %	
Nivel	Cortes	Homogeneidad de grupos
Día 3	6	.000000 *
Día 6	6	34.095000 *
Día 12	6	43.810000 *
Día 9	6	44.871667 *

Cuadro 40. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de I.purpurea para las 4 semanas de permanencia en el suelo.

F.U.	S.C.	G.L.	C.M.	F <sub>0</sub>	H.Sig
SEMANA	21040.049	3	10346.699	70.573	.0000 *
Error	2851.4008	27	142.87033		
Total	23891.447	30			

\* Significativo

Cuadro 41. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de I.purpurea en las 4 semanas.

Método : Intervalos de confianza al 95 %			
Nivel	Centros	Promedios	Heterogeneidad de grupos
Semana 4	6	20.0000	*
Semana 3	6	10.512000	*
Semana 2	6	60.372222	*
Semana 1	6	57.546667	*

Cuadro 42. Análisis de Varianza de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de S. deppei para las 4 semanas de permanencia en el suelo.

F.U.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	N. Sig
SEMANA	1885.2061	3	628.73536	6.706	.0026 *
Error	1854.2647	20	92.713236		
Total	3739.4708	23			

\* Significativo

Cuadro 43. Análisis de Rango Múltiple de los porcentajes de germinación de semillas escarificadas de S. deppei en las 4 semanas.

Método: Intervalos de confianza al 95 %			
Nivel	Conteos	Promedios	Homonogeneidad de grupos
Semana 4	6	20.00000	*
Semana 1	6	22.77000	*
Semana 3	6	23.99000	*
Semana 2	6	42.00000	*

## VI. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Agundis, M.O., 1984. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el combate de la maleza. INIA, SARH., Publicación Num. 115, México.
- 2.- Côme, D. y Thévenot, C., 1982. Environmental control of embryo dormancy and germination. pp. 271-298. En Khan, A.A., The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Elsevier Biomedical Press. New York.
- 3.- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York. 1262 pp.
- 4.- Crowley, R.H. y Buchanan, G.A. 1980. Responses of Ipomoea spp. and Smallflower Morningglory (Jacquemontia tamnifolia) to Temperature and Osmotic Stresses. Weed Science 28 : 76-82 .
- 5.- Cruz, G.F., 1989. Germinación y establecimiento de plántulas de "Atatana" (Sicyos deppei, Cucurbitaceae), maleza del maíz. Tesis. Biólogo. UNAM. Facultad de Ciencias.
- 6.- Dasberg, S. 1971. Soil Water Movement to Germinating Seeds. Journal of Experimental Botany, Vol. 22, No. 73, pp. 999-1008.
- 7.- Dasberg, S. y Mendel, K. 1971. The effect of soil water and aeration on seed germination. Journal of Experimental Botany, Vol. 22, No. 73., pp. 992-998.
- 8.- Duke, S.O., 1985. Weed Physiology. Vol I. Reproduction and Ecophysiology. CRC Press. Inc. Florida.. pp 165.
- 9.- Egle, G.H. y Duke, S.O., 1985. Physiology of Weed seed Dormancy and Germination. pp. 27-64. En Duke, S.O. Weed Physiology. Vol I. Reproduction and Ecophysiology. CRC Press. Inc. Florida.

10.- Eizi, M. 1965. El género Ipomoea en México. Anales del Instituto de Biología, UNAM. Sobretiro. Tomo XXXVI., Nos. 1 y 2. México. pp 86.

11.- García, J.G. et al. 1975. Malezas prevalentes de América Central. International Plant Protection Center. El Salvador, San Salvador. pp 43.

12.- Gill, K.S. y Prihar, S.S. 1989. Seedling emergence from a two-layered seed-zone: seeding depth and position, crop species and initial soil moisture effects. Seed Science & Technology., 17, 73-82.

13.- Gutterman, Y. 1985. Flowering, Seed development and the influences during seed maturation on seed germination of annual weeds. pp. 1-26. En Duke, S.D. Weed Physiology. Vol I. Reproduction and Ecophysiology. CRC Press, Inc. Florida.

14.- Hadas, A. 1982. Seed soil contact and Germination. pp 507-527. En Khan, A.A. The Physiology and Biochemistry of Seed development, Dormancy and Germination. Elsevier Biomedical Press, New York.

15.- Harper, J.L. y Benton, R.A. 1966. The behaviour of seeds in soil. The germination of seeds on the surface of a water supplying substrate. J. Ecol. 54, 151-66.

16.- Heydecker, W. 1977 Stress and Seed Germination: an agronomic view. pp 237-247. En Khan, A.A. The Physiology and Biochemistry of seed Dormancy and Germination. North-Holland publishing company, New York.

17.- Hill, T.A. 1977. The Biology of Weeds. Edward Arnold Publishers. Great Britain. pp 43.

- 18.- Jann, R.C. y Amen, R.D. 1977 What is Germination? pp7-26. En Khan, A.A. The physiology and Biochemistry of seed Dormancy and Germination. North-Holland publishing company. New York.
- 19.- Karssen, C.M. 1982. Seasonal patterns of Dormancy in Weed Seeds. pp 243-270. En Khan, A.A. The Physiology and Biochemistry of seed Development, Dormancy and Germination. Elsevier Biomedical Press. New York.
- 20.- Khan, A.A. 1977. Seed Dormancy: changing concepts and theories. pp 29-45. En Khan, A.A. The physiology and Biochemistry of seed Dormancy and Germination. North-Holland publishing company. New York.
- 21.- Mann, R.K., Rieck, C.E. y Witt, W.W., 1981. Germination and Emergence of Burecucumber (Sicyos anquilatus). Weed Science, Vol. 29, No. 1.
- 22.- Moreno, M.E. 1976. Manual para el análisis de semillas. PRONASE., México, D.F.
- 23.- National Academy of Sciences. 1978. Plantas nocivas y cómo combatirlas. Vol 2. Limusa. México. pp 19-54.
- 24.- Pili-Sevilla, E. 1987. Germination and tetrazolium testing. Seed Science & Technology., 15, 691-698.
- 25.- M. Ponce Salazar, J. Márquez Guzmán, A. Brechú Franco y G. Laguna Hernández. Desarrollo e Histoquímica de la cubierta seminal de Ipomoea purpurea (L.) Roth (Convolvulaceae) y su relación con la impermeabilidad al agua. Revista QYTON. Vol. 51. No.1. pp.5-12 (1990).

- 26.- Roberts, E.H. y Ellis, R.H. 1982. Physiological, ultrastructural and metabolic aspects of seed viability. pp 465-495. En Khan, A.A., The physiology and Biochemistry of seed Development, Dormancy and Germination. Elsevier Biomedical Press. New York.
- 27.- Rolston, M.P. Water Impermeable Seed Dormancy. The Botanical Review 44:365-396. July-September, 1978.
- 28.- Ross, J.D. 1984. Metabolic aspects of Dormancy. pp 45-75. En Murray, D.R. Seed Physiology. Vol I. Academic Press. Australia.
- 29.- Rzedowski y Rzedowski. 1985. Flora Enciclopédica del Valle de México. Vol II. Dicotyledonae. Instituto Politécnico Nacional. México. pp 254, 421.
- 30.- Simon, E.W. 1984. Early events in Germination. pp 77-110. En Murray, D.R. Seed Physiology. Vol I. Academic Press. Australia.
- 31.- Standley, P.C. y Williams, L.O. 1970. Flora of Guatemala. Vol. 17. Part IX., Numbers 1 y 2. Chicago Natural History Museum.
- 32.- Thompson, K. y Grime, J.P. 1977. Seasonal variation in the seeds bank on herbaceous species in ten contrasting habitats. Journal of Ecology 67:893-921.
- 33.- Tran, V.N. y Cavansch, A.K. 1984. Structural aspects of Dormancy. pp 1-44. En Murray, D.R. Seed Physiology. Vol I. Academic Press. Australia.
- 34.- Villiers, T.A. Seed Acinq: chromosome stability and extended viability of seed stores fully imbibed. Plant Physiol. (1974) 53, 875-878.

35.- Steel, G.R. y Torrie, H.J. 1985. Bicestadística: Principios y Procedimientos. Mc Graw-Hill, Colombia.

36.- Zepeda, A.S. 1989. Estudio preliminar de la Biología de la araña Sicvos desde el Q. Dato. y el efecto de poblaciones naturales sobre el rendimiento y la cosecha de maíz Zea mays L. Tesis. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.

La presente tesis se realizó en el laboratorio de Citología de la Facultad de Ciencias, UNAM, bajo la dirección de la M. en C. Alicia Encineta Becerra Franco. Fue apoyada por la Beca-Tesis de la Dir. Genl. de Asuntos del Personal Académico, UNAM (DGAPA - EPSA), y formó parte del proyecto de CONACYT, UNAM, Clave P2200000892270.