

247078

141  
zej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE TRES ESPECIES DE LAMIACEAS DEL SUR DEL VALLE DE MEXICO

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 :

MARIA IVONNE REYES ORTEGA



DIRECTORA DE TESIS: DRA. ALMA D.L. OROZCO SEGOVIA

MEXICO, D. F.

1997

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

RECIBIDA EN  
BIBLIOTECA DE LA  
UNIVERSIDAD DE ALABAMA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

ESTUDIO SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE TRES ESPECIES  
DE LAMIACEAS DEL SUR DEL VALLE DE MEXICO.

realizado por

MARIA IVONNE REYES ORTEGA

con número de cuenta 8137026-9 , pasante de la carrera de **BIOLOGIA**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
Propietario

DRA. OROZCO SEGOVIA ALMA DELFINA LUCIA

Propietario

M.en C. SANCHEZ CORONADO MARIA ESTHER

Propietario

DRA. BRECHU FRANCO ALICIA ENRIQUETA

Suplente

BIOL. GONZALEZ ZERTUCHE ANA MARIA LOURDES

Suplente

M. en C. DIEGO PEREZ NELLY

**FACULTAD DE CIENCIAS**

Consejo Departamental de Biología  
M.en C. ALEJANDRO MARTINEZ MENA

COORDINACION GENERAL  
DE BIOLOGIA

BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA  
UNAM

**A MIS PADRES:**

**DR. RAMIRO REYES Y AURORA ORTEGA**

**A MI HERMANO:**

**MIGUEL ANGEL**

**Y**

**A MI SOBRINO:**

**JORGE EDUARDO**

*Realmente he disfrutado estos tres años de mi vida; no sólo porque con ello obtendré un título, sino por todo lo que significa ..... También por estar con quienes quiero.*

*Gracias*

## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincera gratitud a la Dra. Alma Orozco, Directora de esta tesis, quién aportó valiosos comentarios para el logro y enriquecimiento del presente trabajo.

Con admiración y mucho cariño para la M. en C. María Esther Sánchez Coronado.

A mis Sinodales: Dra. Alicia Brechú, Lourdes González y M. en C. Nelly Diego por sus atinados y oportunos comentarios.

Al Dr. Carlos Vázquez-Yanes, por su enorme trayectoria y dedicación en el campo de la Ecología Fisiológica que es todo un ejemplo para mí.

A Mariana, Lourdes y Ana, por su apoyo y solidaridad.

A mis compañeros del Laboratorio de Ecología Fisiológica: Rogelio, Norberto, Leoncio, Mario, Nallely, Paty, Alfredo, Marisa y Jaina.

A mis hermanas Claudia y Judith, con cariño.

Y... A todos aquellos que me brindaron su paciencia y comprensión en los momentos más difíciles.

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁG.</b>
<b>I. RESUMEN</b>	1
<b>II. INTRODUCCIÓN</b>	2
1. Justificación	4
2. Objetivos	4
3. Hipótesis	5
<b>III. ANTECEDENTES</b>	6
1. Las malezas	6
2. Introducción de las especies al Valle de México	10
3. Fisiología de la germinación	12
4. La semilla	13
5. Germinación	14
6. Latencia	16
7. Luz	19
8. Temperatura	22
9. Las giberelinas	23
<b>IV. ÁREA DE ESTUDIO</b>	24
<b>V. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES</b>	25
<b>VI. MÉTODO</b>	28
<b>VII. RESULTADOS</b>	34
<b>VIII. DISCUSIÓN</b>	57
<b>IX. CONCLUSIONES</b>	74
<b>X. LITERATURA CITADA</b>	75
<b>XI. APÉNDICES</b>	83
1. Pruebas de germinación	
2. Análisis de varianzas	

## ÍNDICE DE FIGURAS

PÁG.

Fig. 1. <i>Marrubium vulgare</i> , cosecha 1993	37
Fig. 2. <i>Salvia lavanduloides</i> , cosecha 1993	40
Fig. 3. <i>Salvia mexicana</i> , cosecha 1993	43
Fig. 4. <i>Marrubium vulgare</i> , cosecha 1994	47
Fig. 5. <i>Salvia lavanduloides</i> , cosecha 1994	51
Fig. 6. <i>Salvia mexicana</i> , cosecha 1994	55
Fig. 7. <i>Marrubium vulgare</i> , pruebas de germinación	84
Fig. 8. <i>Salvia lavanduloides</i> , pruebas de germinación	84
Fig. 9. <i>Salvia mexicana</i> , pruebas de germinación	84



## I. RESUMEN

En los claros y zonas perturbadas de las áreas boscosas que rodean al Valle de México las especies de la familia de las lamiáceas crecen abundantemente. Las lamiáceas están representadas en esta zona por 54 especies (Rzedowski, 1978), sin embargo, existen muy pocos estudios biológicos sobre ellas. Una característica común de las semillas de las especies pertenecientes a la familia de las lamiáceas es que presentan un bajo índice de germinación, en condiciones controladas de luz y temperatura, por lo que en el presente trabajo se abordaron varios aspectos sobre la germinación de esta familia. Para ello se diseñó un experimento que permitiera diferenciar las causas de su baja germinación (en condiciones controladas de laboratorio), considerando entre las posibles causas, problemas de viabilidad y polimorfismo fisiológico en *Marrubium vulgare*, *Salvia lavanduloides* y *Salvia mexicana*.

El porcentaje de semillas no viables en las tres especies es de cerca del 50%. Las tres especies son fotoblásticas positivas, y presentan latencia endógena que se puede romper con bajas concentraciones de ácido giberélico. También se estudiaron los cambios en la latencia de estas especies, a lo largo de un año. Para ello se almacenaron semillas en el laboratorio y otras se enterraron en tres sitios del cerro del Ajusco (Lomas del Seminario, D.F.) de las cuales se tomaron muestras mensuales para realizar las pruebas de germinación. En las semillas almacenadas en el laboratorio, la latencia se perdió entre los primeros dos meses y no se reestableció en el término de un año. Mientras que en las semillas enterradas la latencia se rompió entre dos y cinco meses dependiendo de la especie y posteriormente entraron en latencia secundaria, la cual se rompió con ácido giberélico. La latencia secundaria aumenta las posibilidades de que estas especies formen un banco de semillas permanente.

## II. INTRODUCCION

La familia de las lamiáceas es considerada como una de las más evolucionadas, se caracterizan por ser plantas cosmopolitas, principalmente de las zonas templadas, sólo muy pocos géneros son nativos de los bosques pluviales tropicales (Heywood, 1985). Generalmente son de sitios abiertos, aunque crecen en casi todos los biotipos y a todas las altitudes, y es común que sus especies se vean fuertemente favorecidas por la deforestación. Pueden encontrarse distribuidas desde el Ártico hasta el Himalaya, y en todos los continentes e islas, desde el sudeste asiático a Hawaii y Australasia, a través de Africa y del norte al sur de América (Heywood, 1985).

A nivel mundial esta familia cuenta aproximadamente entre 170 a 200 géneros y 3000 especies, (Heywood, 1985; Sánchez, 1969). La cuenca mediterránea es una de las regiones de mayor concentración en especies (Heywood, 1985; Tutin et al. 1972). De éstas en el Valle de México se encuentran 54 especies que crecen en forma espontánea, de las cuales 7 son introducidas.

Debido a que muchas especies de esta familia son utilizadas con fines comerciales, el número de especies introducidas al Valle de México llega aproximadamente a 17. En el Valle de México su distribución es muy amplia, pues se encuentran en casi todos los tipos de hábitats. Las especies nativas forman parte de los bosques que rodean al Valle de México en un 92%, y el 29.4% se pueden encontrar principalmente en claros y áreas perturbadas de los mismos bosques, aunque también pueden formar parte de otro tipo de comunidades perturbadas, como matorrales. Únicamente un 8% de las especies nativas son arvenses o ruderales (Rzedowski y Rzedowski 1978).

Las lamiáceas se han utilizado desde tiempos remotos, cultivándose como condimentos u ornamentales, tal es el caso de *Mentha spicata* (menta), *Origanum vulgare* (orégano), *Ocimum basilicum* (albahaca), *Thymus vulgaris* (tomillo). Otras, como *Marrubium vulgare*, se utilizan como plantas medicinales en numerosas regiones del planeta. También se cultivan por presentar bellas flores, agradables aromas y aceites esenciales tal es el caso de la *Salvia lavandula* (lavanda). En los trópicos se cultivan géneros como *Coleus* y *Plectranthus*, como plantas de interior por su coloreado follaje, lo

mismo ocurre con otros géneros como *Salvia* y *Leonotis*. Es frecuente encontrar cerca de algunos templos hindúes cultivos de *Ocimum sanctum* por considerarse una planta sagrada (Heywood, 1985 ; Alcaraz y col., 1989 ; Martínez, 1959 ; Martínez 1979 y Sánchez, 1979). Estos son sólo algunos ejemplos de los diversos usos de las especies de esta familia, y de la importancia a nivel comercial e industrial.

La familia se distingue por sus mecanismos especializados de polinización, generalmente ligados a insectos o a pájaros; en las salvias se presenta el mecanismo mejor evolucionado. El insecto visitador empuja con la cabeza el extremo de un largo conectivo estaminal encorvado que obstaculiza el acceso al néctar, y el otro extremo del brazo estaminal gira hacia abajo por medio de una articulación, manchando con polen el dorso del insecto. Aunque la polinización de la mayoría de las lamiáceas se realiza mediante insectos, muchas especies americanas de flores de color escarlata con corolas de tubo largo, a menudo son polinizadas por colibríes de pico largo. En géneros como *Hyptis* y *Aeollanthus*, (de África tropical), se han observado mecanismos de polinización mediante explosión de la antera (Heywood 1985).

Las lamiáceas se reproducen principalmente por semilla, aunque algunas especies híbridas se propagan vegetativamente. Las semillas en esta familia, varían considerablemente no sólo en tamaño, sino en forma y color (negras, café). Sobre su comportamiento germinativo se han hecho varios estudios, sobre todo en Europa y Estados Unidos. En México esta familia no se ha estudiado desde éste punto de vista, a pesar de la importancia que tienen, tanto en las comunidades naturales como desde el punto de vista comercial.

## 1. Justificación

Considerando la amplia distribución y abundancia de las lamiáceas en el Valle de México este estudio ecofisiológico sobre la germinación en las semillas de estas especies suministraría información básica del comportamiento ecológico de las especies y la posible relación con su origen y las posteriores adaptaciones a su ambiente actual.

## 2. Objetivos

General:

- ◆ Estudiar de manera preliminar la respuesta germinativa de las semillas de tres especies de lamiáceas: *Marrubium vulgare*, *Salvia lavanduloides* y *Salvia mexicana*.

Particulares:

- ◆ Estudiar el efecto de la luz y la temperatura en la respuesta germinativa.
- ◆ Determinar si presentan latencia, los tipos de latencia que presentan y las posibles causas que la provocan.
- ◆ Determinar el efecto del tiempo de almacenamiento (laboratorio y enterramiento) en la maduración de las semillas de las tres especies estudiadas.
- ◆ Hacer propuestas sobre la relación entre el comportamiento germinativo y las condiciones ambientales.
- ◆ Determinar la viabilidad de las semillas (por el método de flotación).

### 3. Hipótesis:

- El tiempo de almacenamiento y las condiciones ambientales en las que se encuentran las semillas, pueden modificar los tipos de latencia que se presentan en las especies.
- Las diferentes respuestas germinativas entre especies y cosechas pueden estar determinadas por las relaciones ecológicas o el origen geográfico.

### III. ANTECEDENTES

Las lamiáceas crecen generalmente en sitios abiertos, y en casi todos los biotipos y a todas las altitudes, es común que sus especies sean fuertemente favorecidas por la deforestación. Holm y col. (1979), reportan para diferentes países que 11 especies de lamiáceas se comportan como maleza grave, 31 especies como maleza principal, 129 especies como maleza común, 240 especies como maleza con rango de importancia desconocido y 44 especies como flora con un comportamiento ligeramente malezoide. La revisión incluyó un total de 171 especies de 47 géneros.

Las especies de lamiáceas consideradas en este trabajo crecen en zonas perturbadas. Entre ellas, la especie más favorecida por el disturbio es *Marrubium vulgare*, de origen europeo, probablemente introducida al Valle de México durante el primer siglo de la colonización europea, como ocurrió en América con la mayor parte de las plantas introducidas (Crosby 1973). Esta especie aparece en la Flora del Valle de México como una maleza (Rzedowski, 1991) y ha sido considerada como maleza en diferentes grados en 13 países, principalmente americanos, por lo que se le puede considerar como un buen ejemplo de una maleza dentro de ésta familia. Mientras que las otras dos especies incluidas en este estudio *Salvia mexicana* y *Salvia lavanduloides* son más bien características de zonas perturbadas de los bosques que rodean al Valle de México, al igual que la mayoría de las lamiáceas propias de la región (Rzedowski, 1991).

#### I. Las malezas

Maleza es un término íntimamente ligado a la perturbación (alteración o disturbio) la cual Grime (1982) define como un mecanismo que limita el crecimiento de otras plantas al originar su parcial o total destrucción. La perturbación de las comunidades puede deberse a dos causas: a) procesos naturales como alta depredación, edad de la comunidad, fluctuaciones climáticas (baja temperatura y baja precipitación), incendios naturales, caída de árboles durante las tormentas, etc., y b) disturbio originado por el hombre: labranza, siega, pisoteo y quemado, urbanismo, etcétera.

La mayoría de los autores consideran a las malezas como plantas herbáceas sin valor, ni uso, ni "belleza", de crecimiento salvaje y exuberante, son molestas en la tierra y/o estorban al crecimiento de la vegetación primaria. En cualquiera de los casos Harlan y Wet (1963) definen a las malezas como plantas fuera de lugar o no deseadas o bien plantas que crecen en el lugar equivocado. Este concepto se basa en una idea humana de lo correcto y lo erróneo con respecto a la naturaleza, lo mismo ocurre con la determinación de cuál es el sitio adecuado. Generalmente se considera que las malezas provienen de especies silvestres que presentan ciclos de vida anual, bianual o perenne, que a través del tiempo se han adaptado a sitios de disturbios naturales y posteriormente a condiciones de disturbio humano, como áreas agrícolas o zonas urbanas, son consideradas no deseables, tolerantes y nocivas, resistentes a daños mecánicos y capaces de regenerarse a partir de sus partes subterráneas u otras partes vegetales, (Rzedowsky y Equihua, 1987).

Bajo esta denominación de maleza en general, están las especies de plantas que se encuentran en los campos de cultivo, huertas, jardines, orillas de caminos, cerca de las casas, industrias, canales, baldíos, basureros, etc. Aunque esto no implica que no se les pueda encontrar en zonas sin perturbación, o semiperturbadas. La mayor parte de las malezas son especies que están bien adaptadas a las condiciones antropogénicas peculiares en que viven, es por esto que el aumento de la población humana y su progreso, son factores que participaron en la evolución y expansión de las mismas (Rzedowsky, 1978).

Con la domesticación de las plantas y el desarrollo de la agricultura y ganadería también hay un cambio en la estructura de la comunidad, desplazando muchas especies nativas de estos lugares y al mismo tiempo favoreciendo la llegada de nuevas especies, que a simple vista forman parte de la naturaleza ya existente. Pero si se analizan las especies que la constituyen, sabremos que frecuentemente son el resultado de la destrucción de anteriores comunidades nativas, las cuales han sido sustituidas por un grupo de especies agresivas, 100% asociadas al disturbio humano (Orozco y Vázquez-Yanes, 1993).

Las malezas aumentan su área de distribución al ser introducidas en forma accidental o consciente en nuevos territorios, a los cuales muchas veces difícilmente hubieran llegado sin la participación del hombre, quien ayudó a mover de un lugar a otro especies con fines comerciales o por

beneficio propio; sin embargo, también movió otras en forma inconsciente, entre las que encontramos las que nunca fueron domesticadas por él, sino que han invadido áreas en forma oportunista, causando importantes modificaciones y transformaciones en los factores que determinan el equilibrio de las comunidades bióticas así como en la sobrevivencia y dinámica poblacional de otras especies que habitan en áreas con características similares a las de ellas. Los principales medios por los que han llegado las malezas a otras partes son: a) Muchas especies fueron introducidas deliberadamente como plantas de forraje, fibras, medicinales u ornamentales, otras más para el control de erosión o forestación. b) Otras especies fueron introducidas accidentalmente a granjas comunes y cultivos acompañando a productos comerciales como frutos o en el suelo alrededor de las raíces, impurezas en las semillas importadas, fibras, pieles, adheridas a animales domésticos y principalmente por el ganado, también llegaron a estos lugares en los lastres de barcos de carga, naufragios o durante operaciones militares (Brockie y col., 1988; Kruger y col., 1987).

En la vegetación de un área encontramos: 1) las plantas nativas que son aquellas que forman parte de los ecosistemas naturales de un área geográfica, conforman las cadenas tróficas de esos lugares y generalmente se ven afectados de manera desfavorable por las transformaciones del ecosistema; aunque algunas también son favorecidas por el disturbio y 2) las plantas exóticas, que no son nativas de ese lugar, que se originan en otra área geográfica, pero que han sido transportadas a estos lugares encontrando condiciones favorables para establecerse y reproducirse. Entre las plantas exóticas hay muchas que tienen un comportamiento malezoide y otras que no pueden llegar a considerarse como malezas, pero que se incorporan a la vegetación espontánea. La introducción de especies es considerada como invasión si en un momento dado se ve afectado el establecimiento de las poblaciones locales (Usher, y col., 1988; Brockie y col., 1988).

Rzedowski (1978) agrupa bajo el término de maleza tanto a las especies ruderales, como a las arvenses, que constituyen un conjunto de plantas que se distinguen por ser favorecidas por el disturbio provocado por las actividades humanas, o bien porque al menos lo toleran. Muchas de ellas se ven tan favorecidas que llegan a ocasionar serios problemas en cultivos, en construcciones, vías fluviales, etc., y llegan a caracterizar el paisaje de muchas áreas. En México, estas especies tienen un importante grado



de dispersión, lo que ayuda en actualidad a que sea mayor la vegetación secundaria que la original (Rzedowsky y Equihua, 1987).

Las arvenses de una región se derivan 1) de plantas silvestres (nativas e introducidas) que se favorecen de la actividad agrícola por lo que invaden campos de cultivo donde el ambiente es menos competitivo y más propicio para su desarrollo y 2) de plantas domésticas que escapan del control humano e invaden el medio natural en forma espontánea. Las especies ruderales se distinguen por "preferir" sitios sometidos a disturbios constantes, por lo que crecen comúnmente en las orillas de los caminos, y en general en zonas urbanas. Es importante conocer que entre las malezas son muy frecuentes las plantas introducidas de otros países, ya sea de manera accidental o bien porque es muy común que sean empleadas con fines medicinales, como condimentos o como alimento para animales, e incluso para alimentación humana (Rzedowski, 1978).

Las plantas invasoras se distinguen por no ser cultivadas conscientemente por el hombre, sino que su reproducción ocurre de manera espontánea colonizando ambientes generados independientemente de la voluntad del hombre (Orozco y Vázquez, 1993). Estas plantas están bien determinadas en sus características biológicas por:

- Las semillas a menudo son pequeñas, presentan semillas de gran longevidad, son producidas en abundancia y poseen eficientes mecanismos de dispersión, y sus requerimientos de germinación pueden cumplirse en muchos ambientes diferentes.
- Presentan polimorfismo biológico que actúa como un mecanismo que previene la germinación de todas las semillas al mismo tiempo, lo que les permite formar bancos de semillas permanente, es decir, son capaces de permanecer en latencia en el suelo por largos períodos de tiempo.
- Por lo general tienen ciclos de vida cortos, crecimiento rápido, floración abundante y temprana, tolerancia a un amplio rango de condiciones ambientales y capacidad de aclimatación.

- Plasticidad en su forma y fisiología, o sea, adaptabilidad a la disposición de recursos (luz, nutrientes, minerales y agua).
- Capacidad de reproducción vegetativa a partir de fragmentos de la planta.
- Resistencia al mal trato (pastoreo, pisoteo y otros daños mecánicos) entre otras características.

No todas las plantas invasoras presentan estos requisitos, pero basta con que cumplan con la mayoría de ellos para que tengan éxito en la colonización de nuevos ambientes, (Harlan y Wet, 1963; Usher y col., 1988).

Además de los factores biológicos, inherentes a las malezas, que favorecen la invasión, existen otros factores para que la invasión sea exitosa. Estos son:

- modificaciones en el dosel vegetal en las comunidades originales.
- alteración por fuego ( quemas determinadas o/y en forma natural)
- aceleración de la erosión del suelo.
- Cambios naturales por fuego y por la relación planta-herbívoro (muchos de estos cambios se ven afectados por la invasión de vertebrados) (Grime, 1982).

## **2. Introducción de especies al Valle de México**

En el Valle de México la flora espontánea comprende un total de 126 familias, 638 géneros y 2069 especies de las cuales 161 especies son introducidas (Rzedowski y Calderón, 1993). Dada la antigüedad de los asentamientos humanos en el Valle de México, Rzedowski (1978) considera que a la llegada de los españoles a esta región ya existía una flora adaptada al disturbio.

Presumiblemente en el Valle de México la perturbación da lugar a una flora adaptada a zonas agrícolas y urbanas previa a la invasión española, por lo que muchas de las especies introducidas a partir del descubrimiento de América, se localizan en zonas perturbadas. Estas malezas introducidas más que

desplazar a la flora nativa de las comunidades naturales, ocupan algunos de los nichos que se abren después de que ocurre un disturbio.

Las malezas nativas muchas veces tienen tiempos menores de adaptación a la perturbación en comparación con las introducidas, las cuales pueden ser favorecidas, por el fuego, los herbívoros y los mamíferos, y limitar a la población nativa. Esto favorece que las plantas introducidas invadan la zona y aprovechen estas condiciones para establecerse, ejemplo de ello son las reservas como el parque nacional de Kruger, en donde reportan un total de 156 especies introducidas de las cuales 113 son invasoras, en el parque nacional de Channel Islands donde de 80 especies introducidas 78 son invasoras o en Kings Park donde de 102 introducidas las 102 son invasoras (Usher, 1988). Así como estos ejemplos se encuentran muchas de las reservas naturales estudiadas en los cuatro continentes. En un estudio sobre 24 reservas naturales en las que hubo introducción de plantas se observó que en algunas reservas naturales como en las islas éstas invaden en menor proporción, pero en la sabana y los bosques secos la invasión ocurre en mayor proporción (Usher, 1988).

La invasión de especies trae como consecuencia un cambio en la estructura y función de los ecosistemas (Usher, 1988). La invasión de especies introducidas no sólo se limita a las áreas naturales perturbadas sino también se observa y en forma quizá más notoria en áreas urbanas, tal es el caso de Japón, el cual se ve seriamente afectado por la especie *Taraxacum officinale* (Ogawa y Mototani, 1985).

Para algunas especies encontradas en la región es difícil relacionar la llegada de los españoles con su llegada al Valle, ya que al igual que en algunos áreas del Viejo Mundo no se puede establecer una relación entre las especies nativas y aquellas que fueron introducidas, como en algunas zonas áridas y del tipo mediterráneo, debido principalmente a que la introducción ocurrió hace mucho tiempo (1000 años o más). Sin embargo para la mayoría de las especies introducidas a la Cuenca de México sí se relaciona el descubrimiento de América con su arribo.

En el caso del Valle de México se ha encontrado que por lo menos un 36% de las malezas compartidas entre México y España también comparten usos y nombres comunes, de lo que se infiere

que las malezas introducidas en la región pudieron haber incrementado sus oportunidades de dispersión a gran distancia con la introducción consiente de muchas de ellas, con fines utilitarios.

Las lamiáceas que llegaron del viejo mundo al Valle de México son en su mayoría especies ampliamente distribuidas en España, algunas especies como *Lamium amplexicaule*, *L. purpureum* y *Marrubium vulgare*, se encuentran reportadas como malezas importantes en España, aunque no necesariamente llegaron todas ellas a la región junto con los conquistadores, por ejemplo *Leonotis purpurea* fue introducida de África como planta ornamental (Rzedowski, 1985). Otras especies de esta familia, tales como, *Leonotis nepetaefolia* y *Prunella vulgaris*, han sido citadas como malezas importantes en diferentes partes del mundo (Holm y col., 1979).

Las especies de lamiáceas traídas al Valle de México contaban con una serie de ventajas para proliferar en la región, tales como su clima templado y subhúmedo, propicio para las especies europeas, como lo demuestra el gran número de malezas procedentes de esta región que se aclimataron al Valle de México. Sin embargo en el Valle de México la mayoría de ellas permanecen en la región exclusivamente bajo cultivo, tales como el orégano, la mejorana, la hierbabuena, el romero y otras. Algunas de ellas en otras partes de la República Mexicana si se comportan como malezas, mientras que otras al igual que en España no se reproducen en ninguna parte en forma natural.

### 3. Fisiología de la germinación

Como se ha mencionado anteriormente a las malezas se les han atribuido una serie de características reproductivas que han permitido su exitosa distribución, sin embargo, la mayoría de las malezas no han sido lo suficientemente estudiadas como para saber si realmente se ajustan a esta serie de características que han sido establecidas a partir del conocimiento de un puñado de especies (Harlan y Wet, 1963; Usher y col., 1988). Como sabemos, la dispersión, germinación y establecimiento en el ciclo de vida de las plantas, constituyen las etapas más importantes de su vida, por lo tanto, estudiar estas etapas es indispensable para conocer aspectos de su evolución, así como los requerimientos para su establecimiento (Begon, y col., 1988).

En este trabajo hemos seleccionado la germinación de las semillas de un grupo de lamiáceas como una de las características que nos permita evaluar si realmente este grupo de especies adaptadas a condiciones de disturbio en diferente grado realmente presentan las características germinativas que se le atribuyen a las especies adaptadas a estas condiciones.

#### **4. La semilla**

La semilla se considera como el producto final de la fecundación del óvulo, generalmente son liberadas por la planta madre después de madurar y esto a su vez representa una forma de dispersión para las plantas. Muchas de ellas llegan a formar parte de poblaciones o bancos de semillas presentes en el suelo.

La semilla representa una etapa en el ciclo de vida de las plantas y constituye un puente entre una generación y otra, es una estructura en reposo portadora y protectora del material genético, que por lo regular está sumamente deshidratada, presenta tejido de reserva cuya función es alimentar al embrión hasta que la fotosíntesis cubra este requerimiento y está rodeada por una cubierta impermeable (Bidwell, 1979).

Los procesos metabólicos están muy reducidos o tienen lugar muy lentamente, en esta etapa la semilla está en una condición de vida interrumpida, debido principalmente a la carencia de agua y de oxígeno, pero pueden germinar inmediatamente o permanecer en latencia hasta que las condiciones ambientales sean favorables. Muchas de ellas empiezan a germinar tan pronto como se humedecen y las condiciones de temperatura y luz son las adecuadas (Bidwell, 1979), sin embargo, algunas presentan cubiertas impermeables al agua y al intercambio de gases y por lo tanto necesitan de condiciones ambientales extremas para germinar.

La semilla tiene un embrión que es la parte de la semilla que dará origen a otra planta, este presenta un eje embrionario con hojas modificadas llamadas cotiledones, estas se dividen principalmente en dos partes: la radícula (raíz), que es la parte donde se une el eje a los cotiledones y la plúmula (tallo y hojas), cubierto con primordios de hojas. Las semillas han desarrollado mecanismos que les permiten

detectar cambios ambientales de temperatura, luz y humedad lo que les ayuda a asegurar con éxito su germinación y satisfacer las necesidades para el posterior establecimiento y crecimiento de las plántulas (Fenner, 1985).

## 5. Germinación

La germinación se presenta durante el primer estadio llamado imbibición en el que hay una rápida absorción de agua que hidrata a la semilla, y termina con el alargamiento del eje embrionario, (la radícula). Se reactiva el metabolismo secretando hormonas que inician el desarrollo, la hidratación de proteínas, cambios celulares estructurales, aumento en la tasa de respiración, síntesis de ácidos nucleicos y de enzimas que inician el alargamiento celular seguido de división celular, activación de ribosomas y síntesis de proteínas (Bewley y Black, 1985, Bidwell, 1979 y Black, 1970). Después de este período, la absorción de agua decrece y la germinación prosigue.

La germinación depende de una serie de factores tanto internos como externos, los cuales interactúan entre sí provocando la ruptura de la latencia en la semilla, y la emergencia de la radícula. Los factores externos o ambientales más importantes que afectan a la germinación son: el agua, la luz, la temperatura, así como ciertos gases y sustancias químicas aunque en menor proporción. Entre los factores internos está la latencia y la viabilidad de las semillas, los cuales están determinados genéticamente pero pueden ser modificados por factores ambientales (Black, 1970; Bewley y Black, 1985).

Durante los estadios iniciales el metabolismo de la germinación puede ser anaerobio y cambiar a aerobio tan pronto como la testa se rompa y el oxígeno se difunda en su interior. Los requerimientos germinativos varían de especie en especie y están determinados por las condiciones ambientales que prevalecieron durante la formación de la semilla, por la posición de las semillas dentro de la planta madre (Mayer y Shain, 1974), por la edad de la semilla (Priestley, 1986) y en algunas ocasiones, por las condiciones de colecta y almacenamiento de las mismas (Roberts, 1973, Hendry y Grime, 1993).

En algunas especies se ha demostrado que semillas de la misma planta madre difieren en su comportamiento germinativo, es decir, que entre diferentes lotes de semillas de la misma especie hay una gran diferencia a las condiciones ambientales para su germinación (Wulff, 1995). Este heteroblastismo puede ayudar a que sólo una porción de las semillas germine bajo condiciones específicas, con lo cual se asegura la sobrevivencia de las especies en una determinada área (Gutterman, 1982).

Todas las semillas maduras tienen la posibilidad de germinar si las condiciones ambientales son las correctas, también existe la posibilidad de mantener el metabolismo en suspensión y se denomina latencia (Bewley y Black, 1985 y Bidwell, 1979).

Este reposo puede mantenerse por largo tiempo, meses o hasta años, tal es el caso de algunas semillas de leguminosas malváceas, y ninfáceas que pueden permanecer latentes hasta por diez años, o como en el caso de los géneros de *Cassia*, *Erythrina*, *Ochroma* y *Nelumbo* en los cuales se registra una latencia de hasta 50 años llegando a superar este tiempo (Harrington, 1972), por otra parte existen especies con cortos períodos de longevidad (semanas o meses).

Es importante señalar que en el caso de las semillas mencionadas anteriormente, la longevidad se ve afectada por el medio en que se encuentran, así como los cambios repentinos de temperatura y humedad, por lo que la longevidad se puede incrementar considerablemente si se almacenan en condiciones favorables para la semilla. Para que estas semillas germinen después de este período solamente requieren de oxígeno e hidratación a una temperatura adecuada, este proceso tiene consecuencias ecológicas ya que ayuda a conservar el germoplasma vegetal, además sirve como fuente de material biológico para la investigación (Vázquez-Yanes, 1987). La edad de la semilla también puede ser un factor que se relacione con la germinación, viabilidad y latencia secundaria en la semilla, esto se ha comprobado con experimentos en semillas enterradas (Orozco-Segovia y Vázquez-Yanes, 1989).

## 6. Latencia

Se puede definir a la latencia como un estado de reducción del desarrollo de la semilla, en el cual se presenta un mecanismo químico, metabólico o estructural que impide su propia germinación, tomando en cuenta que el término quiescencia es sólo el estado de reducción del desarrollo por un inadecuado suministro de agua (Villiers, 1972).

La latencia es un mecanismo que permite la optimización de la germinación así como la dispersión de las semillas de una población o de diferentes poblaciones de semillas en un tiempo y espacio, permitiendo que las semillas individuales germinan sólo cuando tienen probabilidad de establecerse y crecer, su importancia esta dada por un contexto ecológico, la sobrevivencia de las especies vegetales, permitiendo retardar la germinación hasta que el ambiente sea favorable para el establecimiento de las plántulas (Begon y col., 1988; Harper, 1977).

La mayoría de las semillas en plantas silvestres tienen mecanismos de bloqueo de la germinación como resultado de la selección natural. Estos bloqueos pueden ser eliminados bajo condiciones naturales mediante fluctuaciones de temperatura, exposición a bajas temperaturas (estratificación), exposición a la luz, etc., permitiendo así la germinación de las semillas (Begon y col., 1988 ; Harper, 1977; Meyer, y col., 1989)

Tipos de latencia:

Harper (1957), clasifica a la latencia con base en el comportamiento fisiológico en la naturaleza y establece tres tipos de latencia: innata, inducida y obligada, los cuales se describen a continuación:

A. Latencia innata (latencia primaria o endógena):

1) Desarrollo incompleto o inmadurez del embrión. Previene la germinación durante el desarrollo y maduración de la semilla en la planta madre y muchas veces tiempo después de la cosecha. Esta latencia puede ser morfológica o fisiológica, es decir que el embrión no se encuentra totalmente desarrollado, o que tenga un desbalance metabólico (generalmente



hormonal) que le impida germinar, esto en cierta forma lo ayuda a esperar el tiempo suficiente para que las condiciones ambientales sean favorables. Este mecanismo de retardo en la germinación provee a las especies de una considerable ventaja ecológica para su dispersión.

2) Control por disparo bioquímico. Gran parte del desarrollo de las plantas se debe a estímulos generados en el interior de sus órganos o como resultado de la organización que han alcanzado. El desarrollo puede ser afectado o controlado por hormonas que actúan regulando el crecimiento, desarrollo y metabolismo de modos específicos y a muy bajas concentraciones, tal es el caso de las giberelinas que en ciertas fases de la germinación de la semilla, actúan en el rompimiento del letargo induciendo la germinación.

3) Remoción de un inhibidor. Por la presencia de inhibidores en testa o en el endospermo que reprimen el desarrollo inicial del embrión. Muchas veces se puede romper esta latencia en las semillas tan sólo lavándolas con agua corriente de la llave y en la naturaleza por medio de la lluvia o por corrientes de agua, lo que sugiere la presencia de inhibidores solubles.

#### B. Latencia inducida (latencia secundaria)

Es un estado de latencia que se desarrolla después de que la semilla se ha separado de la planta madre debido a que las condiciones ambientales no son favorables para la germinación; en estos casos, la semillas pueden entrar en un estado de latencia secundaria en el que ya no pueden germinar a pesar de continuar vivas. La latencia inducida es resultado de las condiciones externas como la falta de agua, temperatura inapropiada, falta de oxígeno o por inhibidores como altas concentraciones de bióxido de carbono. La latencia secundaria está ligada al control interno por disparo bioquímico endógeno en el que pueden o no estar involucrados factores externos a la semilla.

A estas semillas se les rompe fácilmente esta latencia en el momento de proporcionarles las condiciones que requieren. En algunos casos este tipo de latencia puede romperse por medio de un estímulo hormonal (Karssen 1980; Bewley y Black, 1985), por ejemplo, las semillas de muchas malas hierbas de los campos y huertos que germinan sin un estímulo luminoso cuando se desprenden de la planta madre, pero después de un período de tiempo necesitan exponerse a la

luz para poder germinar. Este tipo de latencia inducida es la responsable de la acumulación de grandes poblaciones de semillas en la tierra.

### C. Latencia impuesta (latencia exógena, ambiental u obligada)

Este tipo de latencia se presenta en semillas que a pesar de estar aptas para germinar, incluso en condiciones adecuadas de humedad y temperatura media, la germinación se encuentra detenida, como es el caso de semillas reguladas por luz ( estímulo luminoso) ó por una modificación en el contenido de oxígeno. Está ligada a un control por disparo bioquímico endógeno pero regulado por factores externos indicadores de condiciones externas propicias. Ejemplo de ello son muchas especies arvenses así como las colonizadoras de claros de la selva tropical.

En este caso el embrión para su germinación requiere de algún estímulo externo como luz o temperatura, por lo regular sincronizado con alguna fase de las estaciones del año, cuando la semilla cae antes de madurar, el reposo impuesto por condiciones ambientales no favorables para la germinación dan tiempo a la semilla para madurar. Estas especies suelen aparecer en brotes bruscos de germinación simultánea. Aunque pueden haber diferentes niveles en la profundidad de la latencia que lleve a la formación de cohortes de semillas polimórficas cuya germinación en la totalidad de la población no sea necesariamente simultánea.

Otros procesos que rompen la latencia cuando la semilla se sujeta a condiciones ambientales extremas pueden ser períodos de frío intenso, calor intenso, o bien por ruptura de testa por métodos mecánicos y químicos. Y dentro de la naturaleza mediante el tracto digestivo de algunos animales. Las principales características de esta latencia debido a la testa se deben a dos factores principalmente: a) a una testa dura por lo cual el embrión no puede romperla impidiendo así la germinación, y b) cuando la testa es impermeable lo que impide la entrada del agua e intercambios gaseosos.

## 7. Luz

El estudio de la luz sobre las semillas, permite conocer el efecto de uno de los factores más importantes del proceso fisiológico en el cual no sólo se ve afectada la semilla viable, sino también el desarrollo de la planta en general, desde la germinación de la semillas hasta la inducción de la floración. Por otra parte, el efecto materno en la formación de la semilla en cuanto a la cantidad y calidad de la luz que recibe la planta madre puede tener efecto en la respuesta germinativa de la semilla cuando ésta madura, del mismo modo que el fotoperiodo influye en la floración también puede influir en la germinación, pudiendo ambas cosas alterar el peso, y la respuesta a la luz en las semillas (Gutterman, 1982; Smith, 1982).

El pigmento fotorreceptor es el fitocromo. Es una proteína soluble en agua, que absorbe principalmente en las longitudes de onda de 600-760 nm, con picos de absorción a los 665 nm (rojo) y 730 nm (rojo lejano); se presenta en forma activa (Pfr) con pico de absorción de 730 nm o en forma inactiva (Pf) con pico de absorción de 665 nm. La principal función del fitocromo se relaciona con el balance de rojo/rojo lejano (R/RL) de la radiación natural. También podría actuar a nivel de activación de ciertos genes que se expresan a través de síntesis de proteínas específicas, o bien el fitocromo puede regular la permeabilidad en las membranas celulares y actuar como una enzima, del tipo de las kinasas, activándose en la forma Pfr (Smith, 1982; Colbert, 1988).

Los tratamientos de luz pueden favorecer una respuesta germinativa. La luz roja promueve la germinación, sin embargo puede ser inhibida al aplicar inmediatamente luz RL. El fitocromo activo preexistente puede agotarse rápidamente después de aplicar luz R y volverse a la forma inactiva Pr, de esta forma se puede explicar que la germinación en la oscuridad esté dada por pequeñas cantidades de Pfr. Ellos sugieren que la latencia puede ser rota mediante el tratamiento con GA<sub>3</sub>, la función de este está ligado a los procesos metabólicos (Hou y Simpson, 1993).

Como se mencionó en párrafos anteriores la latencia en las semillas se puede terminar por una radiación que contenga una proporción rojo/rojo lejano (R/RL) relativamente elevada como la que se encuentra en la luz directa, pero cuando ésta se filtra a través de un estrato vegetal sufre una

modificación en su composición espectral que reduce la proporción R/RL, la cual inhibe la germinación. Esta inhibición en la naturaleza, también sirve para mantener a las semillas sensibles en estado de latencia cuando caen al suelo bajo dosel, disparando la germinación cuando se abre un claro o se mueren las plantas de dicho dosel.

### El fotoblastismo

El fotoblastismo es un proceso que desencadena la germinación como respuesta a las condiciones lumínicas, requiere de un pigmento fotorreceptor, el fitocromo, con una función sensitiva y que a la vez actúe como un iniciador o inhibidor de los procesos fisiológicos que disparan la respuesta germinativa (Smith, 1982). De acuerdo con la respuestas a la luz, las semillas se dividen en:

- a. fotoblásticas positivas, cuya característica es la nula germinación en ausencia de luz, principalmente plantas heliófilas.
- b. fotoblásticas negativas, cuando la luz inhibe la germinación.
- c. especies indiferentes a la luz, que son principalmente árboles de bosques y plantas de sombra . Tanto en las semillas fotoblásticas positivas como en las fotoblásticas negativas, la luz roja estimula la germinación, mientras que el rojo lejano inhibe la germinación (Orozco-Segovia y Vázquez-Yanes 1992).

El fotoblastismo no parece tener siempre el mismo significado para todas las especies, mientras en unas depende de la sensibilidad a la luz para germinar o no, en otras su principal función radica en imponer la latencia cuando las condiciones lumínicas no son las adecuadas para el establecimiento de la plántula ya sea por una reducción de la relación R/RL, o por otras causas como el hecho de estar enterradas, o un gran dosel (Fenner, 1985; Orozco-Segovia, 1989).

Factores que interactúan con el fotoblastismo

Las hormonas vegetales reguladoras del crecimiento como el ácido giberélico, que en combinación con la luz roja, puede aumentar la sensibilidad al rojo. Esta hormona estimula la germinación de manera considerable en ausencia de luz, también puede actuar de manera contraria supliendo el efecto de la luz en especies fotoblásticas negativas (Lewak y Khan, 1977). Esto sugiere que el fitocromo además de promover la síntesis de giberelina, podría también tener un efecto sobre la permeabilidad de las membranas, facilitando la movilización de la giberelina. Esta idea podría explicar la relación luz-temperatura (Begon, y col. 1988).

La humedad es otro factor que afecta al fotoblastismo de manera importante ya que durante la imbibición se desarrolla la sensibilidad a la luz (Pons, 1984). Se ha observado que cuando las semillas están deshidratadas, el fitocromo se transforma de Pfr a Pr, pudiendo quedar almacenado en esta forma por meses en presencia de luz R, pero que la presencia de luz RL puede transformar al fitocromo en Pr, y revertir el efecto con luz R. También durante la rehidratación parte del fitocromo almacenado en forma Pr pasa a Pfr (Pons, 1984).

El fotoblastismo también se ve afectado por la temperatura, ya que al estratificar las semillas hay una liberación del fitocromo inhibido por la baja relación entre R/RL (Pons, 1984), y muchas veces sustituye total o parcialmente este requerimiento de luz, permitiendo proponer que la temperatura se relaciona con el fitocromo en el proceso de la germinación, con las formas intermedias de Pr y Pfr, en la formación de productos que actúan sobre los mecanismos de germinación, así como en la absorción de agua en bajas temperaturas.

El fotoblastismo se relaciona con las semillas enterradas como un mecanismo que permite detectar con precisión las condiciones ambientales existentes para germinar o incorporarse al banco de semillas, por lo tanto si el suelo es removido, las semillas son expuestas a la luz y pueden germinar. Sin embargo, esto también las expone a la deshidratación, lo cual, puede afectar su latencia y viabilidad (Orozco-Segovia, 1989 ; Pons, 1986).

## 8. Temperatura

Resulta complicado interpretar el efecto real de la temperatura para la germinación de las semillas en general, debido a que produce diferentes respuestas dependiendo de la especie, sin embargo se sabe que la temperatura está muy relacionada con los procesos metabólicos fundamentales ya que cualquier cambio en ésta por debajo o por encima de la requerida, se expresa en la capacidad o en la velocidad germinativa, presentándose inhibición en el proceso de germinación. Esto se ha observado en poblaciones en las que en algún momento la temperatura modula la germinación de semillas no latentes. Este cambio térmico llega a romper o inducir latencia y de este modo se pueden establecer patrones estacionales en la latencia (Roberts, 1988).

Thompson y col. (1977) sugieren que las fluctuaciones de temperatura pueden disparar o acelerar la germinación en ciertas especies. Las bajas temperaturas involucradas en la fluctuación pueden constituir un tratamiento inicial para la germinación de muchas especies pero muchas veces las altas temperaturas pueden ser inhibitorias en el momento de la germinación.

El período de baja temperatura parece ser necesario para el rompimiento del ácido abscísico (ABA) presente en las semillas, el cual según algunos autores mantiene el letargo de las semillas, hasta que las condiciones sean favorables, es decir, hasta que la temperatura sea la requerida y entonces se habla de una disminución del ABA y un aumento de giberelinas, esto es un doble mecanismo de salvaguarda que previene la germinación prematura. Por otra parte el retraso en la germinación de algunas semillas puede significar que los individuos escapan a factores letales del ambiente (Begon, y col. 1988).

Ellis y Roberts (1980) proponen que existe una fuerte relación entre temperatura, humedad y porcentaje de viabilidad con respecto a las condiciones de almacenamiento, pudiendo predecir el porcentaje de viabilidad de algunas semillas después de algún período de almacenamiento de manera general para algunas especies demostrando que no existe una discontinuidad en las relaciones entre la longevidad de las semillas la temperatura y la humedad de las mismas durante el almacenamiento.

Por todo lo anteriormente expuesto se puede decir que existe una interacción entre la temperatura, luz y humedad que se relaciona con la viabilidad en la semilla, ya sea manteniendo la latencia o causando el deterioro de la semilla.

## 9. Las giberelinas

Como se explicó anteriormente el uso de hormonas produce diferentes efectos, por eso es importante conocer las concentraciones que requieren las semillas para germinar, tal es el caso de las giberelinas y del ácido abscísico (ABA). En presencia de las giberelinas y ausencia del ABA se presenta la germinación y en una situación inversa la semilla entra en un estado de latencia (Girard, 1990).

Las giberelinas actúan sobre el RNA activando un operón, también induce la síntesis de amilasa en las semillas en germinación, permitiendo que el almidón pase a glucosa para ser respirado y liberar la energía necesaria para el desarrollo del embrión. Esta inducción se efectúa activando un precursor inactivo del RNA mensajero, su acción estimulante de crecimiento se manifiesta en un rango amplio de concentraciones, lo cual parece indicar que el número de receptores es muy grande o bien que hay una continua síntesis de ellos. Actualmente existe evidencia para postular la acción de las fitohormonas:

- a. No actúan directamente a nivel del organismo sino de la célula.
- b. La acción básica de las hormonas ocurre sobre los ácidos nucleicos a nivel de la transcripción del mensaje DNA---RNA o de su traducción RNA aminoácidos (Bidwel, 1979; Garcidueñas y Ramírez, 1993 ; Salisbury y Ross, 1991).

El ácido giberélico (GA) es quizá la única hormona que interactúa con el fitocromo, el receptor que dice a las plantas las horas de luz diarias que recibe y que hace que las plantas se ajusten a su fotoperíodo para florecer. Al parecer el fitocromo controla la conversión de GA20 a GA1. Los efectos

citológicos que determinan efectos orgánicos regulados por las giberelinas son, principalmente: inducción de la germinación y estimulación del alargamiento del tallo floral (Salisbury y Ross, 1991).

En las plantas superiores hay muchas giberelinas que en general causan efectos similares pero no en todos los casos, por lo que en la experimentación científica se usan GA conocidas y puras. Para aplicación agrícola hay productos comerciales de GA4 y GA7 así como mezclas de diferentes giberelinas GAx en forma de giberelato de potasio (Garcidueñas y Ramírez, 1993).

#### **IV. ÁREA DE ESTUDIO**

El área de colecta de las especies en estudio, se localiza al sur del Valle de México principalmente entre el Ajusco Medio y Ciudad Universitaria, caracterizadas como zonas perturbadas con suelos someros. El cerro del Ajusco se encuentra ubicado al sur de la ciudad de México, Delegación Tlalpan, Forma parte de la Sierra del Ajusco, también llamada Sierra de Chichinautzin, que constituye el límite sur de la cuenca de México. El Ajusco ocupa una franja altitudinal que va de los 2800 m hasta los 3929 m de altitud (del pico del Aguila), sobre el nivel del mar, sobresale notablemente por su altura y sus pendientes pronunciadas (Benítez, 1986).

Hace alrededor de 50 millones de años (período Plioceno y Pleistoceno), empezaron a surgir volcanes que formaron el Ajusco. Con la formación de la Sierra del Ajusco se obstruyó la comunicación de la cuenca del Valle de México con la del río Balsas teniendo consecuencias muy importantes para la vegetación del Valle de México. Sus suelos se originan a partir de cenizas volcánicas aunque también existen de yesita, la profundidad del suelo es muy variable encontrando someros, profundos y ricos en materia orgánica. En las laderas de los cerros los suelos son someros y la roca madre puede aflorar (Benítez, 1986).

El Valle de México presenta clima templado y sin estación fría pronunciada propia de las planicies altas de regiones tropicales y subtropicales. La temperatura máxima del año corresponde al mes de mayo y la mínima a enero. La variación diurna de la temperatura alcanza valores elevados,



particularmente en los más fríos. La distribución de la precipitación es desigual dividiéndose el año en una temporada lluviosa (de junio a octubre) y otra seca (de noviembre a mayo). Cada 4 a 6 años hay un máximo de precipitación, los vientos dominantes son del NNW, aunque los más fuertes provienen del NE. La presión atmosférica es baja como consecuencia de la altitud. La humedad absoluta del aire es baja y la humedad relativa presenta variaciones diurnas que dependen de las temperaturas. La temperatura media es de 14.9° ; la temperatura máxima extrema de 33° ; la temperatura mínima extrema de -7.7 ; la oscilación diurna media de la temperatura de 19.6° ; y la precipitación total de 733 mm (Rzedowski, 1954). (Estación Villa Obregón 2300 msnm.).

## V. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

Las especies en estudio, pertenecen a la clase de las dicotiledóneas (Asteridae), al orden de las Tubiflorae (tubifloras) y a la familia Lamiaceae.

Las lamiáceas son hierbas anuales o perennes, arbustivas o rara vez arbóreas, con el tallo frecuentemente cuadrangular. Hojas opuestas o verticiladas simples o rara vez compuestas. Flores cigomorfas, hermafroditas, agrupadas en inflorescencias cimosas en las axilas de las brácteas, con verticilastros.

Las salvias son plantas herbáceas, arbustos o subarbustos, a menudo aromáticos; hojas opuestas o a veces verticiladas; flores por lo general dispuestas en verticilos formando espigas (Rzedowski y Rzedowski, 1985).

***Marrubium vulgare*** L. (Marrubio ó manrubio). Planta herbácea perenne; tallo blanco-lanoso, con pelos simples y estrellados, erectos o ascendentes, hasta de un metro de alto, hojas con peciolos lanosos, de 0.5 a 3.5 cm de largo, subsésiles de la parte superior, limbo anchamente ovado u orbicular, de 1.5 a 5 cm de largo por 1 a 5 cm de ancho, ápice obtuso o redondeado, borde crenado, pubescencia lanosa, principalmente en el envés; inflorescencia en densos verticilastros axilares, subglobosos, de más o menos 1.5 cm de diámetro, con muchas flores, bractéolas más cortas que el cáliz,

con el ápice recurvado; cáliz tubular, 10-dentado, de 3 a 7 mm de largo, dientes terminados en espinas ganchudas; corola blanca, de 5 a 6 mm de largo, mericarpios ovoides, pardos, de más o menos 2.5 mm de largo, finamente granulados (Rzedowski y Rzedowski, 1985).

Marrubium es un género originario de Europa, norte de África y Asia que consta de 45 especies, en el Valle de México sólo existe una especie (*Marrubium vulgare*) introducida de Europa (Rzedowski y Rzedowski, 1985), la cual se ha establecido en nuestro país con mucho éxito, encontrándose en casi todas partes especialmente en la mesa central del país, florece a partir del mes de julio prolongándose hasta el mes de noviembre. Presenta un olor algo balsámico y sabor amargo, posiblemente como consecuencia de su composición química; aceite esencial volátil extractivo amargo, resina, tanino, ácido gélico, principio amargo (marrubina). Se ha usado como planta medicinal con mucho éxito en Europa especialmente en España y México. utilizándose sólo las ramas superiores (Font Quer, 1962 ; Martínez, 1959, Sánchez 1969) .

*Salvia lavanduloides* Benth. Planta herbácea perenne de 50cm a un metro de alto; tallo con pubescencia aplicada de pelos retrorsos; peciolos de 2 a 4 mm de largo, pilosos, perenne, láminas foliares angostamente elípticas, de 3 a 9 cm de largo, de 0.6 a 1.5 cm de ancho, agudas en el ápice, obtusas a cuneadas en la base, por lo general pubescentes, pálidas y rugosas en el envés; ovadas, pequeñas, inconspicuas, agudas, deciduas, pedicelos de más o menos 2 mm de largo pubescentes; cáliz de 4 a 7 mm de largo, de más o menos 2 mm de ancho, hirtulo, lóbulos agudos; corola azul, de más o menos 1 cm (tubo de más o menos 4 mm) de largo, labio superior de más o menos 2 mm de largo, lanoso, el inferior de más o menos 4 mm de largo y de más o menos 5 mm de ancho; de más o menos 1 mm de largo, conectivos muy cortos, estilo de más o menos 1.1 cm de largo, barbado. Se localiza desde Villa Nicolás Romero a Tlalpan y Milpa Alta (Rzedowski y Rzedowski, 1985).

*Salvia mexicana* L. Planta herbácea perenne o arbustiva, de 50 cm a 3 m de alto; tallo por lo general aplicado-blanco tomentoso láminas foliares ovadas, de 6 a 18 cm de largo, de 2.5 a 12 cm de ancho, agudas o amenudo acuminadas en el ápice, cuneadas, a veces anchamente, y a menudo oblicuas en la base, densamente blanco-tomentosas en la juventud, casi glabrescentes con la edad; brácteas ovadas, de 0.6 a 1.2 cm de largo, de 3 a 5 mm de ancho, acuminadas, pubescentes en el dorso, ciliadas

en el margen, deciduas, pedicelos de 0.3 a 1.2 cm de largo, primero erectos, después patentes, tomentosos; cáliz de 0.8 a 1.7 cm de largo, de 3 a 8 mm de ancho, pubescente a lo largo de las nervaduras, rara vez glabrescentes, sus lóbulos cuspidados; corola azul, de 2.4 a 4.3 cm de largo, 5 mm de ancho, pilosa en forma general, su labio superior de 1.3 a 1.4 cm de largo, el inferior de 1.2 cm de largo; estilo de 3.6 a 5 cm de largo, barbado. Se localiza en el Valle de México con dos variedades, probablemente se trabajó con *S. mexicana* var. minor que presenta un cáliz de 9 a 14 mm de largo; tubo de la corola de 11 a 18 mm de largo, labio superior de la corola de 4.5 a 10 mm, localizándose en alturas de 2250-3000 m. Tlalpan, Contreras, Obregón, Milpa Alta, Xochimilco, etcétera (Rzedowski y Rzedowski, 1985). Florece a partir del mes de julio hasta septiembre prolongándose en ocasiones hasta octubre (Sánchez, 1969).

**Tabla 1. Especies estudiadas y sus usos**

Nombre científico	Nombre vulgar	Usos
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Marrubio Manrubio	Catarro; fiebre contra la bilis; antiespasmodico; astringente; diurético.
<i>Salvia lavanduloides</i> Benth.	Bacal nichz Chabacal Cantueso	Bronquitis; tos seca; torzón; evita la caída del cabello (sin comprobar).
<i>Salvia mexicana</i> L.	"Marrubio"	Bilis; cólicos; diarrea. (Aguirre, 1994).

## VI. MÉTODO

### A. Colecta y limpieza del material

Durante febrero de 1993 y 1994 se colectaron espigas secas con abundantes semillas, en la zona de la Reserva Lomas del Seminario en el cerro del Ajusco. En el laboratorio se usaron cernidores ( 0.42, 0.71, 1.0, 1.4 y 1.6 mm.), para separar las semillas de las plantas colectadas, las cuales fueron almacenadas en frascos de vidrio transparente (250 ml.).

### B. Pruebas de germinación

#### Tratamientos térmicos

Las semillas se sembraron en cajas de petri con agar bacteriológico al 1 % en un litro de agua. Se guardaron en bolsas de plástico (15X 21) para evitar la desecación y se colocaron en cámaras de germinación Lab-line 455 Instrument, Inc.(Melrose Park Illinois), provistas de lámparas fluorescentes de luz fría de 20 W (Sylvania, USA) con fotoperíodos de luz-obscuridad de 12 hrs. Las cámaras fueron programadas para proporcionar los siguientes tratamientos térmicos:

- 1) temperatura constante de  $25^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ .
- 2) temperatura alternante de  $15\text{-}30\pm 1^{\circ}\text{C}$  con un termoperíodo de 12 h.
- 3) estratificación, que consistió en poner a las semillas durante 7 días a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  en un refrigerador comercial American Refrigeration modelo RC 600 (Hecho en México) y posteriormente en la cámara programada a temperatura constante de  $25^{\circ}\text{C}$ .

A los tratamientos térmicos descritos anteriormente, se les aplicaron dos condiciones de luz: luz blanca (LB) y obscuridad (O).

### Tratamientos con luz

Las semillas sembradas en cajas de petri con agar fueron guardadas en las cámaras ambientales con lámparas fluorescentes de luz fría y fotoperiodos de luz-obscuridad de 12 hrs.

### Tratamiento en obscuridad

Para este tratamiento las semillas fueron sembradas en un cuarto iluminado con luz verde de seguridad (cuarto oscuro), dentro de éste las cajas de petri fueron cubiertas con papel aluminio antes de ser colocadas en las cámaras de ambiente controlado.

Las semillas se consideraron como germinadas cuando emergió la radícula. La germinación se contó cada tercer día y la germinación final se evaluó después de 30 días.

### Tratamientos con Ácido Giberélico

Este tratamiento sólo fue aplicado para comprobar si se presentaba algún tipo de latencia tanto en las semillas recién colectadas como en aquellas que presentaron algún problema posterior en la germinación durante el almacenamiento.

El ácido giberélico (AG) (C 19-H 22-O 6), se disolvió en el agar en concentraciones de 250, 500 y 1000 ppm., las semillas con bajo porcentaje de germinación fueron sembradas en este agar y tratadas como ya se mencionó anteriormente.

### Determinación de los cambios en los requerimientos germinativos en semillas enterradas en el Ajusco

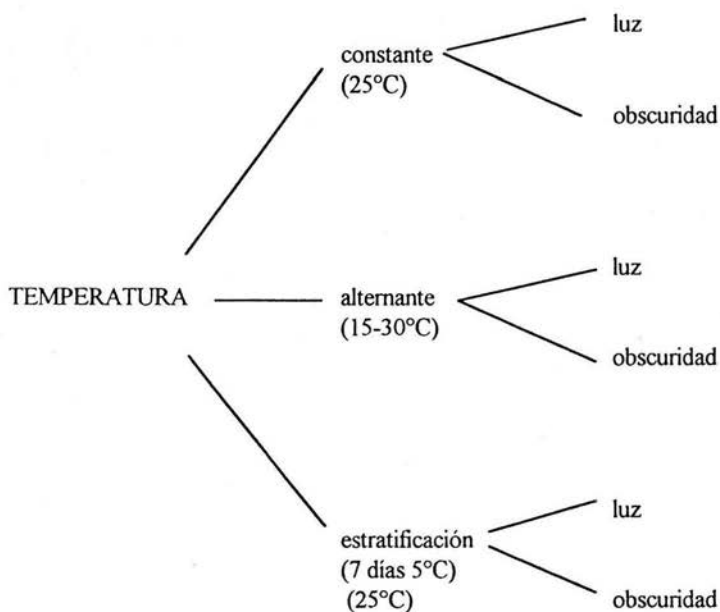
Las semillas se separaron en dos lotes uno de los cuales se almacena en el laboratorio como testigo, y el otro fue introducido en mallas de tela nylon y se enterró en tres sitios del Ajusco medio, en ambientes similares debajo de árboles, en suelos con diferentes cantidades de hojarasca.

Periódicamente, durante un año, de cada sitio se desenterró una bolsa, procurando que no se expusieran a la luz, para lo cual fueron envueltas en dos capas de papel aluminio, y trasladadas al laboratorio de Ecofisiología del Instituto de Ecología de la UNAM, en donde se limpiaron mediante cernidores dentro del cuarto con luz verde de seguridad, permitiendo que perdieran el exceso de humedad. Posteriormente se les aplicaron las pruebas de germinación que se indican en el inciso anterior.

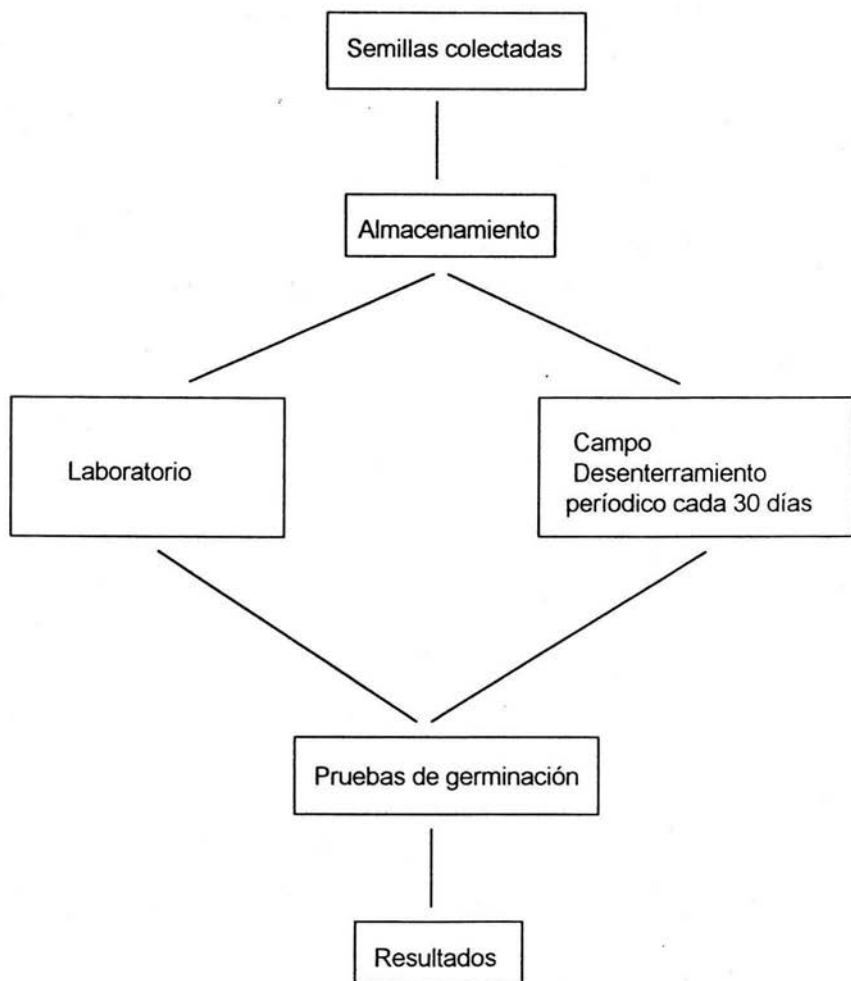
Síntesis del diseño experimental:

Cada muestra fue tratada de la siguiente manera: tres tratamientos de temperatura por dos condiciones de luz, con tres repeticiones para cada uno.

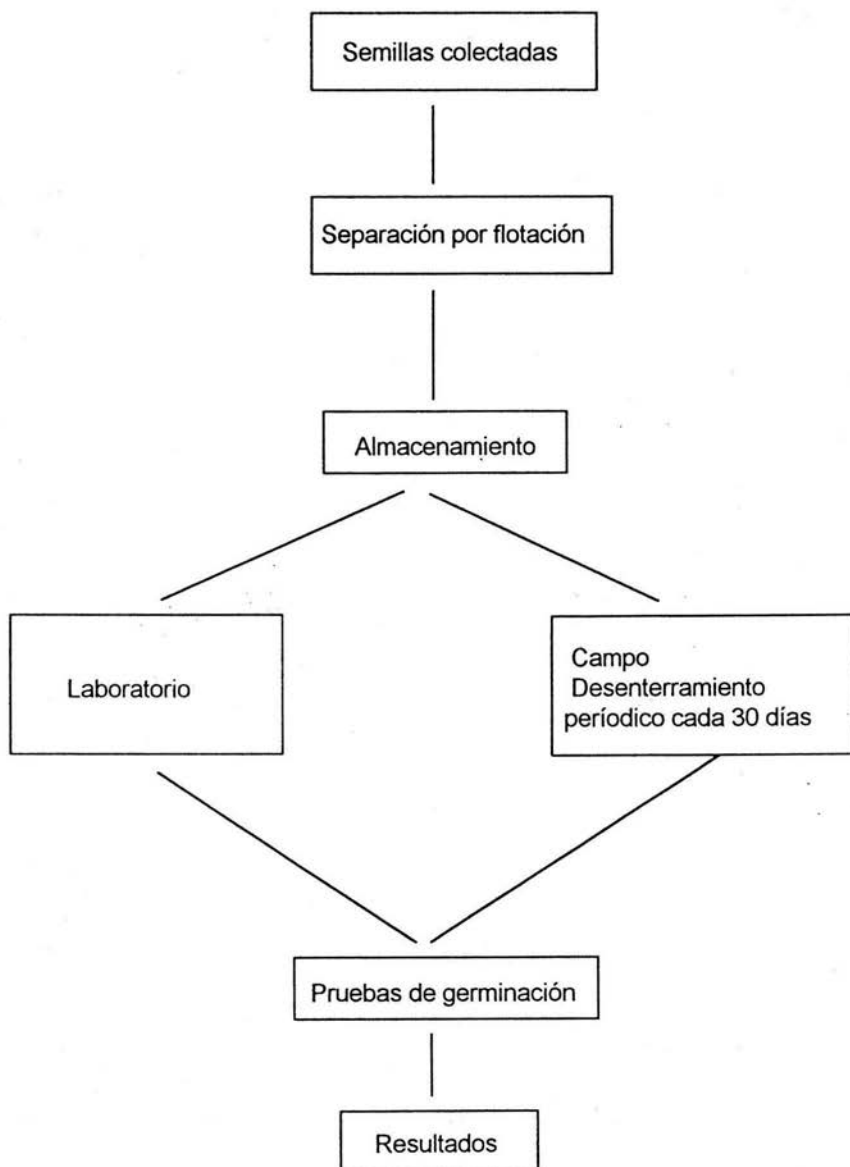
#### Método para las pruebas de germinación



## Método empleado para las semillas de 1993



## Método empleado para las semillas de 1994





La separación de las semillas por la prueba de flotación se realizó en todas las especies recién colectadas. Las dos fracciones resultantes se sometieron a pruebas de germinación.

Para el almacenamiento tanto en el laboratorio como en el campo de las semillas que no flotan sólo en dos de las especies, *M. vulgare* y *S. lavanduloides* se pudieron almacenar separadas ya que las semillas de *S. mexicana* al momento de humedecerse formaban mucilago, el cual dificultaba su manipulación.

A las semillas sin separar se les aplicaron las pruebas de germinación a diferentes tiempos después de la colecta, para establecer si la separación de las semillas fue el adecuado.

### **Análisis de los resultados**

Los datos obtenidos se analizaron con una prueba estadística de ANOVA en el programa Statgraphics (versión 5.0) con el análisis de varianza multifactorial, con un nivel de confianza del 95% y el rango de prueba LSD para comprobar si existen ( $P= 0.5$ ) o no diferencias significativas (0.00) en el número de semillas germinadas para cada réplica de los diferentes tratamientos aplicados (luz y temperatura).

## VII. RESULTADOS

### SEMILLAS DE 1993

#### *Marrubium vulgare*

##### Semillas almacenadas en el laboratorio

Las semillas recién colectadas de *Marrubium vulgare* no germinaron en ningún tratamiento (Fig. 1). En la temperatura constante rompieron su latencia a los 7 meses de colecta (63.3% de germinación), sin embargo la germinación sólo se presentó en luz blanca (Fig. 1a); en la oscuridad, la germinación fue prácticamente nula (Fig. 1b). Posteriormente, a los nueve meses hubo una reducción de la germinación (30% de germinación), la cual se conservó hasta los 15 meses, posteriormente se incrementó la germinación; sin embargo aún es inferior (48.3%) a la germinación alcanzada en semillas con siete meses de almacenamiento. El patrón de germinación en la oscuridad fue similar al seguido en la luz blanca, sin embargo los porcentajes de germinación fueron sumamente bajos, no llegaron al 15%.

Con temperaturas alternantes (Fig. 1c) y en presencia de luz blanca las semillas de esta especie empezaron a romper la latencia a los 9 meses de almacenamiento (21.6%), y la germinación se incrementó gradualmente con el tiempo de almacenamiento, alcanzando el máximo porcentaje de germinación a los 15 meses (51.6%), cuando alcanzó un porcentaje de germinación ligeramente mayor al de las semillas de 7 meses de edad en temperatura constante.

Las semillas testigo en la oscuridad (Fig. 1d) presentaron un patrón de germinación similar al obtenido en luz blanca, sin embargo la germinación es mínima y durante el mes de mayo (un año después de la colecta), cuando las semillas expuestas a la luz alcanzaron el 51.66% de germinación, las semillas en la oscuridad sólo alcanzaron el 35%.

En el tratamiento de estratificación con luz (Fig. 1e), las semillas almacenadas rompieron la latencia a los 11 meses (46.6%). La germinación de las semillas en cuanto a la pérdida del requerimiento

de luz, es favorecida por este tratamiento, probablemente porque cambió el balance hormonal. Las semillas en obscuridad (Fig. 1f), presentaron mayor germinación (40 %) al año de enterramiento, en comparación con los otros tratamientos de temperatura.

Los resultados estadísticos denotan que las muestras tratadas con luz, presentan diferencias significativas entre el tiempo ( $F= 8.749$ ;  $GL= 7$ ;  $P= .0001$ ) y la temperatura ( $F= 5.037$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .0094$ ). Las muestras en ausencia de luz no presentaron diferencias significativas a los tratamientos de temperatura ( $F= 1.326$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .2729$ ) pero si diferencias significativas en el tiempo ( $F= 16.813$ ;  $GL= 7$ ;  $P= .0001$ ).

### Semillas enterradas

En temperaturas constantes y en presencia de luz (Fig. 1a), las semillas enterradas de *M. vulgare* empezaron a perder la latencia antes que las semillas almacenadas en el laboratorio. A los 5 meses, las semillas de uno de los sitios de enterramiento alcanzaron el 40% de germinación, mientras que en el laboratorio aún no se rompía la latencia. Las semillas de los tres sitios de enterramiento incrementaron gradualmente su germinación, para alcanzar la máxima germinación (65%) 15 meses después de la colecta.

En este patrón ascendente hubieron fluctuaciones en la germinación, sin embargo no se presentan diferencias significativas entre los lotes enterrados, pero si con los testigos. Este patrón de germinación es totalmente diferente al observado en las semillas almacenadas en el laboratorio, donde hubo un claro establecimiento de latencia secundaria. En estas condiciones de temperatura constante en la obscuridad (Fig. 1b), la germinación de este lote de semillas fue prácticamente nula, aún después de un año de enterramiento, al igual que en las semillas almacenadas en el laboratorio, (sólo el sitio II difiere significativamente de los otros dos pero no se presentó diferencia significativa con el testigo).

En alternancia de temperaturas, a la luz (Fig. 1c), el patrón de germinación fue ascendente, similar al de temperaturas constantes alcanzando la máxima germinación a los 15 meses de la colecta. En temperaturas alternantes la germinación entre sitios fue prácticamente igual (no hubo diferencias

significativas). La germinación en la oscuridad (Fig. 1d), al igual que en temperaturas constantes fue prácticamente nula.

En estratificación (Fig. 1e) el patrón de germinación, a partir de los cinco meses de colecta, se mantuvo similar hasta el año de la colecta, después de la cual la germinación se redujo prácticamente a cero, cuando en las otras temperaturas la germinación era alta, lo que denota que existen diferencias significativa entre esta temperatura y las otras dos. Para este tratamiento en la oscuridad (Fig. 1f), se observó que hasta los trece meses la germinación de las semillas en los tres sitio fue alta sin diferencias significativas con la germinación obtenida a la luz al año de enterramiento. En los meses intermedios la germinación en la oscuridad fue baja.

Los resultados estadísticos denotan que las muestras tratadas con luz, presentan diferencias significativas entre el tiempo ( $F= 19.507$ ;  $GL= 7$ ;  $P= .0001$ ) y la temperatura ( $F= 18.341$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .0001$ ), pero no hay diferencia significativa entre los sitios ( $F= .048$ ;  $GL=2$ ;  $P=.9530$ ). Las muestras en ausencia de luz presentan diferencias significativas a los tratamientos de temperatura ( $F= 15.732$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .0001$ ), en el tiempo ( $F= 7.661$ ;  $GL= 7$ ;  $P= .0001$ ) y en los sitios ( $F= 3.336$ ;  $GL=2$ ;  $P=.0858$ ).

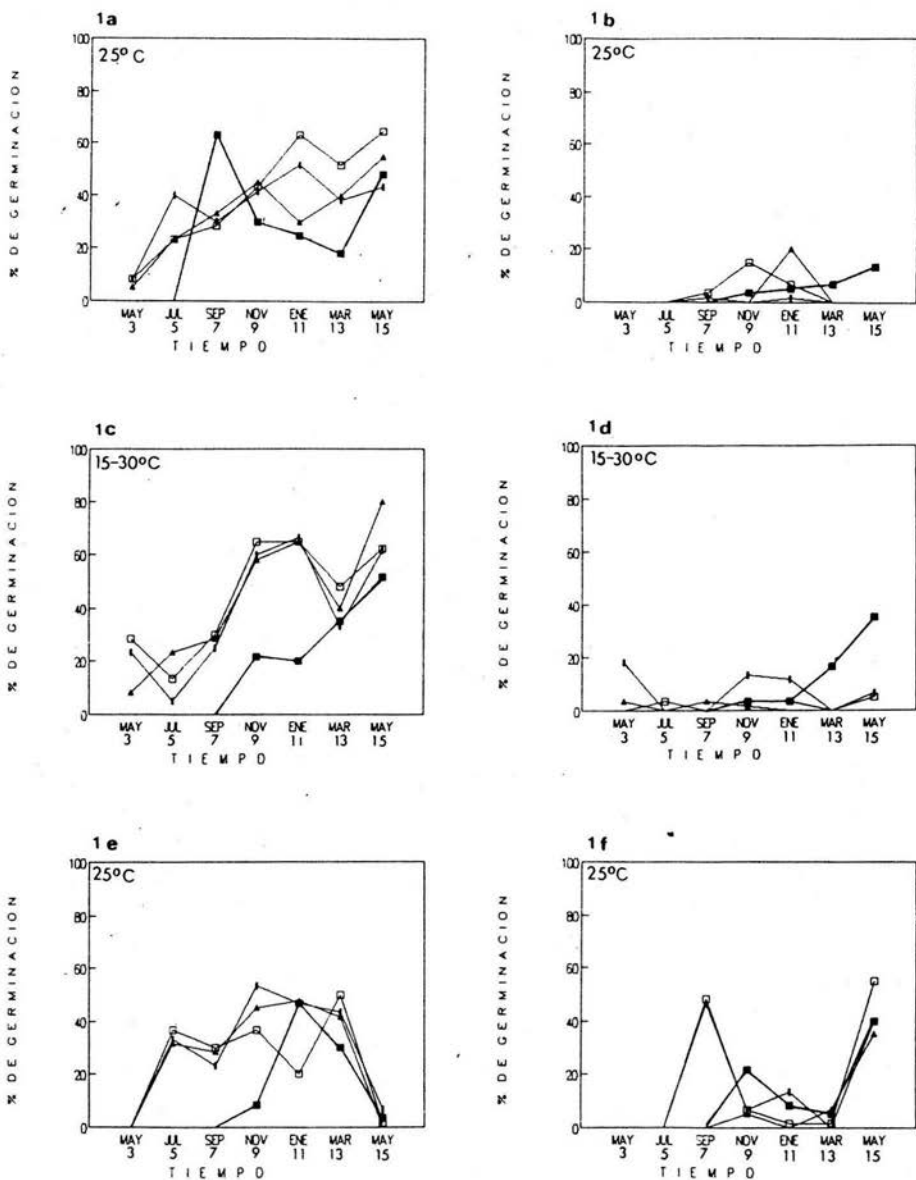


Fig. 1. Germinación a lo largo de un año de semillas enterradas de *Marrubium vulgare* cosecha 1993. La temperatura de germinación se indica en el extremo superior izquierdo. Las semillas en e y f se estratificaron previamente a 5 °C. Expuestas a la luz (a,c,e). En la oscuridad (b,d,f). Sitio 1 (□), sitio 2 (▲), sitio 3 (△). Semillas almacenadas en el laboratorio (■).

## *Salvia lavanduloides*

### Semillas almacenadas en el laboratorio

Los resultados a temperatura constante y alternante en semillas expuestas a la luz, mostraron a los tres meses de la colecta una alta germinación (81.66%), (Fig. 2). Sin embargo, a los 5 meses las semillas caen en latencia secundaria, con un 0% de germinación (Fig 2a y 2c). A partir de los 9 meses hubo un incremento gradual en la germinación (más claro a temperatura alternante), hasta que alcanzaron la máxima germinación a los 15 meses de almacenamiento, siendo más alta la germinación a temperatura constante (88.3 %).

Con estratificación (Fig. 2e) se observaron fluctuaciones en la respuesta germinativa a lo largo del período de almacenamiento, siendo alta a los 9 y a los 15 meses (62% y 100%, respectivamente). Las pruebas estadísticas demostraron que no existen diferencias significativas en las temperaturas ( $F= .591$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.5581$ ), pero si denotan diferencias significativas en el tiempo ( $F= 162.642$ ;  $GL= 6$ ;  $P=.0001$ ).

En cuanto al requerimiento de luz (obscuridad Fig. 2b y 2d), para temperatura constante y alternante se empieza a perder a los 13 meses de colectada sin diferencias significativas entre los tratamientos de temperatura, 68.33% y 66.66% . La germinación en la oscuridad (Fig. 2f), para el tratamiento de estratificación es nula en los primeros 13 meses, y alta hasta los 15 meses (68.35%). Para este tratamiento existen diferencias significativas entre la temperatura ( $F= 7.043$ ;  $GL=2$ ;  $P= .0023$ ) y el tiempo ( $F= 301.390$ ;  $GL=6$ ;  $S=.0001$ ).

### Semillas enterradas

A temperaturas constantes y en presencia de luz (Fig. 2a), la germinación en las semillas enterradas en los sitios 2 y 3 fue alta desde el primer mes de enterramiento. En el sitio I la germinación siguió un patrón distinto, y posterior al primer mes de enterramiento es significativamente más alta que en los otros dos sitios, después hay una reducción de la germinación, la cual alcanza su menor valor a los siete

meses de enterramiento, después de esto se incrementó, igualándose a la germinación de los otros sitios en el onceavo mes de enterramiento.

A diferencia de la temperatura constante, en la temperatura alternante (Fig. 2c), todos los sitios se comportan en forma similar, la germinación es alta desde el primer mes de enterramiento.

Con la estratificación (Fig. 2e), existió diferencia entre sitios, hubo periodos de alta y baja germinación, que no coinciden entre sitios a lo largo del año. Ni siquiera el patrón del sitio uno es similar al que se presenta en temperatura constante, ya que la germinación se presentó a partir del quinto mes, y se reduce en el séptimo mes, para volver a incrementarse posteriormente.

El análisis estadístico denotó diferencias significativas entre las temperaturas ( $F= 22.589$ ;  $GL= 6$ ;  $P= .0001$ ), los sitios ( $F= 7.657$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .0006$ ) y el tiempo ( $F= 3.514$ ;  $GL= 6$ ;  $P= .0026$ ).

En la oscuridad en las tres temperaturas (Fig. 2b, 2d y 2f), la germinación fue prácticamente nula a lo largo del año, existiendo diferencias entre el tratamiento de estratificación y las temperaturas constante y alternante ( $F= 7.039$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .0011$ ). Con excepción de la germinación después del tercer mes de enterramiento, cuando en el sitio I hubo germinación en los tres tratamientos de temperatura, siendo más alta en temperatura constante (58%) y menor con estratificación (13.3%), los sitios I y II no tuvieron diferencias significativas entre ellos, pero sí con el sitio III ( $F= 13.397$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .0001$ ), además existen diferencias significativas en la germinación en el tiempo ( $F= 7.417$ ;  $GL= 6$ ;  $P= .0001$ ).

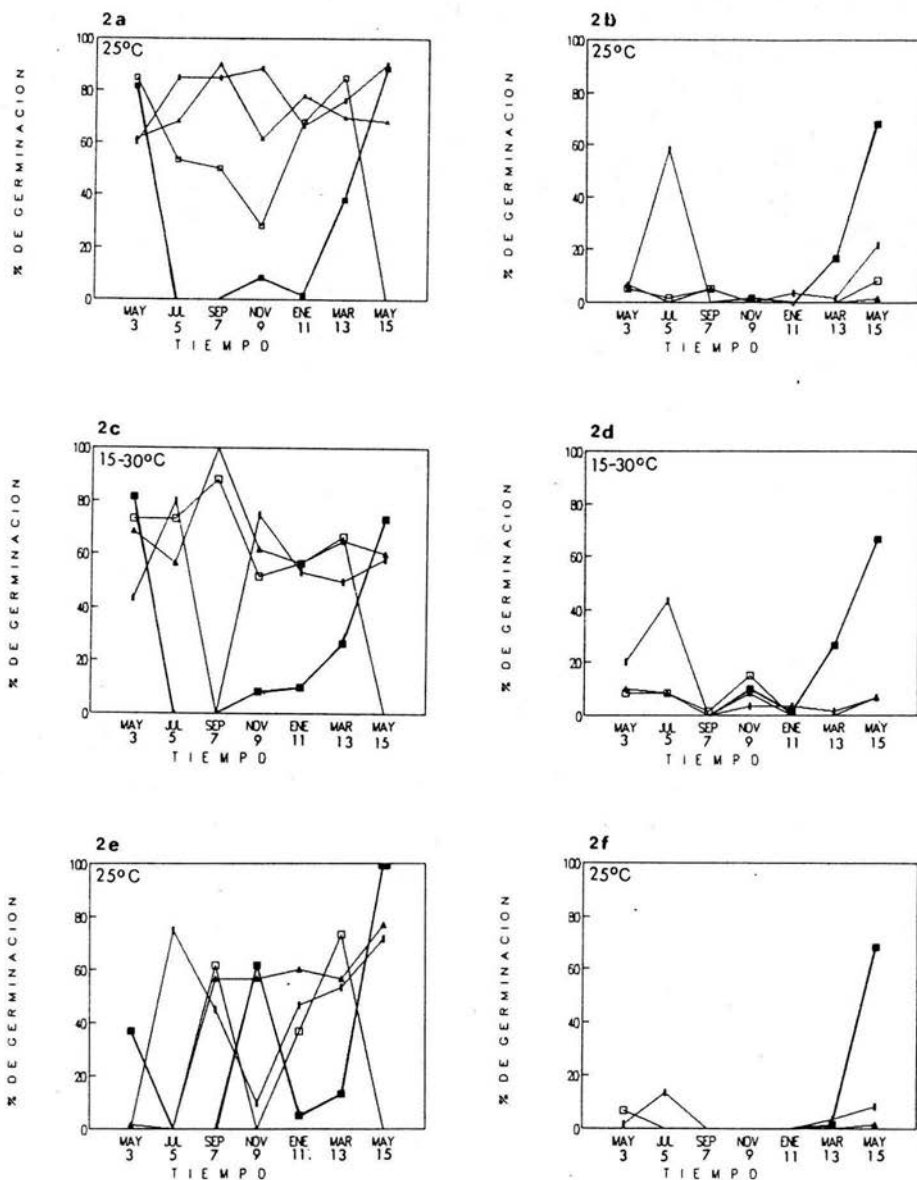


Fig. 2. Germinación a lo largo de un año de semillas enterradas de *Salvia lavanduloides* cosecha 1993. La temperatura de germinación se indica en el extremo superior izquierdo. Las semillas en e y f se estratificaron previamente a 5°C. Expuestas a la luz (a,c,e). En la oscuridad (b,d,f). Sitio 1 (□), sitio 2 (▲), sitio 3 (●). Semillas almacenadas en el laboratorio (■).



## *Salvia mexicana*

### Semillas almacenadas en el laboratorio

En general el comportamiento de esta especie en los diferentes tratamientos de temperatura y luz (Fig. 3), indicaron la existencia de una fuerte latencia endógena. La germinación en temperatura constante (Fig. 3a), se mantuvo muy baja (3-10%) a lo largo del tiempo hasta los 15 meses después de la cosecha en donde su porcentaje de germinación aumento hasta el 55%, lo que indico el término de la latencia.

En temperatura alternante (Fig. 3c), el patrón de germinación es similar, aunque en términos generales la germinación es aún más baja y en el decimoquinto mes es sólo de 33%. La germinación en estratificación (Fig. 3e), fue igual a los otros dos casos, la germinación en el decimoquinto mes de almacenamiento es de 68%.

Los resultados estadísticos denotaron diferencia significativa en el tiempo ( $F= 71.525$ ;  $GL= 6$ ;  $P=.0001$ ) principalmente en el decimoquinto mes después de la colecta; en la temperatura no hay diferencia significativa importante ( $F= 3.419$ ;  $GL=2$ ;  $S= .0421$ ).

En cuanto al tratamiento sin luz en temperatura constante (Fig. 3b), la germinación fue nula hasta los 15 meses de colecta donde se obtuvo un 33.3%. La temperatura alternante (Fig. 3d), no mejoró los resultados y al mes 15 la germinación fue también de 33%. En estratificación (Fig. 3f), en el noveno mes hubo germinación de un 38% y nula el resto del tiempo.

Las pruebas estadísticas denotaron diferencias significativas entre el tiempo ( $F= 18.146$ ;  $GL= 6$ ;  $P=.0001$ ) y la temperatura ( $F= 9.869$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.0003$ ), la temperatura constante es diferente de las otras dos.

### Semillas enterradas

Las semillas tratadas con temperatura constante y a la luz (Fig. 3a), mantuvieron su porcentaje de germinación por debajo del 23% (máxima germinación alcanzada), ligeramente más alta que en el laboratorio. Pero no hubo germinación en el mes de enterramiento, salvo en las semillas del sitio 2 donde la germinación fue sólo del 10%, cuando la germinación en el laboratorio fue la más alta. En alternancia de temperaturas y a la luz (Fig. 3c), si se observó un comportamiento diferente. La germinación fluctuó a lo largo del tiempo entre 25-28% en los primeros cinco meses. Después se redujo siendo de 0% en el noveno mes y sólo en el sitio 3 aumentó a 13% después del treceavo mes de enterramiento.

En estratificación y con luz (Fig. 3e), a partir del quinto mes la germinación fue de 30-40% para los tres sitios y se redujo hasta 0% a los 13 meses. No se presentaron diferencias significativas entre la temperatura ( $F= 1.150$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.3186$ ) y los sitios ( $F=.285$ ;  $GL= 3$ ;  $P= .8361$ ), pero sí existen diferencias significativas en el tiempo ( $F= 8.797$ ;  $GL= 6$ ;  $P=.0001$ ).

A la oscuridad hubo pocas diferencias con respecto a la germinación a la luz, y sólo después del treceavo mes de enterramiento hubo germinación (0-23%, 16-66%), en temperaturas constante (Fig. 3b), y alternante (Fig. 3d), respectivamente. En estratificación (Fig. 3f), el comportamiento es igual que en la luz.

Los resultados estadísticos denotaron diferencias significativas en la temperatura ( $F= 3.622$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .0282$ ) y el tiempo ( $F= 10.918$ ;  $GL= 6$ ;  $P= .0001$ ), pero no existen diferencias entre los sitios ( $F= .929$ ;  $GL= 3$ ;  $P=.4274$ ).

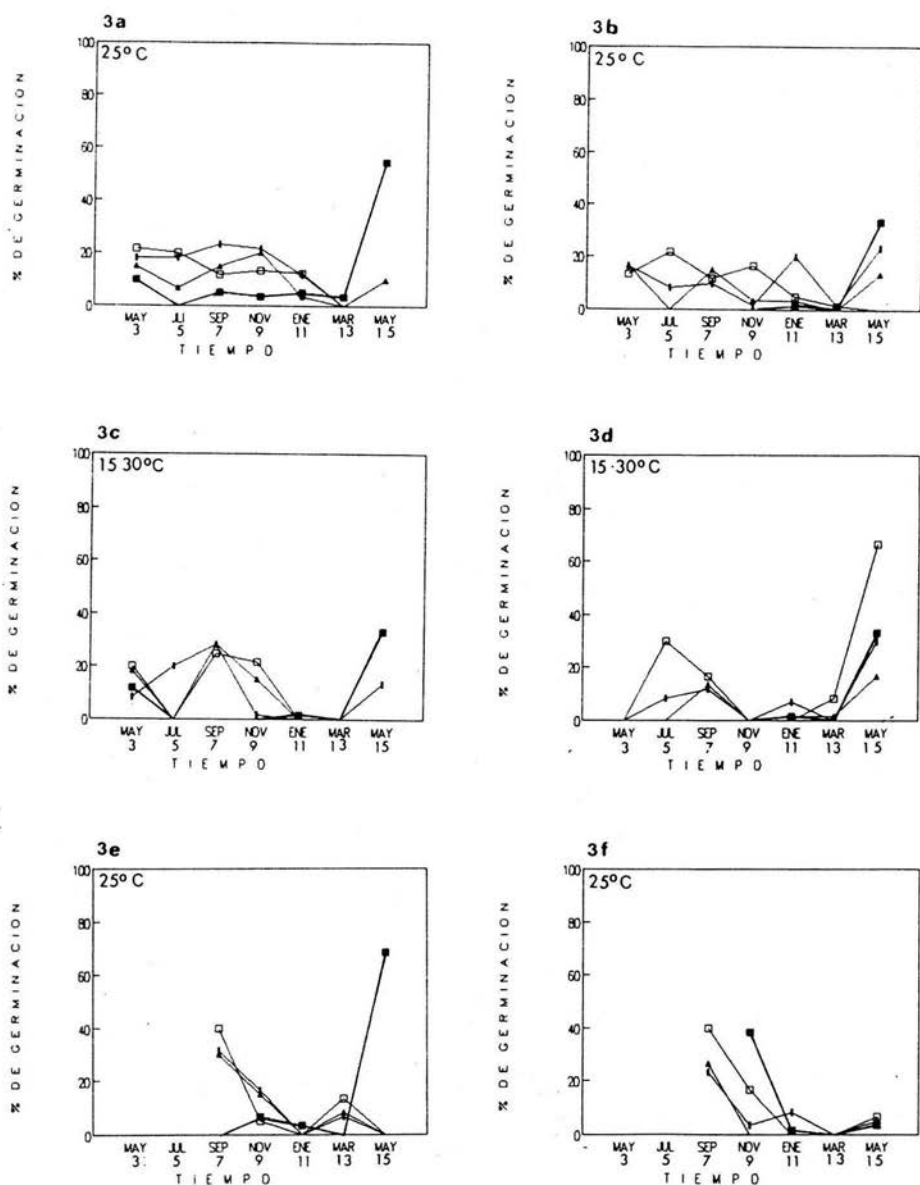


Fig. 3. Germinación a lo largo de un año de semillas enterradas de *Salvia mexicana* cosecha 1993. La temperatura de germinación se indica en el extremo superior izquierdo. Las semillas en e y f se estratificaron previamente a 5°C. Expuestas a la luz (a,c,e). En la obscuridad (b,d,f). Sitio 1 (□), sitio 2 (▲), sitio 3 (△). Semillas almacenadas en el laboratorio (■).

## *Marrubium vulgare*

### Semillas almacenadas en el laboratorio

La capacidad germinativa de esta especie en todos los tratamientos de temperatura (Fig. 4), recién colectadas fue mayor al 50% y la latencia endógena de las semillas restantes se perdió gradualmente alcanzándose mayor capacidad germinativa al noveno mes de colecta, se presentaron diferencias significativas entre el tiempo ( $F= 12.066$ ;  $GL=11$ ;  $P= .0001$ ) y los tratamientos de temperatura ( $F= 20.908$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .0001$ ).

Sin embargo la germinación se vió más favorecida con el tratamiento de temperatura alternante (Fig. 4c), alcanzando porcentajes de germinación más altos que en los otros tratamientos desde el primer mes de colecta (64%), Estos se mantienen a lo largo del tiempo, siendo su máxima germinación (93.3%) al año de colecta, habiendo diferencia significativa entre los tratamientos de luz y obscuridad para esta temperatura ( $F= 83.274$ ;  $GL= 1$ ;  $P=.0001$ ).

Las semillas en obscuridad difieren en su comportamiento entre los tratamientos de temperatura, ya que existen estadísticamente diferencias significativas entre las temperaturas ( $F= 177.352$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.0001$ ). A temperatura constante (Fig. 4b), la germinación no es uniforme a lo largo del tiempo, hay fluctuaciones. La germinación más alta es a los 10 meses de la colecta (48.3%). Por otro lado en temperatura alternante (Fig. 4d), el requerimiento de luz se pierde desde el quinto mes de colecta (75%).

El tratamiento de estratificación (Fig. 4f), no mejoró los resultados obtenidos a temperaturas constantes, sin embargo el patrón de respuesta sí difiere, después del tratamiento de estratificación, aumentando la germinación de manera poco significativa, siendo mayor a los 11 meses de colecta (43.23%), para después volver a caer. También se presentaron diferencias significativas a lo largo del tiempo ( $F= 11.707$ ;  $GL= 11$ ;  $P=.0001$ ).

En cuanto a las semillas separadas (Fig. 7g), se continuaron practicando pruebas de germinación para comprobar los resultados del método de flotación. El comportamiento de estas semillas con luz al segundo mes y cuarto mes de colecta fue completamente diferente entre las semillas testigo y las que no flotan. Sin embargo al año de colecta esta diferencia se hizo mínima para todas. Los resultados estadísticos denotan diferencias significativas entre los dos lotes de semillas ( $F= 179.690$ ;  $GL=1$ ;  $P=.0001$ ), en el tiempo ( $F= 17.584$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.0001$ ) y en las dos temperaturas ( $F=10.406$ ;  $GL=1$ ;  $P=.0028$ ). En ausencia de luz (Fig. 7h), el comportamiento de las muestras es muy parecido, sólo la muestra que no flota a temperatura alternante tiene un comportamiento diferente, por lo que los resultados estadísticos denotan que no existen diferencias significativas entre las temperaturas ( $F=.026$ ;  $GL=1$ ;  $P=.8741$ ), pero si se presentan entre las muestras testigo y aquellas que no flotan ( $F=35.878$ ;  $GL=1$ ;  $P=.0001$ ), y el tiempo ( $F=11.432$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.0002$ ).

#### Semillas enterradas

El comportamiento con temperatura constante y alternante con luz (Fig. 4a y 4c) fue similar a lo largo del experimento, en ambas temperaturas a los 11 meses del tratamiento hubo una disminución en la germinación de las semillas, que se mantuvo hasta el doceavo mes únicamente en temperatura alternante, ya que a temperaturas constantes la germinación volvió a aumentar.

En cuanto al tratamiento con estratificación (Fig. 4e), las semillas germinaron en forma similar a los tratamientos, sólo que aquí hubo más fluctuación en la germinación a lo largo del tiempo y no se presentó la reducción de la germinación en el onceavo mes. No hubo diferencias significativas entre la temperatura constante y alternante, pero si entre ambas y el tratamiento con estratificación ( $F= 24.997$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.0001$ ), en cuanto a los sitios, los tres difieren del testigo y también existen diferencias significativas entre el sitio I y el sitio III ( $F= 44.431$ ;  $GL= 3$ ;  $P=.0001$ ). En el tiempo se observaron diferencias significativas ( $F= 6.853$ ;  $GL= 11$ ;  $P=.0001$ ).

En las semillas que no fueron expuestas a la luz, con temperatura constante (Fig. 4b), la germinación fue nula y las semillas expuestas a la temperatura alternante (Fig. 4d), sólo alcanzaron el 28.3%, a los 2 meses del tratamiento, y posteriormente la germinación se volvió nula.

El período de estratificación (Fig. 4f), modificó el comportamiento de la germinación en ausencia de luz, observando un incremento en la germinación hasta del 61.6% en las semillas enterradas a los cuatro meses del tratamiento y una gran variación en la germinación, a lo largo del tiempo, con lo cual se observó que existen diferencias significativas entre las tres temperaturas ( $F= 226.849$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.0001$ ), los sitios ( $F= 41.051$ ;  $GL= 3$ ;  $P= .0001$ ) y el tiempo ( $F= 8.199$ ;  $GL= 11$ ;  $P=.0001$ ).

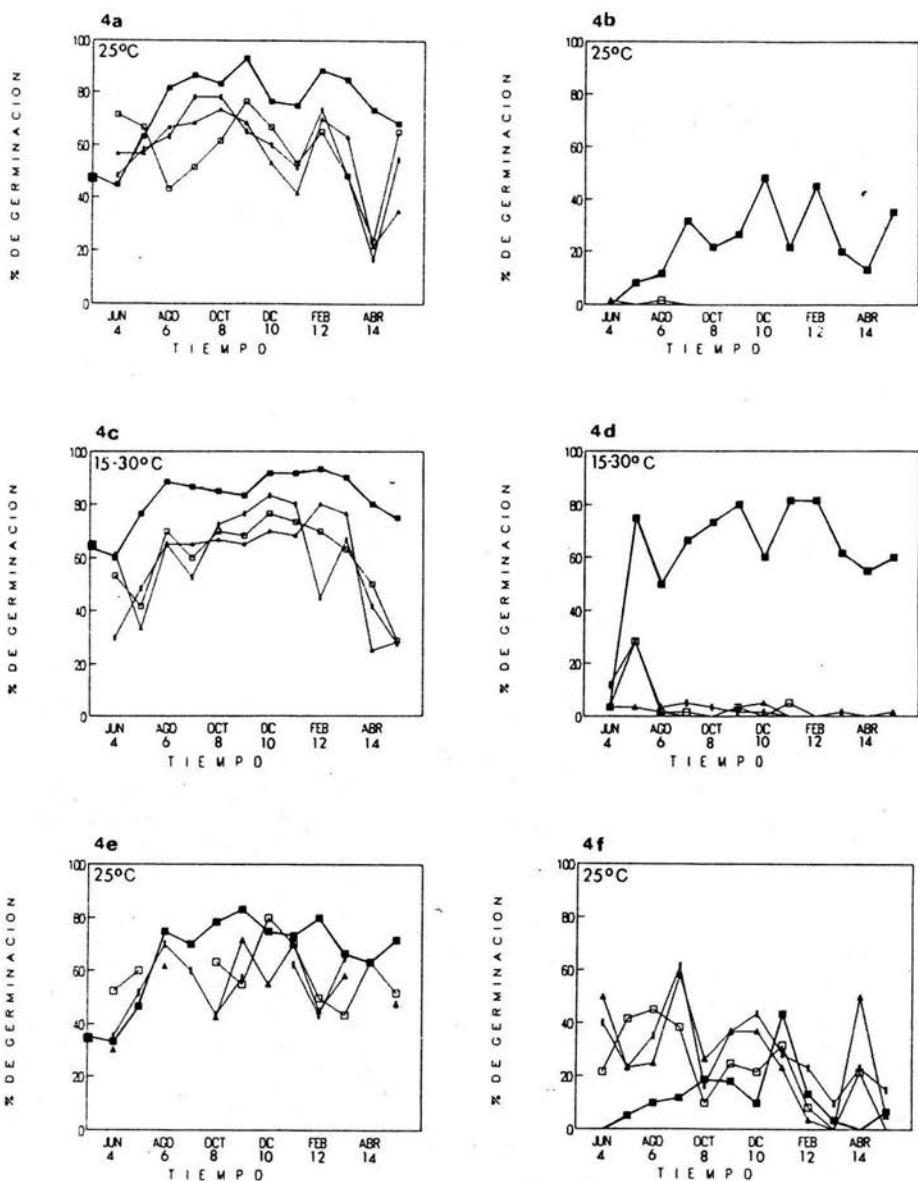


Fig. 4. Germinación a lo largo de un año de semillas enterradas de *Marrubium vulgare* cosecha 1994. La temperatura de germinación se indica en el extremo superior izquierdo. Las semillas en e y f se estratificaron previamente a 5 °C. Expuestas a la luz (a,c,e). En la obscuridad (b,d,f). Sitio 1 (□), sitio 2 (▲), sitio 3 (▴). Semillas almacenadas en el laboratorio (■).

## *Salvia lavanduloides*

### Semillas almacenadas en el laboratorio

La germinación de las semillas almacenadas presentó un patrón de comportamiento muy similar para las tres temperaturas en presencia de luz (Fig. 5). En la temperatura constante (Fig. 5a), las semillas no son latentes desde el inicio de la colecta (sólo un 48 % es latente) y a los 6 meses el 100% perdió la latencia.

En la temperatura alternante (Fig. 5c), la máxima germinación fue a los cinco meses de colecta con 98% y en la prueba de estratificación (Fig. 5e) las semillas obtuvieron su máxima germinación a los cinco meses de colecta con 95%. Se observó una disminución en la germinación en las tres temperaturas a los 10 meses de colecta.

Las pruebas estadísticas denotan diferencias significativas entre las temperaturas ( $F= 19.086$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.0001$ ) y el tiempo ( $F= 6.698$ ;  $GL= 11$ ;  $P= .0001$ ).

En obscuridad la germinación con temperatura constante (Fig. 5b), es relativamente baja presentando dos picos de mayor germinación (por debajo del 23.3%) entre el segundo y séptimo mes del tratamiento. La alternancia de temperatura (Fig. 5d), mejoró el porcentaje de germinación, obteniendo al séptimo mes de colecta el 90% de germinación, para ir disminuyendo a lo largo del tiempo hasta volverse nula.

Para el tratamiento de estratificación (Fig. 5f), la germinación fue prácticamente nula (Fig. 5f), por lo que el análisis estadístico denotó diferencias significativas entre la temperatura ( $F= 22.423$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .0001$ ) y el tiempo ( $F= 20.673$ ;  $GL= 11$ ;  $P=.0001$ ).

El comportamiento de las semillas separadas en esta especie en presencia de luz (Fig. 8g), a lo largo del tiempo es completamente diferente entre las semillas oscuras y claras ( $F= 29.459$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.0001$ ). Los resultados estadísticos denotaron diferencias significativas entre los dos lotes de semillas



( $F= 1000.00$ ;  $GL=1$ ;  $P=.0001$ ), pero en las dos temperaturas no existen diferencias ( $F=.201$ ;  $GL=1$ ;  $P=.6626$ ).

### Semillas enterradas

En las muestras de semillas enterradas, el porcentaje de germinación en los primeros 5 meses del tratamiento con luz se mantuvo por arriba del 56.6% en temperatura constante (Fig. 5a) y 71.66% en alternante (Fig. 5c), pero decae a los 6 meses hasta un 28.33% en constante y 21.65% en alternante, lo que indica que entran a una latencia secundaria, esto se corroboró al sembrar estas semillas con ácido giberélico y el porcentaje de germinación aumentó hasta un 100%, además se observó al siguiente mes un aumento en el porcentaje de germinación para ambas temperaturas y tratamientos, y posteriormente esta latencia se perdió lentamente a lo largo del tiempo.

En la prueba de estratificación (Fig. 5e), el comportamiento fue similar al de las temperaturas anteriores, sin embargo los porcentajes de germinación fueron menores y a partir del 5° mes de tratamiento la germinación disminuyó entre el 33% y 55%, posteriormente aumentó en los siguientes dos meses para caer nuevamente al octavo mes, y posteriormente incrementar la germinación a lo largo del tiempo.

Los análisis estadísticos denotaron que no existen diferencias significativas en los sitios ( $F= 1.487$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .2277$ ), pero sí se presentaron diferencias significativas en las temperaturas ( $F= 25.751$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .0001$ ) y el tiempo ( $F= 46.582$ ;  $GL= 11$ ;  $P=.0001$ ).

En obscuridad la germinación se encontró por debajo del 23.3% en temperatura constante (Fig. 5b) y 48.33% a temperatura alternante (Fig. 5d), por lo que se procedió a sembrar en ácido giberélico obteniendo favorables resultados (98%), lo que indicó que probablemente presentan fotoblastismo, y el ácido giberélico rompió con esta condición ambiental volviéndolas indiferentes a la obscuridad.

Los resultados del enterramiento y los testigos en el caso de las muestras en obscuridad comprueban nuevamente el efecto de la necesidad de la luz como factor ambiental para su germinación.

La estratificación en condiciones de obscuridad (Fig. 5f), la germinación es prácticamente nula. Los resultados estadísticos mostraron que no hubo diferencias significativas en los sitios ( $F= 2.100$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .1242$ ), pero existen diferencias significativas entre las temperaturas alternante y constante ( $F= 2.774$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .0646$ ) y en el tiempo ( $F= 17.990$ ;  $GL= 11$ ;  $P= .0001$ ).



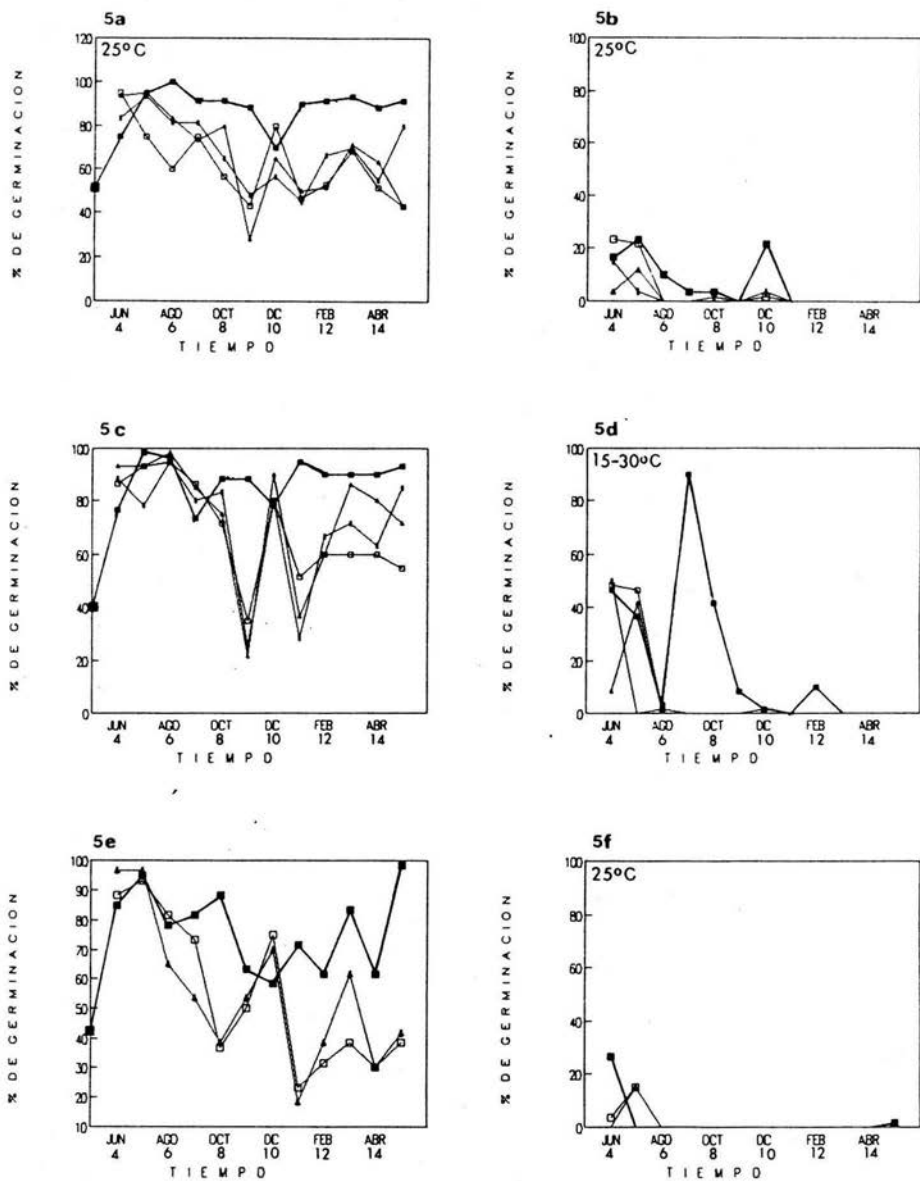


Fig. 5. Germinación a lo largo de un año de semillas enterradas de *Salvia lavanduloides* cosecha 1994. La temperatura de germinación se indica en el extremo superior izquierdo. Las semillas en e y f se estratificaron previamente a 5°C. Expuestas a la luz (a,c,e). En la obscuridad (b,d,f). Sitio 1 (□), sitio 2 (▲), sitio 3 (◻). Semillas almacenadas en el laboratorio (■).

## *Salvia mexicana*

### Semillas almacenadas en el laboratorio

El patrón de comportamiento en las semillas bajo los tres tratamientos de temperatura (Fig. 6), es similar a lo largo del tiempo, y al 5° mes de colectada alcanzaron la mayor germinación. En los siguientes meses la germinación decreció hasta alcanzar en el noveno y décimo mes de colecta una germinación nula.

Las pruebas estadísticas con luz indicaron que no existen diferencias significativas con los tratamientos de temperatura ( $F= 1.535$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.2224$ ), pero en el tiempo si se presentaron diferencias significativas ( $F= 9.465$ ;  $GL=11$ ;  $P= .0001$ ) sobre todo en el quinto mes de colecta. Las pruebas en ausencia de luz indican que existe diferencia entre las temperaturas ( $F= 35.516$ ;  $GL= 2$ ;  $P= .0001$ ) siendo diferente la alternante de las otras dos, en donde la germinación es mayor; También se presenta diferencias significativas en el tiempo ( $F= 19.462$ ;  $GL= 11$ ;  $P= .0001$ ).

En la temperatura constante y con luz (Fig. 6a) las semillas alcanzaron un porcentaje de germinación del 53.3% al 5° mes de colecta, el cual no mejoró a lo largo del tiempo. En la prueba con obscuridad (Fig. 6b), las semillas tuvieron la mayor germinación a los 5 meses de colecta (11.6%).

La temperatura alternante con luz (Fig. 6c) al igual que la constante presentaron un comportamiento similar, pero con una menor germinación, sin embargo las semillas en ausencia de luz (Fig. 6d), alcanzaron mayores porcentajes de germinación entre los meses 5 y 14 después de la colecta (58.3%).

En el tratamiento de estratificación con luz (Fig. 6e), en las semillas almacenadas, el porcentaje de germinación no se vio favorecido por este tratamiento siguiendo un patrón similar al de la germinación obtenido en las temperaturas anteriores. Las semillas expuestas a la obscuridad (Fig. 6f),

siguieron el mismo patrón de germinación que las muestras en temperatura constante, obteniendo la máxima germinación al quinto mes de colecta (20%).

Las semillas separadas se continuaron sembrando para comprobar los resultados del método de separación utilizado. El comportamiento de estas semillas con luz (Fig. 9g), es diferente entre las semillas testigo y las que no flotan. Los resultados estadísticos denotaron diferencias significativas entre los lotes de semillas ( $F= 84.745$ ;  $GL=1$ ;  $P=.0001$ ), así como en el tiempo ( $F= 7.983$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.0014$ ) y las dos temperaturas ( $F=12.312$ ;  $GL=1$ ;  $P=.0013$ ).

### Semillas enterradas

Se observó que las semillas enterradas presentaron un patrón similar de germinación con luz en los tres tratamientos de temperatura, en particular el sitio I que a los 10 meses del enterramiento disminuyó su germinación considerablemente. Sin embargo las pruebas estadísticas demostraron que las semillas tienen diferencias significativas entre la temperatura constante y el tratamiento de estratificación ( $F= 3.579$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.0291$ ), con respecto a los sitios también se presentan diferencias significativas (mínimas) ( $F= 2.218$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.1106$ ) y en el tiempo ( $F= 9.899$ ;  $GL= 11$ ;  $P=.0001$ ).

Las semillas en ausencia de luz no presentaron diferencias significativas entre los sitios ( $F= 1.356$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.2593$ ), pero si se presentaron diferencias significativas entre las temperaturas ( $F= 18.617$ ;  $GL= 2$ ;  $P=.0001$ ) y el tiempo ( $F= 58.437$ ;  $GL= 11$ ;  $P=.0001$ ).

En la temperatura constante y con luz (Fig. 6a), las semillas enterradas en los sitios I y II a los tres meses tienen 61.1% y 71.6% de germinación respectivamente. El sitio II se alcanzó un 78.3% de germinación al 6° mes del tratamiento. En el tratamiento con obscuridad (Fig. 6b), a los 2 meses del enterramiento las semillas de los sitios II y III alcanzaron el 30% y 35% respectivamente, pero el sitio I sólo llegó al 15% de germinación.

La temperatura alternante con luz (Fig. 6c) al igual que la constante presentó un comportamiento similar pero más homogéneo entre los sitios; el porcentaje de germinación más alto fue

en el sitio I con 70% de germinación en el tercer mes de enterramiento volviendo a aumentar en el onceavo mes de este tratamiento (65%), como se mencionó anteriormente el comportamiento para los sitios II y III es similar. En las muestras en obscuridad (Fig. 6d), la germinación en el segundo mes de enterramiento aumentó entre el 46.6% y 65% de germinación, y posteriormente se mantuvo casi nula a lo largo del tiempo.

En el tratamiento de estratificación con luz (Fig. 6e) se observó un 66.6% de germinación para el sitio I en el tercer mes, de 53.3%, para el sitio II en el noveno mes y de 61.6% para el sitio III en el séptimo mes. Las muestras en obscuridad (Fig. 6f) alcanzaron la mayor germinación en el segundo mes de enterramiento 8.33%, 61.6% y 51.6% para los 3 sitios respectivamente.

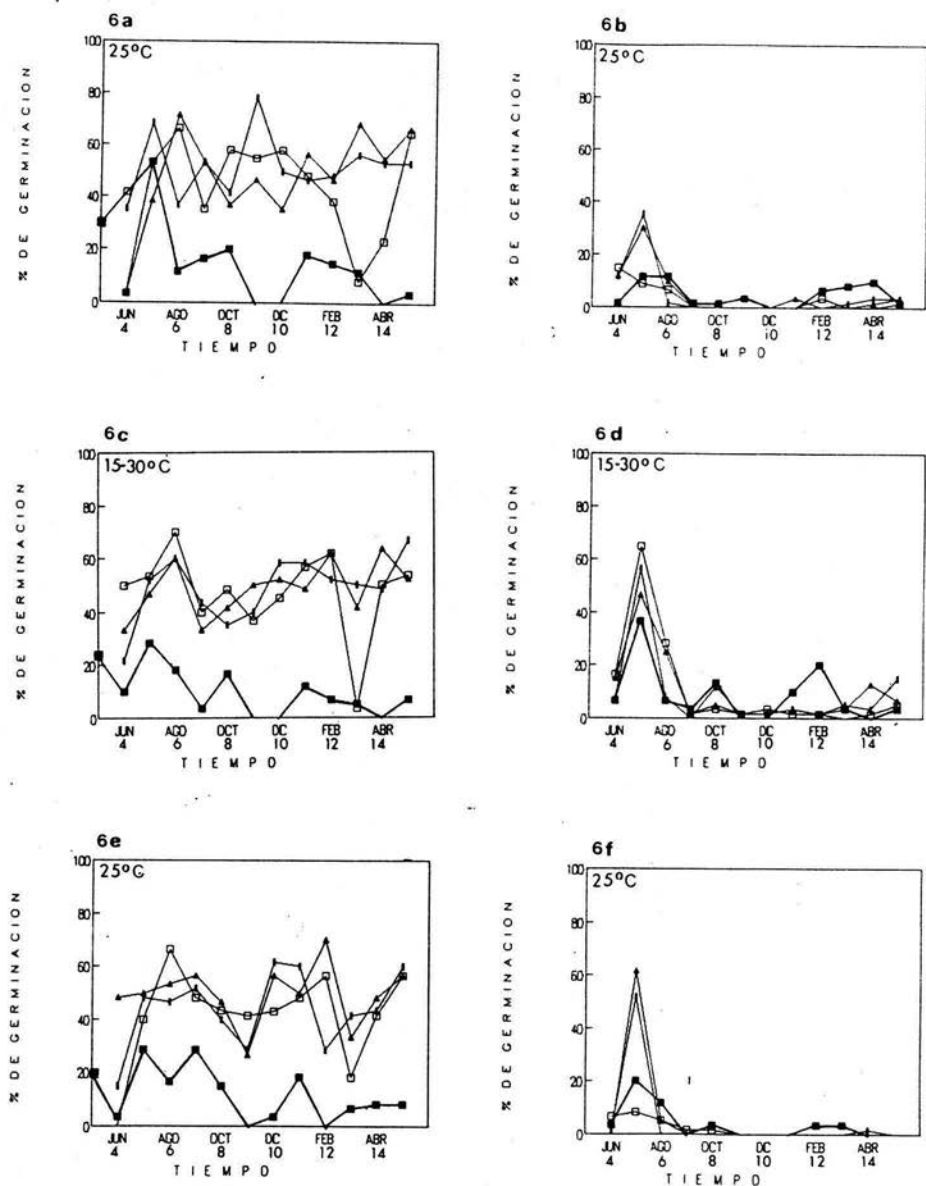


Fig. 6. Germinación a lo largo de un año de semillas enterradas de *Salvia mexicana* cosecha 1994. La temperatura de germinación se indica en el extremo superior izquierdo. Las semillas en e y f se estratificaron previamente a 5°C. Expuestas a la luz (a,c,e). En la oscuridad (b,d,f). Sitio 1 (□), sitio 2 (▲), sitio 3 (△). Semillas almacenadas en el laboratorio (■).

## RESUMEN DE RESULTADOS

### SEMILLAS ALMACENADAS EN EL LABORATORIO

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron que hay diferencias significativas entre las cosechas, entre los tratamientos y entre las especies (cuadros de análisis estadísticos). La respuesta germinativa de las especies estudiadas no sólo depende de la capacidad germinativa de las semillas (al momento de la colecta y durante el almacenamiento), sino también, y en gran medida, de la presencia de latencia y del efecto de los factores ambientales, así como de los cambios que sufre la semilla a través del tiempo.

*Marrubium vulgare* es una especie cuya germinación depende del estado de madurez de la semilla y de la presencia de luz. En la obscuridad la germinación es baja o nula dependiendo del tiempo transcurrido desde la cosecha y del tratamiento térmico aplicado. Las semillas de esta especie presentan latencia primaria que probablemente consiste en un desarrollo incompleto del embrión. Después de un año de almacenamiento presentan latencia secundaria.

*Salvia lavanduloides* presenta un alto porcentaje de semillas no-viables (50% aproximadamente), sus semillas viables generalmente presentan una latencia primaria muy superficial que se rompe al mes de colecta, pero posteriormente adquieren latencia secundaria. Tienen requerimientos de luz que no se modifican con el tiempo de almacenamiento. La respuesta germinativa no se modifica con el tratamiento de temperatura.

*Salvia mexicana* presenta latencia primaria profunda en la cosecha 1993 la cual se rompe después de un año de colectada, mientras que la cosecha 1994 presenta latencia superficial que se empieza a perder al mes de la colecta. Posteriormente presenta períodos de latencia secundaria. Su germinación es fotoblástica positiva y su capacidad germinativa no cambia con la temperatura aplicada al momento de la germinación.



## VIII. DISCUSIÓN

### *¿La separación de las semillas por el método de flotación es adecuado?*

La cosecha de 1993 de las tres especies de lamiáceas estudiadas fueron separadas con el método de flotación, el cual supone que las semillas de una muestra que se han desarrollado completamente se van al fondo del recipiente. Mientras que las que flotan son aquellas que carecen de embrión por lo que las semillas son vanas y al tener una densidad menor flotan. Sin embargo, en ocasiones las semillas flotan debido a que presentan cámaras de aire o alguna estructura especializada para la flotación.

Se encontró que alrededor del 50% de las semillas de las tres especies flotan, lo que implica un porcentaje igual de semillas vanas, de acuerdo con pruebas estándares de separación (Vázquez-Yanes y col., 1997). Las semillas se sembraron sin separar las aparentemente vanas de las completas, pero en el curso del tiempo se observó que en *Marrubium vulgare* el porcentaje de semillas capaces de germinar (80%) superó al porcentaje esperado (50%), lo que indica que para estas especies la separación por flotación es inadecuado debido a que las semillas pueden madurar con el tiempo.

Únicamente las semillas de la cosecha de 1994 de *M. vulgare*, para todas las pruebas de germinación se separaron por el método de flotación debido a que al momento de inicio del experimento ya había resultados que permitían suponer que se trataba de semillas vanas. Sin embargo dada la información obtenida de la cosecha de 1993, se tomó la precaución de comparar la germinación de semillas separadas con la de las semillas mezcladas (de esa misma cosecha) y se encontró que después de un año los porcentajes máximos de germinación de las semillas separadas por flotación fue igual al de las semillas mezcladas, lo que sugiere que la mayoría de las semillas que flotan son capaces de completar su maduración durante el almacenamiento.

En *Salvia lavanduloides*, el porcentaje de semillas que flotan sí corresponde al de semillas vanas. Las semillas que flotan son de color claro y al presionarlas se desintegran, lo que indica que son semillas realmente vanas. Para esta especie la flotación fue un método de separación adecuado que se empleó en

la cosecha de 1994. La comparación entre la germinación de las semillas separadas y no separadas a diferentes tiempos apoya que las semillas de menor densidad son totalmente vanas.

En el caso de *Salvia mexicana* la separación por flotación no pudo realizarse ya que al humedecerse aparece un mucilago que las mantiene unidas entre sí y dificulta su manipulación para la siembra. Esta formación del mucilago alrededor de la semilla es un carácter adaptativo para retener el agua en la estructura (Wulff y Medina, 1971), y es una característica que se ha reportado para otras lamiáceas como *Salvia hispánica* e *Hyptis suaveolens*, (Labouriau y Agudo, 1987). Sin embargo, con esta especie también se realizaron pruebas con semillas separadas y no separadas en las que se pudo apreciar que la proporción de semillas que no flotaban, era la máxima proporción de semillas que germinaban (sin separar), lo que implica la presencia de un porcentaje de semillas vanas dentro de la muestra de semillas.

En varias especies de arvenses es posible que la maduración y formación de las semillas se complete después de que la planta ha sido cortada durante el deshierbe, lo que permite la formación de bancos de semillas que se caracterizan por presentar a las semillas acumuladas en el lugar de depositación de las hierbas cortadas, por lo que deshierbar antes de la maduración de las semillas no implica la erradicación de estas arvenses del cultivo. En el caso de algunas especies de palmas también se ha observado que los embriones pueden completar su desarrollo durante el período de postmaduración el cual a veces es muy prolongado (Barton, 1962).

En el caso de *M. vulgare* y *S. mexicana* resulta difícil interpretar lo que ocurre durante el proceso de postmaduración, ya que la falta de un estudio anatómico de las semillas vanas y no vanas impide saber si las vanas presentaban cámaras aéreas debido a que el embrión no estaba completamente desarrollado, el cual posteriormente completó su desarrollo morfológico, o si bien la flotación se presenta en semillas con embriones completamente desarrollados pero con inmadurez fisiológica que se logra después de un tiempo, al alcanzar un balance hormonal adecuado, pero con la presencia de cámaras aéreas debido a un pobre desarrollo del endospermo o de los cotiledones.

La posibilidad de un desbalance hormonal se puede descartar con las pruebas realizadas adicionando al medio ácido giberélico y/o con la utilización de periodos de estratificación prolongados. Con éste último método no se logró un incremento de la germinación con los periodos de estratificación considerados en el presente trabajo. Dado a que no se aplicaron en el momento oportuno, no se detectó a tiempo el problema del requerimiento de un periodo de postmaduración para que germinara al menos parte de la población de semillas que flota.

Es común que entre las lamiáceas se reporte una baja viabilidad (Labouriau y Agudo, 1987), sin embargo, falta verificar si en todos los casos se trata de una baja capacidad germinativa, un problema de latencia o al proceso de maduración en el tiempo, como ocurrió en las especies colectadas, en las que después del almacenamiento la capacidad germinativa se incrementa e incluso a semillas que a simple vista podrían considerárseles vanas.

Por otra parte en estudios más detallados Labouriau y Agudo (1987) encontraron una rápida pérdida en la viabilidad de semillas de *Salvia hispánica*. almacenadas en seco en periodos de 2-3 años. Incluso cita trabajos en los que se reporta en *Salvia aethiopsis* y *Salvia verticillata* la pérdida de la viabilidad en periodos menores de 1 a 2 años. Estos autores dan como causa probable de la pérdida de viabilidad la oxidación de los ácidos grasos no saturados. A pesar de que en las especies estudiadas no fue un propósito conocer la duración de la viabilidad, de acuerdo con los datos reportados y por información que no presentamos en éste trabajo sabemos que la viabilidad no se pierde en periodos tan cortos.

### *¿Todas las especies de lamiáceas presentaron latencia endógena?*

Los resultados obtenidos para *Marrubium vulgare*, mostraron en la cosecha de 1993 una fuerte latencia endógena, mientras que la cosecha de 1994, el porcentaje de semillas latentes fue mínimo en la población. Aunque en el lote de 1993 no hubo una separación de la población de semillas por su densidad, las pruebas de germinación a lo largo del año indicaron que el total de la población presentó latencia endógena desde la colecta, la cual se perdió en forma gradual a lo largo del tiempo. Esta

pérdida de la latencia incluye a una porción de las semillas que flotaban, por lo que se consideraron en este experimento como vanas.

En las cosechas de *Salvia lavanduloides* de 1993 y 1994, la latencia sólo se expresa parcialmente en semillas recién colectadas. Sin embargo, en la cosecha de 1993 se presentó latencia secundaria que se perdió con el tiempo, mientras que en la cosecha de 1994, después de un tiempo ya no se presentó latencia.

Las dos cosechas de *S. mexicana* presentaron latencia endógena, en la cosecha 1993 se rompió al año de colecta, mientras que en la cosecha de 1994 fue hasta el quinto mes; sin embargo posteriormente se presentó una latencia secundaria la cual se conservó a lo largo del tiempo. Baskin y Baskin (1988) mencionan que en especies policárpicas perennes, entre las que citan especies de los géneros de lamiáceas (*Salvia*, *Satureja* y *Prunella*), puede haber germinación en la época favorable más próxima a la época de producción de semillas, mientras que otras tienen una latencia que les permite germinar sólo hasta la segunda época favorable. Por ello, los patrones de latencia presentes entre las especies estudiadas son comunes en el grupo.

La poca o nula germinación muchas veces está ligada a la necesidad de un período de baja temperatura, como lo es la época de invierno. Los períodos cortos de estratificación son necesarios para romper la latencia existente en este tipo de semillas, satisfaciéndose esta necesidad antes de terminar el invierno; de este modo las semillas están listas para germinar antes de la llegada de la primavera (Baskin y Baskin, 1969). A este tipo de plantas se les conoce como anuales de verano. Por otra parte, las anuales de invierno germinan en otoño-invierno tras haber sido expuestas a temperaturas altas en el verano. Por último las especies facultativas de verano germinan y se establecen en otoño y en la primavera temprana (Bouwmeester y Karssen, 1993).

Entre las perennes policárpica la mayoría de las especies presentan picos de germinación en la primavera y muy pocas de ellas germinan en otoño y en verano. Este patrón de germinación debe presentar relación con la época en que el suelo se mantiene lo suficientemente húmedo, no sólo para que la semilla germine, sino también para que la nueva planta se establezca, y si es posible llegue a la etapa

reproductiva, dentro de éste ciclo. Sin embargo esto no es tan estrictamente necesario para las especies perennes policárpicas, que pueden tener más de una oportunidad para la reproducción (Baskin y Baskin, 1988).

En el caso de las especies estudiadas, el hecho de que las precipitaciones estén limitadas al verano (de junio a octubre), y lluvias ocasionales en invierno, hace que el período de germinación y establecimiento no sea durante la primavera, sino durante el verano, es decir sólo incluye uno de los períodos en que usualmente germinan en otras zonas templadas las anuales de verano.

En la zona del Valle de México la producción de semillas se concentra durante la última etapa del invierno. Las bajas temperaturas en esta zona se presentan en forma aleatoria en cualquier época del año, aunque el Valle de México se encuentre fuera de la zona templada, presenta un clima templado y sin estación fría pronunciada propia de las planicies altas de regiones tropicales y subtropicales (Rzedowski, 1954).

El requerimiento de un período frío (invernal) para que las semillas puedan detectar la entrada de la época cálida y asegurar su supervivencia, está controlado por mecanismos hormonales. Algunas especies requieren de cortos períodos de estratificación, y otras semillas necesitan largos períodos de estratificación antes de que ocurra la germinación. En la naturaleza estos requerimientos se satisfacen durante el invierno y la germinación ocurre en la primavera (Baskin y Baskin, 1969). Sin embargo otras especies no germinan bien a bajas temperaturas y la óptima para germinar esta casi a 30°C. Esto retrasa la germinación hasta la llegada de temperaturas favorables.

El tratamiento de baja temperatura, en el laboratorio se cumple de modo artificial por el proceso de estratificación de las semillas ( como se menciona en el método), siendo las temperaturas de 0 a 10°C las más adecuadas. Este requerimiento generalmente es necesario para el embrión o la testa, sin embargo muchas veces suele ser en ambos (Salisbury, 1991).

En otras especies de lamiáceas al igual que en las perennes policárpicas, la estratificación es una moderadora efectiva de la germinación ya que rompe la latencia. En las especies estudiadas este período

de estratificación fue ineficiente para romper la latencia, debido probablemente a que fue breve, ya que en especies como *Isanthus brachiatus* se obtuvieron altos porcentajes de germinación sólo después de 14 semanas de estratificación, aunque con periodos más prolongados, la germinación decrece (Baskin y Baskin, 1969).

Se sabe bien que los requerimientos de temperatura en muchos casos tienen relación directa con la producción de AG, es decir, si no se cuenta con la temperatura adecuada, ésta puede ser sustituida por la aplicación exógena de AG, como se encontró en *Arabidopsis thaliana* en donde la sensibilidad al AG está inversamente relacionada con la temperatura (Derks y col., 1993), es decir, las bajas temperaturas promueven la producción de esta hormona de manera natural en especies anuales de verano. El AG y el ABA tienen efectos antagónicos de manera general en las plantas y el control de los procesos germinativos no está exento de ello (Pérez-García y Durán, 1990). La aplicación de AG mejora la tasa germinativa de semillas latentes aún bajo temperatura adecuada para la germinación (Girard, 1990). En términos generales, las hormonas juegan un papel muy importante en la traducción de las señales ambientales (Derks y col., 1993).

A las semillas de las especies estudiadas la latencia se les rompe, al igual que en las otras especies, por medio de un estímulo hormonal, con ácido giberélico (AG), (Baskin y Baskin, 1968; Karssen 1980; Bewley y Black, 1985). Como hemos visto el AG tiene la función de romper la latencia y promover la germinación en condiciones desfavorables por ejemplo: 1) Sustituye el requerimiento de luz (Toyomasu, y col. 1994), 2) sustituye el régimen de temperaturas alternantes (Baskin y Baskin, 1974) y 3) sustituye el efecto de las bajas temperaturas (Girard, 1990). Presumiblemente el AG y la estratificación en semillas de la lamiácea *brachiatus* incrementa el potencial de crecimiento del embrión por lo que favorece la ruptura de la testa (Baskin y Baskin, 1974).

Thompson (1969), encontró que en algunas especies de lamiáceas se promueve la respuesta germinativa a 25°C y 12 hrs. de fotoperíodo con concentraciones mínimas de AG, como en el caso de *Salvia glutinosa* (1 ppm) (Baskin y Baskin, 1974), lo cual probablemente ocurra con las semillas separadas de *S. lavanduloides* y *S. mexicana* que tienen una latencia endógena superficial; en cambio

especies como *Lycopus europeans* y *Scutellaria galericulata* requieren de concentraciones mayores (1000 ppm), al igual que en el caso de *Marrubium vulgare*, que tiene una latencia profunda.

La latencia primaria en lamiáceas no sólo se rompe por estratificación o con AG (Baskin y Baskin, 1974), sino también se rompe con un período de postmaduración, almacenándolas en seco en el laboratorio; siendo el tiempo para su maduración variable en cada especie. De acuerdo con Baskin y Baskin (1968), este requerimiento es muy común no sólo en lamiáceas, sino en muchas malezas de zonas templadas, como *Lepidium virginicum* y *Erica sativa*, entre otras.

Durante el tiempo de la postmaduración pueden ocurrir cambios en el balance hormonal (AG/ABA), o en los requerimientos de luz u otros factores, generalmente vinculados con este balance hormonal (Villers y Edcumbe, 1975). También es frecuente que se modifiquen sustancias inhibitoras que actúan en forma independiente al balance hormonal. Por ejemplo, en estudios realizados con plantas aromáticas como *Coridothymus capitatus*, *Satureja thymbra* y *Origanum vulgare*, se ha comprobado que sus aceites impiden la germinación en las semillas frescas, pero que al cabo de un tiempo estos se volatilizan y permiten la germinación en las semillas viejas (Thanos, y col. 1995).

En las especies estudiadas el tiempo de ruptura de la latencia total durante el almacenamiento fue variable, para *M. vulgare* se requiere de tiempos mayores a nueve meses, mientras que para *S. lavanduloides* y *S. mexicana* sólo necesitan de cinco meses después de la colecta.

*¿Cuál es el factor ambiental que más afecta la germinación de las especies estudiadas?*

La temperatura puede ser el principal factor que controle la germinación cuando la humedad no es una limitante (Probert, 1992). De acuerdo con Baskin y Baskin (1988) en un estudio comparativo de aproximadamente 300 especies de zonas templadas, que representan una gran variedad de hábitats, familia de plantas, ciclos de vida y distribuciones geográficas, se encontró que la temperatura es el principal factor que regula la germinación, siendo la luz y la humedad un factor secundario.

De acuerdo con estos autores las anuales, monocárpicas y policárpicas perennes de invierno, germinan antes del verano-otoño, y presentan latencia condicionada, o no son latentes en la madurez. En cualquier caso la latencia y la latencia condicionada requiere de altas temperaturas de verano para romperla. A diferencia de éstas, las anuales, las monocárpicas y policárpicas perennes de verano, tienen semillas que germinan en primavera y/o verano, son latentes o con latencia condicionada en la madurez y requieren de temperaturas bajas de invierno para la postmaduración.

En el caso de las tres especies de lamiáceas estudiadas, cuyo comportamiento es de especies policárpicas de verano, la profundidad de la latencia de dos de ellas (las especies nativas) las hace poco dependientes de las temperatura bajas invernales para su germinación, ya que en breve tiempo esa latencia se pierde de manera natural.

No ocurre lo mismo con *M. vulgare*, ya que una de las cosechas (1993) presenta una latencia profunda, que no se rompió con los tratamientos de estratificación aplicados. Estos no fueron efectivos, aún prolongándolos por períodos hasta de un mes (datos no presentados). Considerando el efecto estimulante del AG (el cual rompe la latencia en la germinación de las especies), y con base en el papel que juega en la germinación, podríamos predecir la necesidad de períodos prolongados de estratificación que podrían inducir su germinación en un lapso más breve que el requerido con un período de postmaduración (Girard, 1990; Derks y col., 1993).

La poca influencia, en términos generales, de la temperatura en el rompimiento de latencia en dos de las especies nativas de la zona (*S. lavanduloides* y *S. mexicana*), en relación con la especie introducida *M. vulgare*; hace pensar que las condiciones de formación de las semillas, en las zonas templadas de altura, como es el Valle de México, no son comparables con los inviernos de la mayoría de las zonas templadas, y pueden jugar un papel importante en el grado de profundidad de la latencia endógena, como se ha reportado en numerosos trabajos sobre el efecto de las bajas temperaturas para romper la latencia endógena (Gutterman, 1980; Roach y Wulff, 1987).



Otros cambios que dependen de la temperatura a la que han sido expuestas las semillas, están relacionados con la producción interna de el AG, cuyo balance con ABA está íntimamente relacionado con la latencia endógena (Derks y col., 1993).

Cristi y Durán (1984), trabajaron con cincuenta especies diferentes de una misma zona encontrando también que existen diferencias en sus requerimientos de temperatura (como ocurre en las especies estudiadas). Aunque se trate de especies adaptadas a las mismas condiciones dentro de un área determinada, sus requerimientos específicos pueden ser diferentes, por lo que pueden estar relacionadas con el microhábitat espacial y temporal que ocupan.

Por otra parte, según Baskin y Baskin (1988) los diferentes tipos de latencia están representados en la mayoría de los hábitats; la latencia endógena incluso se llega a presentar en especies tropicales (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1997). Así mismo no consideran obvia la correlación entre el rango geográfico ocupado por las especies y el rompimiento de la latencia y los requerimientos germinativos, ya que casi todos los tipos de latencia son geográficamente extensos en muchas zonas climáticas.

En especies de lamiáceas puede haber requerimiento de bajas temperaturas como en *Salvia reflexa* (Weerakoon y Lovett, 1986), incluso especies de lamiáceas como *Salvia hispánica* (semillas provenientes de México) y *S. verticillata*, son capaces de germinar a 5°C (Labouriau y Agudo, 1987). Las especies de lamiáceas estudiadas no fueron capaces de germinar a ésta temperatura aún después de un mes (datos no mostrados), lo que indica que tienen una temperatura mínima de germinación mayor que estas especies. Algo similar ocurre con otra lamiácea, *Ajuga reptans*, proveniente de una zona fuera de la cuenca del mediterráneo. Incluso, *Marrubium vulgare*, una especie de origen mediterráneo, no germinó a pesar de que las especies de ésta región por lo general germinan a temperaturas bajas (Thompson, 1970, 1973).

Esto corrobora que es de gran importancia la época y región geográfica en que se producen las semillas para la respuesta germinativa y que las características de la latencia no están filogenéticamente restringidas sino más bien están relacionadas con el tipo de ciclo de vida y con el efecto materno de las

condiciones ambientales en que se desarrollan las semillas de acuerdo con lo expresado con otros autores (Guterman, 1980; Roach y Wulff, 1987; Wulff, 1995).

El argumento del efecto materno es también de gran peso en el entendimiento de las diferencias que a lo largo de la discusión se marcan entre las distintas cosechas de las especies estudiadas. Sin embargo el hecho de que colectas de las tres especies, realizadas durante los mismos años y en las mismas épocas presenten diferencias marcadas en la profundidad de la latencia entre las especies nativas y la especie introducida, hace que nos preguntemos cuál es el valor real del origen geográfico en la expresión y el grado de profundidad de la latencia bajo condiciones ambientales similares. El peso del origen geográfico en la respuesta germinativa también ha sido considerado por Thompson (1970, 1973) quien encuentra para algunas especies una correlación positiva mientras que para otras no (Vázquez-yanes y Orozco-Segovia, 1997)

También se ha encontrado que especies o poblaciones de las mismas especies, en la cuenca del Mediterráneo, pueden presentar o no el requerimiento de bajas temperaturas para la germinación, dependiendo de la parte de la cuenca del Mediterráneo de la que se trate. Es importante referirse a esto para entender las diferencias entre las cosechas de *Marrubium vulgare* (Ren y Abbot, 1991; Skordilis y Thanos, 1995).

En cuanto a los tratamientos de fluctuación de temperatura se considera que temperaturas alternantes pueden favorecer la germinación de algunas especies como se ha comprobado para muchas especies de diversas condiciones geográficas (Fenner, 1985), ya que son sensibles a los cambios de temperatura entre el día y la noche. La mayoría de las especies de malezas responden de esta forma, por ejemplo: *Crupina vulgaris* (Paterson y Mortensen, 1985), *Chromolaena odorata* (Erasmus y Van Staden, 1986).

Este requerimiento de temperaturas alternantes le sirve a la semilla para asegurar su cercanía con la superficie del suelo, lugar en donde las variaciones de la temperatura son más claras y así controlar la germinación (Fenner, 1992).

La respuesta germinativa de las especies en estudio a la temperaturas alternantes (15-30°C) en el laboratorio es menor en la oscuridad que en presencia de luz. Algunos autores han reportado que en la oscuridad o en condiciones espectrales adversas (en RL o con baja relación R/RL) la germinación en temperatura alternante puede ser favorecida (Hand y col. 1982; Erasmus y van Staden, 1986), o bien la respuesta no se favorece significativamente con respecto a los resultados obtenidos en las temperaturas constantes, como ocurre en las especies estudiadas. Esto se puede deber a que las temperaturas consideradas en el experimento no fueron adecuadas, ya que en especies con requerimientos de luz sólo las alternancias extremas con periodos cortos a altas temperaturas producen efectos en la oscuridad (Totterdell y Roberts, 1980).

Con base en lo anterior podemos considerar que el factor físico que jugó un papel más claro en la germinación de las tres especies de lamiáceas estudiadas fue la luz, ya que todas las especies y todas las colectas tuvieron semillas fotoblásticas positivas poco después de la colecta.

Si bien la temperatura es un factor importante para la germinación, de semillas latentes y no latentes de especies de las zonas templada (Baskin y Baskin, 1988, Thompson, 1977), en las especies estudiadas los tratamientos de temperatura aplicados no jugaron un papel importante en la respuesta germinativa, salvo en la respuesta a la oscuridad en la cosecha de 1994 de *M. vulgare*. Incluso periodos de 30 días a temperaturas bajas (5°C) previos a 25°C o 15-30°C no incrementaron la germinación (datos no presentados).

La población de *M. vulgare* cosechada en 1994 después de los cuatro meses de enterramiento presenta germinación parcial a la oscuridad, en temperatura constante y después de un tratamiento de estratificación, mientras que con fluctuación de temperatura incrementa la germinación casi al nivel de la obtenida en presencia de luz. La cosecha de 1993 de esta especie, después de romper su latencia endógena a los 15 meses de la colecta presentó germinación en la oscuridad aunque en menor proporción que a la luz. En esta cosecha la germinación en la oscuridad y a temperaturas constantes es prácticamente nula; mientras tanto en oscuridad y con fluctuación de temperatura como con estratificación, la germinación es mayor del 40%.

Es bien conocido que la temperatura y el fitocromo actúan al mismo nivel sobre las membranas celulares en el proceso de germinación (Erasmus y Van Styen, 1986) y que en general los cambios en la permeabilidad de las cubiertas favorecen el intercambio de gases y el fluido de líquidos con el transporte de sustancias.

Por otra parte los cambios en la permeabilidad de las membranas y las cubiertas seminales se relacionan con la temperatura y el fitocromo, que a su vez se relaciona con la síntesis de giberelinas, que también tienen un efecto en la permeabilidad de las membranas lo que facilita su movilización a los sitios de reacción (Carpita y Nabors, 1981; Vincent y Roberts, 1979; Leung y Bewley, 1981). Un efecto similar se ha reportado con la aplicación de estratificación (Sendel y col. 1986).

Por estos motivos la interacción entre fluctuación de temperatura y luz es frecuente en estudios de laboratorio y ha sido reportado por diversos autores ( Pons, 1984; Erasmus y van Staden, 1986; Weerakoon y Lovett, 1986; Labouriau y Agudo, 1987).

Generalmente el estímulo de la germinación con temperaturas alternantes es menor en la oscuridad que en presencia de luz, y sólo las alternancias extremas con períodos cortos a altas temperaturas producen efectos mayores en la oscuridad (Totterdell y Roberts, 1980). En el caso de las dos especies de *Salvia* sólo eventualmente (a diferentes tiempos de almacenamiento) hay germinación en la oscuridad.

Un patrón que es similar en estas dos especies de *Salvia* y *Marrubium vulgare* es el incremento en la germinación de los testigos en la oscuridad en temperatura fluctuante, la cual es significativamente mayor a la obtenida en la oscuridad en los otros tratamientos de temperatura. Sin embargo, en *M. vulgare* la fluctuación de temperatura en presencia de luz no incrementó la germinación significativamente con respecto a los otros tratamientos de temperatura y su efecto sólo es apreciable en la germinación a la oscuridad.

En relación a otras especies de lamiáceas se ha encontrado que el requerimiento de luz no se presenta en todas las especies de la familia, por ejemplo, las semillas de especies aromáticas como el

tomillo (*Coridothymus capitatus*), son indiferentes a la luz, pero las semillas de orégano (*Origanum vulgare*) requieren de luz para germinar (Thanos y col., 1995), o bien en *S. hispanica* el requerimiento de luz depende de las condiciones de temperatura (Labouriau y Agudo, 1987).

## Cambios a través del tiempo en semillas enterradas y almacenadas en el laboratorio

Mucho se ha estudiado el efecto de los factores climáticos sobre la capacidad germinativa en semillas, principalmente de malezas, las cuales tienden a formar bancos de semillas, como un carácter adaptativo (Thompson y Grime, 1979). Los bancos contienen semillas de especies que representan la vegetación de un área, aún cuando no estén presentes (Brown, 1992), y están formados por semillas viables localizadas por encima o por debajo de la superficie del suelo.

Al caer las semillas al suelo y formar parte de un banco, están expuestas a todas las variaciones climática y microclimáticas que puedan presentarse en el sitio de depósito, con la desventaja de que al no haber remoción de la tierra los bancos de semillas decaen debido a factores ambientales (patógenos de los suelos, depredación, germinación en épocas no adecuadas etc.) (Thompson y Grime, 1979).

En este trabajo como en muchos otros las semillas se enterraron para simular un banco de semillas y posteriormente se recuperaron y realizaron pruebas de germinación bajo condiciones óptimas, con el propósito de conocer cuáles son los factores que mantienen por lo menos a una proporción de cada población de semillas dentro del banco.

Los resultados demuestran que existe una selección de mecanismos, como los ciclos de latencia y no latencia a lo largo del tiempo, ocasionados principalmente por las variaciones de temperatura del medio (Thompson y Grime, 1979; Bouwmeester y Karssen, 1993), que actúan directamente en la semilla provocando cambios en el balance hormonal; éste dispara la respuesta germinativa regida por la concentración interna de las hormonas presentes en las semillas, en donde el AG es promotor y el ácido abscísico (ABA) es inhibidor de la germinación (Bewley y Black, 1985). Pero así como la temperatura puede romper períodos de latencia, también es probable que las altas o las bajas temperaturas induzcan latencia secundaria más rápido cuando las semillas están en obscuridad, (Karssen, 1980; Totterdell y

Roberts, 1980; Baskin y Baskin, 1983 y 1985; Baskin y col., 1987; Pons, 1983). En lamiáceas se ha visto que la latencia secundaria puede ser impuesta por luz o altas temperaturas (Thanos, 1995).

La respuesta al enterramiento en éste trabajo se observa al comparar la respuesta germinativa de éstas con los cambios ocurridos en las semillas almacenadas en el laboratorio durante los mismos períodos. En las enterradas se observó que la latencia primaria es removida más rápido después de un tiempo de enterramiento y cuando las condiciones ambientales, entre ellas la temperatura, no fueron favorables se presentó la latencia secundaria, lo cual fue más marcado en *S. lavanduloides*. La latencia secundaria en nuestras especies se expresó generalmente en los meses más fríos del año, lo que sugiere que la temperatura fue un factor importante en la imposición de la latencia secundaria en estas especies, al igual que ocurre con otras especies (Derks y col. 1993).

Hay que diferenciar la latencia secundaria que se expresa en las pruebas del laboratorio cuando las semillas ya han sido desenterradas, de aquella que obliga a las semillas a permanecer dentro del banco de semillas. Cuando las semillas al ser desenterradas expresan su máxima germinación al colocarse en condiciones de luz, temperatura y humedad adecuadas, significa que eran factores del ambiente del suelo los que impedían su germinación, pero que éstos factores no modificaron internamente a las semillas. En cambio si la población de semillas continúa expresando en estas condiciones una capacidad germinativa baja, significa que los mismos factores del suelo: luz, temperatura, humedad, concentración de gases, etc., han modificado internamente a la población (como en *S. lavanduloides* y *S. mexicana*) o a sólo una parte de la población de semillas (más claro en *M. vulgare*).

Algunos autores señalan que la única limitante para la germinación en semillas de malezas enterradas es la luz (Scopel y col., y 1994). Partiendo de esto, se presume que las semillas de plantas arvenses pueden localizarse hasta 20 cm de profundidad del suelo (aproximadamente el 97%), (Frous-Williams y col. 1983); aquellas semillas que se encuentran a profundidades mayores de 6 mm., no tienen posibilidad de que se dispare la germinación, debido a que la luz no penetra hasta ésta profundidad y en capas más superficiales hay un sesgo de la luz hacia el rojo lejano imponiendo una latencia secundaria (Woolley y Stoller, 1978; Bliss y Smith, 1985).

Por otra parte existen otros factores en la atmósfera del suelo, como la temperatura, la concentraciones de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N, etc., que pueden establecer una latencia secundaria. La cual actúa en lugar de la latencia inicial o bien se suma a ésta (Karssen, 1980). La latencia secundaria actúa incluso en muchas especies de malezas en las que la latencia innata ha desaparecido, por lo que las semillas no latentes podrían germinar en luz y oscuridad pero el O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> son los posibles factores que contribuyen a la latencia impuesta (Weerakoon y Lovett, 1986).

Este es el caso de las especies estudiadas que conservan su fotoblastismo positivo, por lo que la ausencia de luz puede ser un motivo suficiente para que se conserven en el banco de semillas, sin embargo la germinación esporádica de las muestras de las tres especies en la oscuridad indica que otros factores del suelo también están influyendo sobre su permanencia en el mismo, además del desarrollo corto o prolongado de una latencia secundaria que implica cambios internos de la semilla.

Las semillas de las especies enterradas en este trabajo estuvieron expuestas a temperaturas ambientales y por consiguiente a cambios hormonales que pueden disparar una respuesta germinativa dependiente o independiente de la calidad de luz (Pons, 1983). Sin embargo, en éste caso la temperatura pudo haber sido el factor que indujo la latencia secundaria que se expresó, incluso en las pruebas de laboratorio de estas semillas, ya que la latencia puede ser el resultado de la exposición a las variaciones ambientales de la temperatura a las que fueron expuestas las semillas durante el enterramiento (Baskin y Baskin, 1983 y 1985; Baskin y col., 1987; Karssen, 1980).

En las tres especies hubo períodos de latencia secundaria, que coinciden con aquellos que se observan en las semillas almacenadas en el laboratorio. Dado que las condiciones ambientales de almacenamiento de las semillas difieren tanto, difícilmente pueden ser atribuibles a las características del ambiente de almacenamiento. Aunque el hecho de que se exprese la latencia secundaria en ambos lotes en la época fría del año podría reafirmar el papel de la temperatura en su desarrollo. En el laboratorio el cambio de temperatura es menor que en el campo, pero si es apreciable. Seguramente esta diferencia es lo que hace que la latencia endógena no se desarrolle en muchos casos en forma simultánea, ni con la misma duración en las semillas enterradas y las almacenadas en el laboratorio salvo en el caso de *S. mexicana*.

De acuerdo con Baskin y Baskin (1988), en las anuales de invierno la latencia secundaria está inducida por las bajas temperaturas y por las altas temperaturas en las anuales de verano. Simultáneamente con el desarrollo de la latencia secundaria, Baskin y Baskin (1988) también establecen que en anuales de invierno se ha encontrado que las altas temperaturas pueden promover la postmaduración y las bajas temperaturas la inhibición, comportamiento que coincide tanto con las semillas enterradas como con las del laboratorio.

Esto da lugar a que en la lamiácea *Lamium amplexicaule* en condiciones de altas temperaturas asociadas con el enterramiento durante el verano pueden estar promoviendo la postmaduración (Baskin y Baskin, 1988). Al inicio del otoño la especie presenta dos poblaciones: una de semillas no latentes con postmaduración durante el verano y otra de semillas latentes producidas durante el otoño.

Durante el invierno, las semillas no latentes disminuyen la germinación, (en condiciones de luz y a bajas temperaturas), aunque esto no implica que pierdan su capacidad germinativa, mientras que las semillas latentes aumentan su capacidad germinativa con luz y bajas temperaturas. Generalmente estas semillas no germinan durante julio y agosto porque la temperatura del medio no es la requerida para la germinación. Por septiembre y octubre los requerimientos de temperatura de las semillas se sobrelapan con las del medio y germinan rápidamente en luz, siempre y cuando la humedad no la limite.

Aunque las semillas aquí estudiadas no son anuales de invierno, presentaron un fenómeno similar. En las muestras de semillas donde se presentó la latencia secundaria, una parte de la población fue latente mientras que la otra no. Sin embargo en *S. Mexicana* prácticamente toda la población presentaba períodos de latencia, tanto en las semillas del laboratorio como en las enterradas. Las semillas enterradas de las otras dos especies estaban constituidas por semillas con dos poblaciones o subpoblaciones, una latente y otra no latente.

Debido a las condiciones climáticas del Valle de México, de una zona templada de altura con amplias variaciones de temperatura y en base a que las temperaturas características de un invierno temprano producen la pérdida en la capacidad germinativa en la obscuridad y en que temperaturas



características de una primavera temprana causan una reducción en el porcentaje de germinación a la luz (Baskin y Baskin, 1988), se puede explicar porque no existe una clara relación en las especies estudiadas entre el enterramiento, época del año y germinación en la oscuridad.

En muchos casos semillas con diferentes formas, tamaños, colores o pesos, pueden encontrarse con diferentes requerimientos fisiológicos para la germinación (diferentes tiempos de estratificación etc.) (Cohen, 1966). Esto sumado a que las semillas con latencia fisiológica presentan cambios continuos en la respuesta a la luz y a la temperatura, entre los estados latentes y no latentes (Werakoon y Lovett, 1986) y a que estas variaciones dependen de factores ambientales tanto para presentarse como para expresarse, hace que las diferencias en la germinación tanto en el campo como en el laboratorio sea un problema complejo; tanto para las especies estudiadas en éste trabajo como para otras.

## IX. CONCLUSIONES

1. Las especies estudiadas presentaron latencia endógena en diferentes grados, superficial en el casos de *M.vulgare* cosecha 1994 y *S. lavanduloides* (para ambas cosechas) y profunda en el casos de *M.vulgare* cosecha de 1993 y *S. mexicana* (en ambas cosechas).
2. También se presentó latencia secundaria muy relacionada con los periodos de bajas temperaturas estacionales (invierno).
3. La latencia endógena y secundaria se rompió fácilmente por medio de ácido giberélico.
4. Con respecto a la temperatura, la germinación no presentó diferencias significativas entre 25°C (temperatura constante) y los intervalos de 15 y 30°C (temperatura alternante), lo que significa que la germinación no dependió directamente de la temperatura, o al menos en el caso de las especies nativas.
5. Los resultados del tratamiento de estratificación indicaron que periodos de estratificación más prolongados probablemente pudieran inducir la germinación.
6. Por otra parte el efecto materno podría haber jugado un papel muy importante en las diferencias encontradas en las cosechas.
7. La respuesta germinativa en estas especies fue afectada por los tratamientos de luz y oscuridad, por lo que se infiere que se trata de especies fotoblásticas.

## X . LITERATURA CITADA

- Aguirre, A. 1994. Herbario medicinal del Instituto Mexicano del Seguro Social información etnobotánica. IMSS. México. Pp. 99 - 108.
- Alcaraz, A.F.J., Sánchez G.P. y Correal C.E. 1989. Catalogo de las plantas aromáticas. condimentarias y medicinales de la región de Murcia. Instituto Nacional de Investigación agraria. España.
- Barton, L.V. 1962. The germination of weed seeds. Weeds. 2:174-181.
- Baskin, J.M. y Baskin, C.C. 1968. The germination pattern of three winter annuals. Bowletin of the torrey Botanical Club. 95 (4):331-335.
- Baskin, C.C. y Baskin, J.M. 1969. Germination and dormancy in cedar glade plants. IV. *Isanthus brachatus*, *panicum capillare*, *cyperus inflexus*, *eragrostis spectabilis* and *ruellia humilis*. Journal of the Tennessee Academy of Science. 44:69-70.
- Baskin, J.M. y Baskin C.C. 1974. Breaking dormancy in seeds of *Isanthus brachiatus* (Labiatae) with gibberelic acid. OYTON 32 (2):159-165.
- Baskin, J.M. y Baskin, C.C. 1981. Season changes in the germination response of buried *Lamium amplexicaule* seed. Weed Research. 1981. Vol 21.299-306.
- Baskin, J.M. y Baskin C.C. 1983. Seasonal changes in the germination response of buried seed of *Arabidopsis thaliana* and ecological interpretation. Bot. Gaz. 144 (4):540-543.
- Baskin, J.M. y Baskin C.C. 1985. The nannual dormancy cycle in buried weed seeds a continuum. Bio Science. 35 (8):492-498.
- Baskin, J.M. y Baskin C.C. 1987. Temperature requeriments for after-ripening in buried seed of four somer annual weeds. Weed Research. 27:385-389.
- Baskin, J. y Baskin, C. 1988. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. Amer J. Bot. 75 (2). 286-305.
- Benítez, B.G. 1986. Arboles y flores del Ajusco. Instituto de Ecología. Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. México D.F. Pp. 11 - 24.
- Begon, M., Harper, J.L. y Townsend, C.R. 1988. Ecología individuos. poblaciones y comunidades. Ed. Omega. Barcelona. España. Pp. 726-746.
- Bewley, J.D. y Black, M. 1985. Seeds-Physiology of Development and Germination. Plenum Press. U.S.A. 367 pp.
- Bidwel, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. ed. AGT. México D.F. Pp. 569 - 586.

- Black, M. 1970. Seed germination and dormancy. *Sci. Prog. Oxf.* 58: 379-393.
- Bliss, D. y Smith, H. 1985. Penetration of light into soil and its role in the control of seed germination. *Plant cell and environment.* 8; 475-483.
- Bouwmeester, H.J. y Karssen, C.M. 1993. Annual changes in dormancy and germination in seeds of *Sisymbrium officinale*(L) Scop. *NewPhytology* : 179-191.
- Brockie, R.E. Loope, L.L. Usher, M.B. Hamann, O. 1988. I Invasions of Island Nature Reserves. *Biological conservation.* 44:9 - 36.
- Brown, D. 1992. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and emergence methods. *Can. J. BOT.* 70:1603-1611.
- Carpita, N.C. y Nabors, M.W. 1981. Growth physics and water relations of red-light-induced germination in lettuce seeds. *Planta* 152:131-136.
- Côme, D. 1970. Les obstacles a la germination. Masson. et cie editeurs. Paris. 162 Pp.
- Colbert. 1988. Plant Molecular biology of phytochrome. *cell and environment.* 11: 305-318.
- Cristi, L.A. y Durán, J.M. 1984. Las semillas de la fitocenosis "Hayedo de Montejo de la Sierra (Madrid)" y su germinación en condiciones controladas. *OYTON* 44: 17-24.
- Crosby, A.W. 1973. The Columbian Exchange. Biological y cultural consecuencias of 1947. Greenwood Press. INC. West port. Connecticut.
- Devlin. R.M. 1982. Fisiología vegetal. ed. Omega. Barcelona. España. Pp. 383 - 442.
- Derks, M.P.M. Smidt, W.J. Van der Plas, L.H.W. y Karssen, C.M. 1993. Changes in dormancy of *Sisymbrium officinale* seeds do not depend on changes in respiratory activity. *Physiologia Plantarum* 89: 707-718.
- Ellis, R.H. y Roberts, E.H. 1980. The influence of temperature y moisture on seed viability period in Barley (*Hordeum distichum* L.). *Ann. Bot.* 45. 31-37.
- Enu-Kuesi, L. y Dumbroff, E.B. 1980. Changes in phenolic inhibitors in seed of *Acer saccharum* during stratification. *Journal of Experimental Botany.* 31 (121): 425-436.
- Erasmus, D. J. y Staden, J. V. 1986. Germination of *Chromolaena odorata* (L) K y R achenes: effect of temperature. imbibition and light. *Weed Research.* 26:75-81.
- Fitter, A. H. y Hay, R.K.M. 1983. Environmental Physiology of Plants. Academic Press. Inc. 2nd ed. U.S.A.

- Font Quer, P. 1962. Plantas medicinales. ed. Labor. Barcelona España. 1033 pp.
- Frous-Williams, R.J. Chancelos, J.J. y Drennan, D.S. 1983. Influence of cultivation on régime of buried weed seeds in arable cropping system *Journal of applied ecology* 20: 69-73.
- Garcidueñas, M.R. y Ramirez, H. 1993. Control hormonal del desarrollo de las plantas fisiología-tecnología-experimentación. ed Limusa. Mexico.
- Girard, J. 1990. Study of the inheritance of seed primary dormancy and the ability to enter secondary dormancy in *Petunia*: influence of temperature light and gibberellic acid on dormancy. *Plant Cell and Environment* 13: 827-832.
- Grime, J.P. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. De LIMUSA. México.
- Gutterman, Y. 1982. Phenotypic maternal effect of photoperiod on seed germination. En: Khan. A.A. (ed.). *The Physiology y Biochemistry of Seed Development. Dormancy and Germination.* Elsevier Biomedical Press. Pp.67-79.
- Hand, D.J. Craig, G. Takaki, M. y Kendrick, E. 1982. Interaction of light and temperature on seed germination of *Rumex obtusifolius*. *Planta* 156: 457-460.
- Harlan, J.R. y Wet, J.M.J. 1965. Some thoughts about weeds. *Econom. Bot.* 19:16:24.
- Harper, J.L. 1957. The ecological significance of dormancy and its importance in weed control proceeding of the 4th International Congress of Crop Protection. Vol I. Hamburg.
- Harper, J.L. 1977. *Population Biology of Plants.* Academic Press. London. pp. 61-82.
- Harrington, J.F. 1972. en *seed biology.* vol III. Academic Press. Londres. 219-235.
- Hendry, G.A.F. y Grime, J.P. 1993. *Methods in comparative Plant ecology a laboratory manual.* Chapman y Hall, Great Britain.
- Heywood, V.H. 1985. *Las plantas con flores.* Ed. Reverté. España. Pp. 235.
- Holm, L.C. Pancho, J.V., Herberger, J.P. y Plucknett, D.L. 1979. *A geographical Atlas of the world weeds.* John Wiley. New York. 391 Pp.
- Holmes, M.G. y Smith, H. 1975. The function of phytochrome in plants growing in the natural environment. *Nature* 254: 512-514.
- Hou, J.Q. y Simpson, G.M. 1993. Germination response to phytochrome depends on specific dormancy states in wild oat (*avena fatua*). *CAN. J. BOT.* Vol. 71 1528- 1532.

- Karssen, C.M. 1980. Patterns of changes in dormancy during burial of seeds in soil. *Israel Journal of Botany* 29: 65-73.
- Karssen, C.M. 1980. Environmental conditions and endogenous mechanisms involved in secondary dormancy of seed. *Israel Journal of Botany*. 29:45-64.
- Kruger, F.J. Richardson, D.M. y Wilgen, B.W.van. 1987. Processes of invasion by alien plants. *South African Forestry Research Institute*. 145-155.
- Labuoriau, L.G. y Agudo, M. 1987. On the physiology of Seed Germination in L. II. Temperature Interactions: Preliminary Results. *An.Acad.brasil.Cienc.* 59; 57-69.
- Leung, D.W.M. y Bewley, J.D. 1981. Red light- and gibberellic acid-enhanced alfa-galactosidase activity in germinating lettuce seeds. cv. *Gry Rapids*. *Planta* 152: 436-441.
- Lewak, S. y Kan, A.A.. 1977. Mode of action of gibberellic acid and light on lettuce seed. *Plant Physiol.* 60: 575-577.
- Macdonald, I.A.W. 1988. Introduced species in nature reserves in mediterranean type climatic regions of the world. *Biological conservation* 44 pp.37-66.
- Macdonald, I.A.W. y Frame, G.W. 1988. The invasion of introduced species into nature reserves in tropical savannas and dry woodlands. *Biological conservation*.44. 67-93.
- Martínez, M. 1959. *Las plantas medicinales de México*. cuarta edición. ediciones Botas. México.
- Martínez, M. 1979. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas Mexicanas*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Martínez, M.A. 1988. *Contribuciones Iberoamericanas al mundo. botánica. medicina. agricultura*. ed. Anaya. España. Pp. 126.
- Meyer, S. E. McArthur, E.D. y Jorgensen, G.L. 1989. Variation in germination response to temperature in rubber rabbitbrush (*Chrysothamnus nauseosus*: Asteraceae) and its ecological implications. *Amer. J. Bot.* 76(7): 981-991.
- Mayer, A. M. y Shain, Y. 1974. Control of seed germination. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 25: 167-193.
- Ogawa, K. y Mototani, I. 1985. Invasion of the introduced dyelions and survival of the native ones in the tokyo metropolitan area of japan. *Jap. J. Ecol.*35:443-452.
- Orozco-Segovia, A. y Vázquez-Yanes, C. 1989. Light effect on seed germination in *Piper L.* *Acta Oecologica Oecologia-Plantarum* 10:123-146.
- Orozco-Segovia, A. y Vázquez-Yanes, C. 1992. Los sentidos de las plantas. La sensibilidad de las semillas a la luz. *Ciencias*. 43. 399-411.

- Orozco-Segovia A. y Vázquez-Yanes, C. 1993. Especies invasoras su impacto sobre las comunidades bióticas. en serie de cuadernos de conservación No. 2. Pronatura AC. México D.F. 53 Pp.
- Patterson, D.T. y Mortensen, D.A. 1985. Effects of temperature and photoperiod on comon crupina (*Crupina vulgaris*). *Weed Science*. 33:333-339.
- Peña, J. Aparicio-Trejo. P. y Sanchez-Diaz, M. 1988. Dormancy mechanism and the effect of scarification in the germination of *Halimium halimifolium* sedd. *J. Plant Physiol.* vol.132. pp.54-58.
- Pérez-García, F. y Durán. 1990. Thr rffect of giberellic acid on germination of *Onopordum nervosum* Boiis. seeds. *Seed Sci y Technol*. 18:83-85.
- Pons, T.L. 1983. Significance of inhibition of seed germination under the leaf canopy in ash coppice. *Plant Cell and Enviroment*. 6:385-392.
- Pons, T.L. 1984. Possible significance of change in the light requeriment of *Circium palustre* seeds after dispersal in ash coppice. *Plant Cell and Enviroment*. 7:263-268.
- Pons, T.L. 1986. Response of *Plantago major* seeds to the red/far red ratio as influenced by other enviromental factors. *Physiol. Plantarum*. 68: 252-258.
- Priestley, D.A. 1986. Seed aging: Implications for seed storage and persistence in trhe soil. Comstock Cornell Univ. Press. N.Y.
- Probert, R. J. 1992. The role of temperature in germination ecophysiology. En: Fenner. M. (ed.). *Seeds- The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. C×A×B International. United Kingdom. pp. 285-325.
- Ren, Z. y Abbot, Jr. 1991. Seed domancy in Mediterranean *Senecio vulgaris* L. *New Phytol* 117:672-678.
- Roach, D.A. y Wulff, R.D. 1987. Maternal effects in plants. *Annu. Rev. Ecol. Syst*. 18:209-235.
- Roberts, E. H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Sci. & Technol*. 1: 499-514.
- Roberts, E. H. 1988. Temperature and seed germination. In S.P.Long y F.I. Woodward (eds). *Plants and temperature*. Cambridge. 109-132.
- Rzedowski, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Angel. Distrito Federal. México. *An. Esc.Nal. de Ciencia Biologicas*. México. 8:59-129.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. LIMUSA. México Pp. 57 - 96.

- Rzedowski, J. y Rzedowski, G. de. 1985. Flora fanerogámica del Valle de México. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto de Ecología. II:291-297.
- Rzedowski, J. y Equihua, M. 1987. Las Malezas en: Atlas Cultural de México. Ed. Grupo Planeta. Pp 168 - 172.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botánica Mexicana 14. México. pp. 3-21.
- Rzedowski, J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica Mexicana: Una apreciación analítica preliminar. Acta Botánica Mexicana 15. México. pp. 47-64.
- Rzedowski, J. y Calderón, G. 1993. Datos sobre la dinámica de la flora fanerogámica del valle de México. con énfasis en especies nativas raras. en peligro de extinción y aparentemente extintas. Acta Botánica Mexicana. 25; 81- 108.
- Sánchez, S. O. 1969. La flora del Valle de México. Ed. Herrero. S.A. México. Pp. 330-344.
- Salisbury, F.B. y Ross, C.W. 1991. Plant Physiology. fourth edition. Wadsworth Publishing Company. Belmont. California. pp 372 -558.
- Sendel, J.W., Schenkeveld, A.J. y Vekaar, H.J. 1986. The combined effect of temperature and far-red ratio on the germination of some short-lived chalk grassland species. Acta Oecologica. Plant. 7:251-259.
- Scopel, A.L. Ballaré, C.L. y Sánchez, R.A. 1991. Introduction of extreme light sensitivity in buried weed seeds and its role in the perception of soil cultivations. Plant. Cell y Environment 14: 501-508.
- Skordilis, A. y Thanos, C.A. 1995. Seed stratification and germination strategy in the mediterranean pines *Pinus brutia* and *P. halepensis*. Seed Sci. Res. 5:151-160.
- Smith, H. 1982. Light quality photoperception and plant strategy. Ann. Rev. Plant. Physiol. 33: 481-518.
- Thanos, C.A. Kadis, C.C. y Skarou, F. 1995. Ecophysiology of germination in the aromatic plants thyme, savory and orégano (Labiatae). Seed Science Research 5:161-170.
- Thompson, P. A. 1970. Characterization of the germination response to temperature of species and ecotypes. Nature 225:827-831.
- Thompson, P. A. 1973. Geographical adaptation of seeds. En: Heydecker. W. (ed.). Seed Ecology. The Butterworth Group. London. 578 pp.
- Thompson, K., Grime, J.P. y Mason, G. 1977. Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperature. Nature. 267 :117-119.



- Thompson, K. y Grime, J.P. 1979 "Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats". *Journal of Ecology* 67: 893-921.
- Totterdell, S. y Roberts, E. H. 1980. Characteristics of alternating temperatures which stimulate loss of dormancy in seeds of *Rumex obtusifolius* L. and *Rumex crispus* L. *Plant Cell and Environment*. 3:3-12.
- Toyomasu, T., Yamane, H., Murofushi, N. y Inoue, Y. 1994. Effects of exogenously applied gibberellin and red light on the endogenous levels of abscisic acid in photoblastic lettuce seed. *Plant Cell Physiology*. 35 (1); 127-129.
- Tutin, T.G. 1972. *Flora Europea*. Cambridge at the university press. Great Britain. Pp 126- 137.
- Usher, M.B. 1988. The ecology of biological invasions into nature reserves: An introduction. *Biological Conservation* 44. pp. 1-8.
- Vázquez-Yanes C. 1987. Los bancos de almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales. *Ciencias*. 38. 239-246.
- Vázquez-Yanes C., Orozco-Segovia A., Sánchez-Coronado M.E., Rojas-Arechiga M. y Cervantes Virginia. 1997. La reproducción de las plantas, semillas y meristemos. Fondo de Cultura Económica. México D.F. (en prensa).
- Villegas de Gante, M. 1979. Malezas de la cuenca del Valle de México. Instituto de ecología. Museo Natural de la Ciudad de México. México. Pp.16-18.
- Villiers, T.A. 1972. Seed dormancy in: *Physiological ecology a series of monographs*. text and figures. pp. 220-276.
- Villiers, T.A. y Edcumbe, D.J. 1975. On the cause of seed deterioration in dry storage. *Seed Sci and Technol*. 3:761-774.
- Fenner, M. 1985. *Seed Ecology*. Chapman y Hall. Great Britain. 151 pp.
- Vincent, B.M. y Roberts, E.H. 1979. The influence of chilling, light and nitrate on the germination of dormant seeds of common weed species. *Seed Sci. Technol* 7: 3-14
- Weerakoon, W.L. y Lovett, J.V. 1986. Studies of *Salvia reflexa* Hornem. III. Factors controlling germination. *Weed Research* 26: 269-276.
- Woolley, J.T. y Stoller, E.W. 1978. Light penetration and light-induced seed germination in soil. *Plant Physiology* 61; 597-600.
- Wulff, R. y Medina, E. 1971. Germination of seed in *Hyptis suaveolens* Poit. *Plant and Cell Physiology*. 12:567-576.

Wulff, R.D. 1995. Environmental maternal effects on seed quality and germination. En Kigel, J. and Galili G. Seed development y germination. Marcel Dekker. INC. N. Pp. 491-505.

XI APENDICE

	INICIO	SEPARACION	AG (ppm)		
			250	500	1000
	%	%	%	%	%
<u>Marrubium vulgare</u>	12	49	65	75	83
<u>Salvia lavanduloides</u>	10	52	95	80	66
<u>Salvia mexicana</u>	31	91	90	96	97

Pruebas de germinación en semillas recién colectadas.  
Cosechas 1994.

COSECHAS		% DE SEMILLAS QUE FLOTAN	% DE SEMILLAS QUE NO FLOTAN
<u>M.vulgare</u>	(93)	49.0	51.0
<u>M.vulgare</u>	(94)	42.0	58.0
<u>S.lavanduloides</u>	(93)	55.0	45.0
<u>S.lavanduloides</u>	(94)	51.0	49.0
<u>S.mexicana</u>	(93)	70.0	30.0
<u>S.mexicana</u>	(94)	38.0	62.0

Prueba de flotación para las semillas de la cosecha 1994.

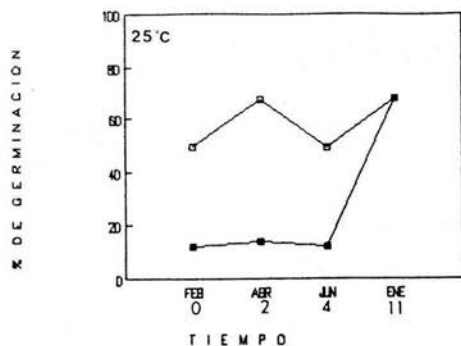


Fig. 7

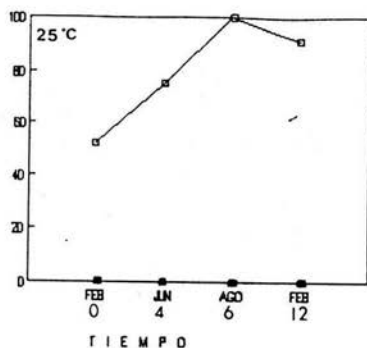


Fig. 8

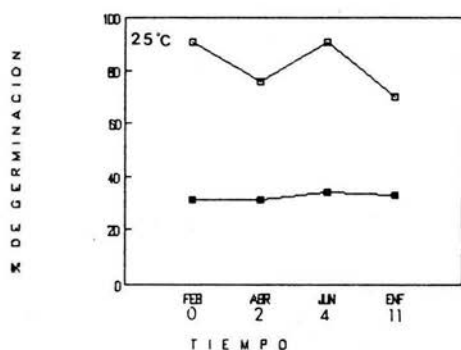


Fig. 9

Fig. 7. Germinación a lo largo de un año de semillas de *Marrubium vulgare* cosecha 1994, almacenadas en el laboratorio, sin separar (■) y previamente separadas por el método de flotación (□). La temperatura de germinación fue constante a 25°C.

Fig. 8. Germinación a lo largo de un año de semillas de *Salvia lavanduloides* cosecha 1994, almacenadas en el laboratorio, sin separar (■) y previamente separadas por el método de flotación (□). La temperatura de germinación fue constante a 25°C.

Fig. 9. Germinación a lo largo de un año de semillas de *Salvia mexicana* cosecha 1994, almacenadas en el laboratorio, sin separar (■) y previamente separadas por el método de flotación (□). La temperatura de germinación fue constante a 25°C.

M.vulgare Analysis of Variance for MVP.LUZ - Type III Sums of Squares Testigo

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:MVP.TEMP	280.02273	1	280.02273	13.094	.0008
B:MVP.TIEMPO	178.44886	2	89.22443	4.172	.0226
RESIDUAL	855.41477	40	21.385369		
TOTAL (CORRECTED)	1313.8864	43			

4 missing values have been excluded.

All F-ratios are based on the residual mean square error.

S.lavandulodes Analysis of Variance for SLP.LUZ - Type III Sums of Squares

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SLP.TEMP	.111111	1	.111111	.001	.9724
B:SLP.TIEMPO	31.500000	2	15.750000	.177	.8390
RESIDUAL	2855.3889	32	89.230903		
TOTAL (CORRECTED)	2887.0000	35			

0 missing values have been excluded.

All F-ratios are based on the residual mean square error.

S.mexicana Analysis of Variance for SMP.LUZ - Type III Sums of Squares

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SMP.TEMP	164.20455	1	164.20455	3.674	.0624
B:SMP.TIEMPO	212.94129	2	106.47064	2.382	.1053
RESIDUAL	1787.6496	40	44.691241		
TOTAL (CORRECTED)	2164.7955	43			

4 missing values have been excluded.

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Marrubium vulgare cosecha 1993  
 Analysis of Variance for MV93.LUZ - Type III Sums of Squares Testigos

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A: MV93.TEMP	101.69303	2	50.846514	5.037	.0094
B: MV93.TIEMPO	618.20979	7	88.315684	8.749	.0000
RESIDUAL	625.85839	62	10.094490		
TOTAL (CORRECTED)	1345.7612	71			

Analysis of Variance for MV93.OBSC - Type III Sums of Squares Testigos

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A: MV93.TEMP	7.69466	2	3.847331	1.326	.2729
B: MV93.TIEMPO	341.41927	7	48.774182	16.813	.0000
RESIDUAL	179.86009	62	2.9009693		
TOTAL (CORRECTED)	528.97403	71			

Analysis of Variance for MV93S.LUZ - Type III Sums of Squares Sitios

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A: MV93S.TEMP	426.6155	2	213.30775	18.341	.0000
B: MV93S.SITIO	1.1204	2	.56019	.048	.9530
C: MV93S.TIEMPO	1588.1209	7	226.87442	19.507	.0000
RESIDUAL	2372.5461	204	11.630128		
TOTAL (CORRECTED)	4388.4029	215			

Analysis of Variance for MV93S.OBSC - Type III Sums of Squares Sitios

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A: MV93S.TEMP	150.17864	2	75.089321	15.732	.0000
B: MV93S.SITIO	31.84173	2	15.920867	3.336	.0375
C: MV93S.TIEMPO	255.95331	7	36.564758	7.661	.0000
RESIDUAL	973.67754	204	4.7729291		
TOTAL (CORRECTED)	1411.6512	215			

0 missing values have been excluded.  
 All F-ratios are based on the residual mean square error.

## Salvia lavanduloides cosecha 1993

## Analysis of Variance for SL93T.LUZ - Type III Sums of Squares Testigos

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SL93T.TEMP	3.1587	2	1.57937	.128	.8800
B:SL93T.TIEMPO	2228.3206	6	371.38677	30.137	.0000
RESIDUAL	591.50794	48	12.323082		
TOTAL (CORRECTED)	2894.9825	56			

## Analysis of Variance for SL93T.OBSC - Type III Sums of Squares Testigos

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SL93T.TEMP	10.8810	2	5.44048	3.882	.0278
B:SL93T.TIEMPO	1289.1746	6	214.86243	153.319	.0000
RESIDUAL	63.063492	45	1.4014109		
TOTAL (CORRECTED)	1360.5370	53			

## Analysis of Variance for SL93.LUZ - Type III Sums of Squares Sitios

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SL93.TEMP	1196.7407	2	598.37037	22.589	.0000
B:SL93.SITIO	405.6296	2	202.81481	7.657	.0006
C:SL93.TIEMPO	558.4762	6	93.07937	3.514	.0026
RESIDUAL	4715.0370	178	26.488972		
TOTAL (CORRECTED)	6875.8836	188			

## Analysis of Variance for SL93.OBSC - Type III Sums of Squares Sitios

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SL93.TEMP	49.28042	2	24.640212	7.039	.0011
B:SL93.SITIO	93.78836	2	46.894180	13.397	.0000
C:SL93.TIEMPO	155.76720	6	25.961199	7.417	.0000
RESIDUAL	623.07937	178	3.5004459		
TOTAL (CORRECTED)	921.91534	188			

0 missing values have been excluded.

All F-ratios are based on the residual mean square error.

## Salvia mexicana cosecha 1993

## Analysis of Variance for SM93T.LUZ - Type III Sums of Squares Testigos

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SM93T.TEMP	12.69841	2	6.34921	2.025	.1419
B:SM93T.TIEMPO	796.98413	6	132.83069	42.367	.0000
RESIDUAL	169.30159	54	3.1352146		
TOTAL (CORRECTED)	978.98413	62			

## Analysis of Variance for SM93T.OBSC - Type III Sums of Squares Testigos

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SM93T.TEMP	69.23810	2	34.619048	4.714	.0130
B:SM93T.TIEMPO	381.93651	6	63.656085	8.669	.0000
RESIDUAL	396.53968	54	7.3433275		
TOTAL (CORRECTED)	847.71429	62			

## Analysis of Variance for SM93S.LUZ - Type III Sums of Squares Sitios

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SM93S.TEMP	16.07407	2	8.037037	2.799	.0636
B:SM93S.SITIO	4.96296	2	2.481481	.864	.4232
C:SM93S.TIEMPO	426.86772	6	71.144621	24.773	.0000
RESIDUAL	511.18519	178	2.8718269		
TOTAL (CORRECTED)	959.08995	188			

## Analysis of Variance for SM93S.OBSC - Type III Sums of Squares Sitios

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SM93S.TEMP	5.91534	2	2.957672	.983	.3763
B:SM93S.SITIO	10.23280	2	5.116402	1.700	.1856
C:SM93S.TIEMPO	224.69841	6	37.449735	12.444	.0000
RESIDUAL	535.70370	178	3.0095714		
TOTAL (CORRECTED)	776.55026	188			

0 missing values have been excluded.

All F-ratios are based on the residual mean square error.



## Marrubium vulgare cosecha 1994

## Analysis of Variance for MV94.LUZ - Type III Sums of Squares Testigos

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A: MV94.TEMP	171.90741	2	85.953704	21.458	.0000
B: MV94.TIEMPO	545.65741	11	49.605219	12.384	.0000
RESIDUAL	376.53704	94	4.0057132		
TOTAL (CORRECTED)	1094.1019	107			

## Analysis of Variance for MV94.OBSC - Type III Sums of Squares Testigos

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A: MV94.TEMP	1914.7407	2	957.37037	109.609	.0000
B: MV94.TIEMPO	695.1852	11	63.19865	7.236	.0000
RESIDUAL	821.03704	94	8.7344366		
TOTAL (CORRECTED)	3430.9630	107			

## Analysis of Variance for MV94S.LUZ - Type III Sums of Squares Sitios

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A: MV94S.TEMP	963.5802	2	481.79012	25.152	.0000
B: MV94S.SITIOS	75.2840	2	37.64198	1.965	.1419
C: MV94S.TIEMPO	1452.7006	11	132.06369	6.894	.0000
RESIDUAL	5899.7284	308	19.154962		
TOTAL (CORRECTED)	8391.2932	323			

## Analysis of Variance for MV94S.OBSC - Type III Sums of Squares Sitios

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A: MV94S.TEMP	1821.4074	2	910.70370	228.552	.0000
B: MV94S.SITIOS	17.2407	2	8.62037	2.163	.1167
C: MV94S.TIEMPO	362.0741	11	32.91582	8.261	.0000
RESIDUAL	1227.2778	308	3.9846681		
TOTAL (CORRECTED)	3428.0000	323			

0 missing values have been excluded.

All F-ratios are based on the residual mean square error.

## Salvia lavanduloides cosecha 1994

## Analysis of Variance for SL94T.LUZ - Type III Sums of Squares Testigos

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SL94T.TEMP	123.35185	2	61.675926	13.826	.0000
B:SL94T.TIEMPO	238.10185	11	21.645623	4.852	.0000
RESIDUAL	419.31481	94	4.4607959		
TOTAL (CORRECTED)	780.76852	107			

## Analysis of Variance for SL94T.OBSC - Type III Sums of Squares Testigos

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SL94T.TEMP	72.66667	2	36.333333	9.303	.0002
B:SL94T.TIEMPO	368.47222	11	33.497475	8.577	.0000
RESIDUAL	367.11111	94	3.9054374		
TOTAL (CORRECTED)	808.25000	107			

## Analysis of Variance for SL94S.LUZ - Type III Sums of Squares Sitios

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SL94S.TEMP	406.3519	2	203.17593	25.751	.0000
B:SL94S.SITIO	23.4630	2	11.73148	1.487	.2277
C:SL94S.TIEMPO	4042.8241	11	367.52946	46.582	.0000
RESIDUAL	2430.1111	308	7.8899711		
TOTAL (CORRECTED)	6902.7500	323			

## Analysis of Variance for SL94S.OBSC - Type III Sums of Squares Sitios

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SL94S.TEMP	23.33951	2	11.669753	2.774	.0640
B:SL94S.SITIO	17.67284	2	8.836420	2.100	.1242
C:SL94S.TIEMPO	832.50617	11	75.682379	17.990	.0000
RESIDUAL	1295.7284	308	4.2069104		
TOTAL (CORRECTED)	2169.2469	323			

0 missing values have been excluded.

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Salvia mexicana cosecha 1994

Analysis of Variance for SM94.LUZ - Type III Sums of Squares Testigos

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SM94.TEMP	10.88889	2	5.444444	1.330	.2695
B:SM94.TIEMPO	369.22222	11	33.565657	8.198	.0000
RESIDUAL	384.88889	94	4.0945626		
TOTAL (CORRECTED)	765.00000	107			

Analysis of Variance for SM94.OBSC - Type III Sums of Squares Testigos

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SM94.TEMP	81.55556	2	40.777778	12.071	.0000
B:SM94.TIEMPO	245.80556	11	22.345960	6.615	.0000
RESIDUAL	317.55556	94	3.3782506		
TOTAL (CORRECTED)	644.91667	107			

Analysis of Variance for SM94S.LUZ - Type III Sums of Squares Sitios

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SM94S.TEMP	63.68484	2	31.842418	3.579	.0291
B:SM94S.SITIO	39.46274	2	19.731368	2.218	.1106
C:SM94S.TIEMPO	968.81275	11	88.073886	9.899	.0000
RESIDUAL	2740.2555	308	8.8969336		
TOTAL (CORRECTED)	3812.2159	323			

Analysis of Variance for SM94S.OBSC - Type III Sums of Squares Sitios

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:SM94S.TEMP	84.0062	2	42.00309	18.617	.0000
B:SM94S.SITIO	6.1173	2	3.05864	1.356	.2593
C:SM94S.TIEMPO	1450.3210	11	131.84736	58.437	.0000
RESIDUAL	694.91358	308	2.2562129		
TOTAL (CORRECTED)	2235.3580	323			

0 missing values have been excluded.

All F-ratios are based on the residual mean square error.