

2-90



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

GERMINACION DEL PALO LOCO (Senecio praecox) EN RELACION CON LA DISPONIBILIDAD DE LUZ, TEMPERATURA, SUSTRATO Y PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A :

MARCIANA ANACLETO ANDRES



DIRECTOR ING. ABRON, FRANCISCO CAMACHO MORFIN



MEXICO, D. FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR

1998

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

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

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: germinación del Palo loco
(Senecio Praecox) en relación con la disponibilidad de luz, temperatura, -
sustrato y profundidad de siembra.

realizado por la pasante Anacleto Andrés Marciene

con número de cuenta 8023404-5 , pasante de la carrera de biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario Ing. Francisco Camecho Morfin
Propietario M. en C. Nicolás Aguilera Herrera
Propietario M. en C. Jaime Jiménez Ramírez
Suplente M. en C. Guillermina Murguía Sánchez
Suplente Ing. Guadalupe Morales Vigil
M. en C. Alejandro Martínez Mane

Consejo Departamental de Biología

SECRETARÍA GENERAL
DE BILOGIA

[Handwritten signatures]
M. en C. Virginia Abrón Batule
Ing. Guadalupe Morales Vigil

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se lo dedico especialmente a mi Padre, Sr. Luis Anacleto M., que en paz descanse, al cual pido me envíe su bendición desde dondequiera que se encuentre.

A mi Madre Maria Nicolasa Andres G. que tanta paciencia ha tenido para conmigo durante el transcurso de todo este camino.

A mi Esposo Alejandro A. Larrambebere R. por su estímulo, apoyo y paciencia para la realización de este trabajo.

Finalmente, a mi hermana Emiliana por su gran comprensión y ayuda durante todo este tiempo.

Agradezco especialmente la generosa dirección y ayuda brindada por el Ing. Francisco Camacho M., quien desempeñó un papel muy importante al alentarme y depurar mis escritos para dar lugar a este trabajo, bajo la luz de sus excelentes conocimientos.

Igualmente, agradezco al personal del CENIP-COMEF, INIFAP Coyoacán, D.F. por haberme permitido entrar y realizar este trabajo dentro de dicha Institución.

A los sinodales Ing. Guadalupe Morales V., M. en C. Nicolas Aguilera, M. en C. Guillermina Murguía y M. en C. Jaime Jiménez mis más profundos agradecimientos por sus numerosas y valiosas sugerencias para el mejoramiento del presente trabajo.

RESUMEN.

Con el fin de conocer el comportamiento germinativo de los aguénios del palo loco (*Senecio praecox* (Cav.) D.C.), se hizo una serie de cuatro experimentos, dos de ellos en cajas de Petri y los restantes en macetas. En los primeros se evaluó el efecto de los siguientes factores sobre la germinación: a) Sustrato de siembra (papel y suelo de bosque), b) Condiciones de iluminación (obscuridad y luz), c) Estados del vilano (presente y ausente) y d) Dos temperaturas de incubación (constante de 25 C en incubadora y oscilante de 12 a 38 C en invernadero). En los experimentos realizados en macetas, se evaluó la siembra superficial de aguénios sin cubrir, así como profundidades de siembra de 2.5, 5.0, 10.0 y 20.0 mm, tanto en un suelo franco rico en materia orgánica (suelo de bosque), como en gravilla de dacita (con partículas de 2 mm de diámetro).

En los experimentos realizados en cajas de Petri, se encontró que la luz, el sustrato y la temperatura no tuvieron un efecto determinante sobre la germinación. En cambio los aguénios con vilano tuvieron una germinación inferior al 60%, mientras que al eliminar esta estructura, la germinación frecuentemente superó al 80%, el proceso germinativo en ambos casos, fue relativamente rápido, ya que se efectuó en un lapso de 2 a 4 días.

En los experimentos que se hicieron en macetas se encontró que la mayor calidad de emergencia de plántulas, se consiguió con una profundidad de siembra de 2.5 mm, con un tiempo de emergencia entre los 5 y los 8 días, alcanzando porcentajes superiores al 80%. Al incrementar la profundidad de siembra, se tuvo una reducción significativa de la emergencia a partir de 5.0 mm, en las siembras que se hicieron en suelo, y desde los 10.0 mm en las realizadas en gravilla de dacita. Aún dentro de estos intervalos, los porcentajes de plántulas obtenidas en relación con las diásporas sembradas, se mantuvieron por arriba del 75%. Los aguénios no tuvieron problemas para germinar en la superficie del sustrato.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1. ASPECTOS BOTANICOS SOBRE <u>Senecio praecox</u> (Cav.) D.C.....	3
2.1.1. Descripción.....	3
2.1.2. Sinonimias.....	5
2.1.3. Nombres vulgares.....	5
2.1.4. Distribución.....	5
2.1.5. Fenología.....	6
2.1.6. Fauna asociada.....	8
2.1.7. Usos.....	8
2.2. ASPECTOS REFERENTES A LA GERMINACION DE SEMILLAS.....	8
2.2.1. Requisitos necesarios para la germinación.....	8
2.2.2. Etapas de la germinación de una semilla.....	9
2.2.3. Ocurrencia de la germinación.....	10
2.2.4. Germinación y emergencia.....	11
2.2.5. Características de la curva de germinación.....	11
2.3. CONCEPTOS SOBRE LATENCIA.....	12
2.3.1. Manifestación de la latencia en semillas.....	13
2.3.2. Causas de latencia.....	14
2.4. EFECTO DE ALGUNOS ELEMENTOS DEL MEDIO SOBRE LA GERMINACION.....	15
2.4.1. Temperatura.....	15
2.4.2. Efecto de la luz sobre la germinación.....	15
2.4.3. Efectos de las características de la luz sobre la germinación.....	15
2.4.4. Profundidad de siembra.....	17

2.4.5. Encostramiento del suelo.....	18
2.5. PROPAGACION SEXUAL DE COMPUESTAS.....	19
3. OBJETIVOS.....	21
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	21
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	21
4. MATERIALES Y METODOS.....	22
4.1. MATERIAL BIOLÓGICO.....	22
4.2. PRIMERA PARTE: EFECTO DE LA TEMPERATURA, LUZ, SUSTRATO Y LA PRESENCIA DEL VILANO EN LA GERMINACION DEL PALO LOCO (<u>Senecio</u> <u>praecox</u>).....	22
4.2.1 Condiciones de Incubación.....	22
4.2.2 Tratamientos.....	24
4.2.3. Eliminación del vilano.....	24
4.2.4. Unidad experimental.....	25
4.2.5. Sustratos.....	25
4.2.6. Iluminación.....	25
4.2.7. Distribución de las unidades experimen- tales.....	25
4.2.8. Evaluación de los experimentos.....	25
4.3. SEGUNDA PARTE: EFECTO DEL SUSTRATO Y LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA EMERGENCIA DEL PALO LOCO (<u>Senecio praecox</u>).....	26
4.3.1. Tratamientos.....	26
4.3.2. Unidad experimental.....	26
4.3.3. Condiciones de incubación.....	28
4.3.4. Sustratos.....	28
4.3.5. Llenado de las macetas.....	28
4.3.6. Siembra.....	28
4.3.7. Distribución de las unidades experimen- tales.....	29

4.3.8. Evaluación de los experimentos.....	29
4.4. ANALISIS NUMERICO DE LOS DATOS OBTENIDOS.....	29
4.4.1. Calculo de índices para evaluar la germinación.....	29
4.4.2. Análisis estadístico.....	32
5. RESULTADOS.....	33
5.1. PRIMERA PARTE: EFECTO DE LA TEMPERATURA, LUZ, SUSTRATO Y LA PRESENCIA DEL VILANO EN LA GERMINACION DEL PALO LOCO (<u>Senecio praecox</u>).....	33
5.1.1. Análisis gráfico de los resultados obtenidos en las siembras realizadas en cajas de Petri.....	33
5.1.2. Análisis de varianza de los experimentos trifactoriales.....	33
5.1.3. Comparación de las medias obtenidas por los factores luz, sustrato y presencia de vilano.....	37
5.2. SEGUNDA PARTE: EFECTO DEL SUSTRATO Y LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA EMERGENCIA DEL PALO LOCO (<u>Senecio praecox</u>).....	40
5.2.1. Análisis gráfico del efecto de la profundidad de siembra en dos sustratos.....	40
5.2.2. Análisis de varianza realizados.....	42
5.2.3. Agrupaciones de medias obtenidas en respuesta a la profundidad de siembra.....	42
6. DISCUSION.....	44
7. CONCLUSIONES.....	47
8. BIBLIOGRAFIA.....	48
9. ANEXOS.....	54

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fenología de <u>Senecio praecox</u> en el Pedregal de San Angel, D. F. México.....	7
Cuadro 2. Germinación de <u>Senecio praecox</u> en muestras de suelo tomadas en el Pedregal de San Angel, D. F., las cuales se incubaron en invernadero.....	7
Cuadro 3. Probabilidad de obtener un valor de F mayor o igual al observado, en la germinación de aquenios de <u>Senecio praecox</u> a temperatura constante de 25 °C, en relación con la disponibilidad de luz, el sustrato y la presencia de vilano (Nivel observado de significancia).....	36
Cuadro 4. Probabilidad de obtener un valor de F mayor o igual al observado, en la germinación de aquenios de <u>Senecio praecox</u> a temperaturas oscilantes de 12 a 38 °C, en relación con la disponibilidad de luz, el sustrato y la presencia de vilano (Nivel observado de significancia).....	37
Cuadro 5. Germinación de aquenios de <u>Senecio praecox</u> a temperaturas constantes de 25 °C y oscilantes de 12 a 38 °C , en relación con la disponibilidad de luz.....	38
Cuadro 6. Germinación de aquenios de <u>Senecio praecox</u> a temperaturas constantes de 25 °C y oscilantes de 12 a 38 °C, en relación con el sustrato de siembra empleado.....	38
Cuadro 7. Intervalo de germinación en días de <u>Senecio praecox</u> a temperatura constante de 25 °C , en relación con el sustrato y la presencia del vilano.....	39
Cuadro 8. Germinación de aquenios de <u>Senecio praecox</u> a temperaturas constantes de 25 °C y oscilantes de 12 a 38 °C, en relación con la presencia del vilano.....	40
Cuadro 9. Emergencia en aquenios de <u>Senecio praecox</u> sin vilano, en relación con el sustrato y la profundidad de siembra.....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aspectos morfológicos de <u>Senecio praecox</u>	4
Figura 2. Diagrama de flujo de la instalación de los experimentos para estudiar la germinación de <u>Senecio praecox</u> en relación con la presencia del vilano, el sustrato de siembra y la disponibilidad de luz.....	23
Figura 3. Secuencia metodológica para el estudio del efecto de la profundidad de siembra sobre la emergencia de <u>Senecio praecox</u> en dos sustratos.....	27
Figura 4. Germinación de aquenios de <u>Senecio praecox</u> sembrados en cajas de Petri en incubadora a 25 C, en relación con el sustrato, la presencia del vilano.....	34
Figura 5. Germinación de aquenios de <u>Senecio praecox</u> sembrados en cajas de Petri en invernadero (temperatura oscilante de 12 a 38 C), en relación con el sustrato, la presencia del vilano.....	35
Figura 6. Efecto de la profundidad de siembra y el sustrato sobre la emergencia de <u>Senecio praecox</u>	41

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Análisis de Varianza del Experimento sobre el Efecto de la luz, el sustrato y la presencia del vilano en la germinación de aquenios de Senecio praecox incubados a 25°C..... 55
- Anexo 2. Análisis de Varianza del Experimento sobre el Efecto de la luz, el sustrato y la presencia del vilano en la germinación de aquenios de Senecio praecox incubados en invernadero a temperaturas de 12 a 38 °C..... 57
- Anexo 3. Análisis de Varianza del Experimento sobre el Efecto de la profundidad de siembra en la emergencia del palo loco (Senecio praecox) en siembras realizadas en suelo de Bosque..... 59
- Anexo 4. Análisis de Varianza del Experimento sobre el Efecto de la profundidad de siembra en la emergencia del palo loco (Senecio praecox) en siembras realizadas en gravilla..... 61

1. INTRODUCCION.

El palo loco (Senecio praecox (Cav.) D.C.) pertenece a la familia Compositae, es una planta caducifolia, de porte arbustivo o arborescente de 1.5 a 5 m de altura, con aspecto de candelabro, la cual es el elemento dominante en la parte baja del Pedregal de San Angel (Rzedowski, 1954); también se le encuentra en la Sierra de Santa Catalina, en la de Guadalupe y en Milpa Alta, Distrito Federal, México (García, 1985).

Dentro del Plan de Manejo de la Reserva Ecológica "El Pedregal de San Angel", que lleva a cabo la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se ha considerado la producción artificial de plantas de palo loco (Rojo, 1994), la cual es también interesante por el empleo ornamental que se le da a la especie (García, 1985).

De acuerdo con visitas efectuadas al Jardín Botánico de la UNAM y al Vivero Netzahualcóyotl del Departamento del Distrito Federal, la obtención de plantas se hace por extracción de individuos silvestres de su medio, y por el enraizamiento de estacas de 0.50 m o más largas. En pruebas preliminares, la emisión de raíces de las estacas tendió a ser lenta y fueron susceptibles a la pudrición, además de ser frecuentemente atacadas por los isópodos terrestres conocidos como cochinitillas (Peña, 1985).

Ante estos problemas se decidió estudiar la obtención de plantas de Senecio praecox por medios sexuales. En esta planta las diásporas son aquenios dotados de un vilano, es decir, las semillas están contenidas dentro de un fruto seco indehisciente, el cual tiene un mechón de cerdas en uno de sus extremos (García, 1985).

En las compuestas es común una marcada foto y termosensibilidad germinativa, por lo cual es necesario conocer las exigencias que tiene la germinación en cuanto a la temperatura de incubación y la disponibilidad de luz.

Por otra parte, también se requiere conocer el papel del vilano en la respuesta germinativa, pues la presencia de cerdas en los aquenios hace voluminosas las diásporas, las aglomera y es una fuente de partículas molestas, lo cual dificulta la manipulación de los propágulos en vivero.

Con base en lo anterior, se llevaron a cabo experimentos factoriales que cubrieron estos aspectos en el laboratorio, así como el efecto del sustrato de siembra.

Con el fin de disponer de información más directamente relacionada con la propagación masiva del palo loco, se hicieron experimentos en macetas, en los que se estudió el efecto de la profundidad y el sustrato de siembra, factores que determinante para la germinación.

El presente trabajo es pionero en este campo, pues no se encontraron referencias acerca de la propagación artificial del palo loco.

Los experimentos se realizaron en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Institución que proporcionó el material biológico, la asesoría, así como sus laboratorios e invernaderos, para desarrollar el presente trabajo, el cual estuvo incluido dentro de un proyecto sobre investigación del uso de arbustos en la recuperación de áreas degradadas.

2. ANTECEDENTES.

2.1. ASPECTOS BOTANICOS SOBRE Senecio praecox (Cav.) D.C.

2.1.1. Descripción.

a) Forma: arbusto o planta arborescente caducifolia, candelabroforme (Figura 1), de 1 a 4 m de alto, glabra (García, 1985; Rzedowski, 1954 y Paray, 1949).

b) Tallos: Las plantas se ramifican generalmente desde la base, sus ramas son erectas y están adaptadas para almacenar grandes cantidades de agua, pues son suculentas y fuertemente engrosadas, pueden alcanzar hasta 10 cm de diámetro. Son flexibles y fáciles de romper por el escaso desarrollo de tejidos de sostén, la corteza está reducida a una cutícula algo brillante de color gris claro (García, 1985; Rzedowski, 1954 y Paray, 1949).

c) Hojas: palmatífidas, en fascículos y aglomeradas en el extremo de las ramas, láminas usualmente ovadas subpalmatíneas, de 2 a 18 cm de largo, de 2 a 10 cm de ancho, márgenes con 5 a 8 lóbulos acuminados, con el borde entero, cordadas en la base, glabras en ambas superficies. Pecíolos hasta de 17.5 cm de largo (García, 1985; Rzedowski, 1954 y Paray, 1949).

d) Flores: agrupadas en inflorescencia en forma de cimas corimbiformes, con un mechón de pelillos cortos en la base de los pedicelos y de las bracteolas; cabezuelas radiadas, numerosas de 10 a 15 mm de alto sobre pedicelos hasta de 2.5 cm de largo, bracteolados; involucreo cilíndrico o ligeramente campanulado, sus brácteas 7 u 8 oblongolanceoladas, o elípticas de 5 a 10 mm de largo, agudas en el ápice, glabras, carentes de cálculo; receptáculo plano; flores liguladas 5 o 6 amarillas, sus láminas oblongo-elípticas u oblongolanceoladas de 6 a 15 mm de largo; flores del disco 13 a 22 amarillas de 9 a 12 mm de largo (García, 1985; Rzedowski, 1954 y Paray, 1949).

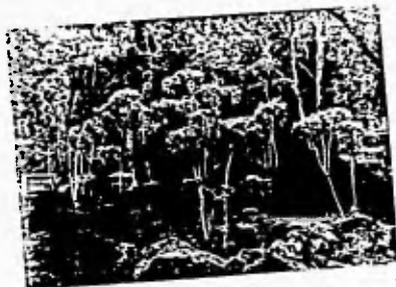
e) Frutos: aquenios maduros claviformes a subcilíndricos de 3 a 4 mm de largo, estriados y glabros, de color café; cerdas del vilano blancas, de 6 a 8 mm de largo (García, 1985).

f) Semillas: contenidas dentro del fruto formando un aquenio que es la diáspora o unidad de dispersión de la especie (García, 1985; Rzedowski, 1954 y Paray, 1949).

g) Raíz: el sistema radicular es de poca extensión, por lo que la planta es capaz de crecer en lugares donde apenas hay suelo, prefiere sitios cubiertos por lava basáltica y con topografía irregular (Rzedowski, 1954).



A)



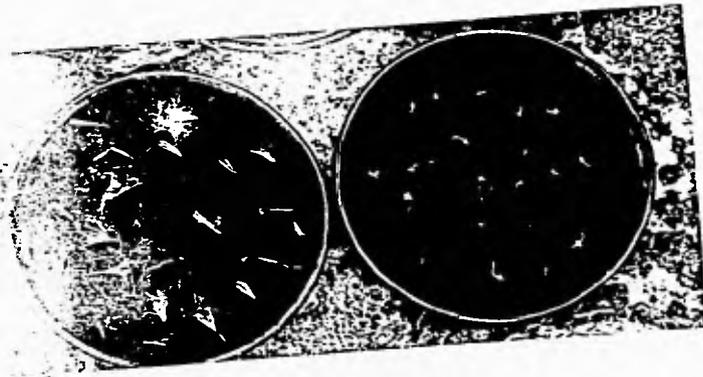
B)



C)



D)



E)

Figura 1. Aspectos morfológicos de *Senecio praecox* (Cav) DC. A) Planta en un jardín de San Angel, D. F., es evidente la ramificación desde la base; B) Individuos jóvenes establecidos sobre roca basáltica en un jardín en Ciudad Universitaria, notar los tallos erectos y el follaje; C) Aquenios maduros antes de su dispersión; D) Plántulas de tres meses de edad; E) Siembra de aquenios sobre tierra, a la izquierda es evidente la presencia del vilano y la baja germinación, a la derecha aquenios sin vilano, notar la presencia de radículas con pelos absorbentes.

2.1.2. Sinonimias.

La especie trabajada ha sido recibido varios nombres científicos, el más aceptado es el epíteto Senecio praecox; dentro del cual se reconocen dos variedades: praecox con las partes terminales de las ramas glabras, y morelensis en que estas partes son densamente pubescentes (García, 1985; Rzedowski, 1954; Paray, 1949; McVaugh, 1984). La siguiente lista de sinonimias se tomó de McVaugh (1984):

Cirenaria praecox Cav. Ic. 3: 23 pl 244. 1795.

Pittocaulon praecox (Cav.) H. Rob and Brett. Phytologia 26: 453. 1973.

Pittocaulum velatum (Greenm) H. Rob. and Brett. Phytologia 26; 453. 1973.

Senecio morelensis Miranda. Anal. Inst. Biol. (Méx) 12: 603. 1941.

Senecio praecox (Cav) DC. Prodr. 6: 431. 1838.

Senecio praecox var morelensis (Miranda) McVaugh. Contr. Univ. Michigan Herb. 9: 475. 1975.

Senecio velatus Greenm. Ann. Missouri Bot. Gard. 1: 280 pl. 13. 1914

Solidago sinuata Sessé and Moc. Pl. Nov. Hisp. 141. 1890.

Finalmente cabe mencionar que en México existen otras especies parecidas a Senecio praecox, las cuales también habitan en sitios rocosos : Senecio filiaris y Senecio bombycophilis (McVaugh, 1984). Por lo cual se debe tener cuidado con la identificación de los ejemplares.

2.1.3. Nombres vulgares.

El presente trabajo se refiere a Senecio praecox var. praecox, la cual es la variedad que se encuentra en el Valle de México. Los nombres comunes que ha recibido esta planta son: "candelerero", "palo bofo", "palo loco", "tesapatle", "tezapatli" y "tezcapatli" (García, 1985; Paray, 1949).

2.1.4. Distribución.

Rzedowski, (1978) menciona que en la parte central de México, S. praecox es la especie dominante de un matorral xerófilo abierto de 1 a 3 m de altura, en sitios cubiertos por lava basáltica, con topografía irregular y un clima semiárido o subhúmedo.

El área de distribución de esta especie, se extiende por el norte desde Zacatecas, San Luis Potosí y Jalisco hasta Puebla y Oaxaca en el sur (García, 1985).

Dentro del Valle de México se ha detectado en varias localidades, en la parte sur cubre la parte baja del pedregal de San Angel, de los 2250 a los 2600 m.s.n.m. (Rzedowski, 1954 y 1978), también se encuentra en algunos cerros en las delegaciones de Milpa Alta, Tlalpán y Xochimilco, en alturas de 2250 a 2850 m (García, 1985). En el centro del Valle de México, se ha observado en la Sierra de Guadalupe (Batalla y Ramírez, 1939; Bopp, 1956). En el norte de éste, se ha localizado en la Sierra de Pachuca dentro de los municipios de Epazoyucán y de Pachuca (Barrios y Medina, 1995).

2.1.5. Fenología.

Los datos encontrados acerca de este aspecto, se obtuvieron en el Valle de México (Bopp, 1956; Meave, *et al.* 1994; Paray 1949; Rzedowski, 1954). El clima en esta localidad es templado subhúmedo, caracterizado por una estación lluviosa que generalmente ocurre de mayo a septiembre, la cual es seguida por una marcada sequía durante los meses restantes; el periodo seco se puede dividir en dos partes, una fría en que se presentan heladas durante los meses de octubre a febrero, y otra cálida que ocurre de marzo a abril (Jáuregui, 1975).

Meave, *et al.* (1994) estudiaron la fenología de varias fanerógamas en el Pedregal de San Angel, en el Suroeste de Valle de México. En cuanto a la especie de interés en el presente trabajo, encontraron que *Senecio praecox* tiró sus hojas en invierno, que las renovó en la fase seca y cálida de la primavera, temporada la cual floreció y fructificó (Cuadro 1). La floración se inició desde febrero para terminar en mayo y la fructificación se realizó de abril a mayo. Estos datos coinciden con las observaciones realizadas en el Valle de México por otros autores (Bopp, 1956; Hernández, 1984; Paray 1949; Rzedowski, 1954).

Meave, *et al.* (1994) observaron que una vez que los aquenios maduran ocurre una rápida dispersión anemócora, al final de la temporada seca y al inicio de la temporada de lluvias.

De acuerdo con Hernández (1984), una vez que las diásporas se han dispersado, la emergencia de las plántulas ocurre tan pronto como se dispone de la humedad necesaria para la germinación, en el comienzo de la estación lluviosa. Este autor, considera que el establecimiento de nuevas plántulas de palo loco se efectúa a partir de los aquenios liberados en el mismo año en que ocurre la germinación, lo que impide la formación de un banco de semillas persistente.

Hernández (1984), fundamenta lo anterior en que al incubar en invernadero muestras de suelo tomadas en el pedregal de San Angel, D. F., México, obtuvo emergencia de palo loco únicamente

en mayo y junio, los meses posteriores a la dispersión (Cuadro 2).

La evidencia presentada por Hernández (1984), no es suficiente para sostener el punto de vista anterior, debido a que no utilizó métodos que le permitieran extraer todas las semillas presentes en la muestra de suelo (Grime, 1982) y tampoco aplicó tratamientos para hacer germinar semillas con latencia; en muchos casos es necesario someter las muestras a enfriamiento en húmedo a 7 °C (Grime, 1982) y en otros calentarlas muestras a 50 °C o más durante algunas horas (Washitani, 1988).

Cuadro 1. Fenología de Senecio praecox en el Pedregal de San Angel, D. F. México (Tomado de Meave et al, 1994).

Estadio	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
Hojas														
Jóvenes	p	a	p	p	p	p	p	p	p	p	a	a	a	a
Maduras	p	a	a	p	p	p	p	p	p	p	a	a	a	a
Seniles	p	a	a	a	a	a	p	p	p	p	p	p	p	p
Flores														
Jóvenes	a	a	p	p	a	p	a	a	a	a	a	a	a	a
Maduras	a	a	a	p	p	p	a	a	a	a	a	a	a	a
Seniles	a	a	a	a	p	p	a	a	a	a	a	a	a	a
Frutos														
Jóvenes	a	a	a	a	p	p	a	a	a	a	a	a	a	a
Maduras	a	a	a	a	p	p	a	a	a	a	a	a	a	a
Seniles	a	a	a	a	p	p	a	a	a	a	a	a	a	a

a: estadio ausente.
p: estadio presente.

Cuadro 2. Germinación de Senecio praecox en muestras de suelo tomadas en el Pedregal de San Angel, D. F., las cuales se incubaron en invernadero (Basado en datos de Hernández, 1984).

Micro-sitios	Mes de observación													
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
Grietas	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	p	p	a	a
Hoyos	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	p	p	a	a
Planos	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	p	p	a	a

p: se obtuvieron plántulas de Senecio praecox.
a: no hubo germinación de achenios de Senecio praecox.

2.1.6. Fauna asociada.

Cano (1994) menciona que Senecio praecox sostiene a más de 11 insectos herbívoros en el Pedregal de San Angel, entre los que destacan: Ceroplastes albolineatus (Homoptera: Coccidae), Urellia spp. (Diptera: Tephritidae), Coelidia sp. (Homoptera: Cicadellidae) y Entylia sinuata (Homoptera: Membracidae), también alimenta áfidos, lepidópteros, hemípteros y coleópteros. Asimismo, sus flores son visitadas por mutílidos (Hymenoptera). También hay depredadores importantes asociados como Chrysopa sp (Neuroptera: Chrysopidae) y la catarinita Hippodamia convergens (Coleoptera: Coccinellidae), que son especies afidófagas, además, se tienen arañas de las familias Salticidae y Oxiopidae. También, se conocen parasitoides de la familia Braconidae (Hymenoptera) de Urellia sp.

En Senecio praecox se reconocen cuatro niveles tróficos donde las arañas atacan a las catarinitas y estas se alimentan de los áfidos, los cuales chupan la savia del vegetal, además, Ceroplastes albolineatus y Entylia sinuata, son protegidos por las hormigas, las cuales se alimentan de sus excreciones (Lechuga y Vázquez, 1973).

2.1.7. Usos.

El palo loco se emplea frecuentemente como planta ornamental por su aspecto llamativo (García, 1985). Incluso, dentro de su área de distribución natural, la Universidad Nacional Autónoma de México en 1994, dedicó un área al cultivo de Senecio praecox, con el fin de obtener plantas útiles tanto en el rescate de la Reserva del Pedregal de San Angel, como en la decoración de jardines en la Ciudad Universitaria (Rojo, 1994).

El palo loco se utiliza dentro de la medicina popular, las infusiones de sus hojas se utilizan para curar heridas y reumatismo (García, 1985).

Nicolau (1995) menciona que el palo loco contiene una sustancia que al tacto se siente como cera, y que era precisamente esta "cera" la que lo convertía una vez seco y preparado, en las velas que iluminaron la Gran Tenochtitlán durante mucho tiempo.

2.2. ASPECTOS REFERENTES A LA GERMINACION DE SEMILLAS.

La germinación es el proceso mediante el cual el embrión de la semilla adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que lo convertirán en una planta adulta (Jann y Amen, 1987).

2.2.1. Requisitos necesarios para la germinación.

Para que una semilla dé origen a una plántula, se requiere

cumplir las siguientes condiciones (Camacho, 1994 a y b; Ginzo, 1980; Hartmann y Kester, 1987):

a) Viabilidad: cualidad de una semilla de estar viva; en muchas especies la viabilidad se puede conservar, aunque las semillas tengan bajos contenidos de humedad (menos de 10% del peso fresco), en algunas otras como los encinos y como muchas especies de sitios cálidos y húmedos la viabilidad se pierde cuando las semillas se secan a menos del 20%.

b) Ambiente adecuado para el proceso germinativo: para que la germinación pueda realizarse, se requiere de suficiente humedad para que las semillas se embeban, una mezcla de gases similar a la de las primeras capas de la biosfera y una temperatura entre 10 y 30°C que permita el crecimiento vegetal.

c) Quiescencia: implica que la semilla no haya germinado anteriormente, se define como el estado en que se encuentra una semilla que no germina debido a que el medio ambiente se lo impide, básicamente por falta de agua o por bajas temperaturas. En algunas plantas como los mangles, las semillas se denominan vivíparas, dado que no pasan por una etapa de quiescencia, sino que germinan antes de liberarse de la planta madre y se dispersan como plántulas capaces de fotosintetizar.

d) Ausencia de latencia: se requiere que no exista un mecanismo fisiológico que impida la germinación en condiciones adecuadas para este proceso. Latencia se define como el estado en que se encuentra una semilla viable, que no germina aunque disponga de humedad para embeberse, de suficiente oxígeno para realizar una respiración aeróbica y una temperatura que permita el crecimiento vegetal.

2.2.2. Etapas de la germinación de una semilla.

Morfológicamente, el proceso germinativo implica la transformación del embrión de la semilla en una plántula (Jann y Amen, 1987). Dividiendo el proceso de una manera sencilla se han definido las siguientes etapas (Camacho, 1994 a y b; Hartmann y Kester, 1987):

a) Absorción de agua o imbibición: en muchas especies antes de que las semillas sean liberadas por la planta madre, adquieren contenidos de humedad menores al 20%, lo que impide la germinación, si no se dispone de agua suficiente para alcanzar más de un 30% de contenido de humedad.

Las semillas de otras especies son liberadas con contenidos de humedad superiores al 20% y para germinar pueden requerir pequeñas cantidades de agua. En todo caso el medio no debe ser propicio para desecar a las semillas.

Al principio la germinación puede detenerse secando las semillas embebidas, pero conforme avanza el proceso se llega a

una etapa en la que el secado causa un daño irreversible, por lo que las semillas pierden su viabilidad y mueren.

b) Activación de los sistemas de información y síntesis: la imbibición puede realizarse aún en semillas muertas, para que ocurra la germinación es necesario que la semilla sea viable, lo cual va implicar la activación de la información genética presente en los cromosomas y la activación de los sistemas enzimáticos presentes y la creación de algunos de éstos.

c) Digestión de los compuestos complejos presentes en los tejidos nutritivos: los alimentos se encuentran almacenados como almidones, grasas y proteínas, los cuales deben separarse como azúcares sencillos y aminoácidos, con el fin de que puedan ser asimilados por el embrión.

d) Translocación de los compuestos sencillos de los tejidos nutritivos al eje embrionario: los primeros pasos de la germinación en el eje embrionario, se realizan con los compuestos nutritivos presentes dentro del mismo; conforme se incrementa la respiración, la síntesis de nuevos compuestos y sobre todo al iniciarse el crecimiento, se incrementa la demanda de nutrientes, los cuales deben llevarse en formas asimilables desde los tejidos nutritivos hasta el eje embrionario.

e) Crecimiento del embrión: el proceso germinativo culmina cuando la semilla se transforma en una plántula, lo que implica el incremento de tamaño del embrión, debido primero al crecimiento de su radícula y después al de su plúmula. Antes de que se desarrollen los órganos fotosintéticos y que estos se encuentren en actividad, la plántula sufre una pérdida de peso seco.

f) Establecimiento: se dice que una plántula se ha establecido, cuando deja de depender de los tejidos nutritivos legados por la planta madre, es decir que ocurre cuando la fotosíntesis produce una tasa positiva de asimilación, que en primer lugar impide que el peso seco de las plántulas siga disminuyendo y, en segundo, produce un incremento en la materia seca presente en el individuo.

2.2.3. Ocurrencia de la germinación.

El criterio para afirmar que la germinación se ha realizado, varía según los autores, los objetivos y los métodos empleados para estudiarla; se considera que la germinación ocurre desde la salida de la radícula de las cubiertas, hasta obtenerse una planta autosuficiente fotosintéticamente (Camacho, 1994 a y b).

En las pruebas de laboratorio, en que las semillas se colocan sobre un sustrato, o en que éstas se colocan de manera que puedan descubrirse fácilmente, se considera que la germinación ocurre cuando la radícula atraviesa las cubiertas. En algunos casos, como en la certificación de semillas, es importante dejar crecer las plántulas lo suficiente para catalogarlas como de crecimiento normal, es decir que no se consideran germinadas a

las que presenten albinismo, carezcan de raíz o tengan deformaciones que impidan un crecimiento posterior a la etapa de plántula (Camacho, 1994 a y b).

En las siembras realizadas dentro de un sustrato formado por partículas sueltas, se considera que la germinación ocurre cuando los tallos emergen de éste; el desarrollo requerido va desde la salida del brote o gancho de emergencia, al estiramiento de éste e incluso puede esperarse la expansión de los protófilos -eófilos u hojas iniciales-, o hasta la expansión de los metafílos -hojas secundarias similares a las de la planta adulta y frecuentemente diferentes de los protófilos (Camacho, 1994 a y b).

2.2.4. Germinación y emergencia.

A lo largo del trabajo se utilizan con frecuencia estos dos términos, por lo cual es conveniente señalar que términos de prácticos, se considera que una semilla ha germinado cuando la radícula emerge a través de las cubiertas y que la emergencia se da cuando una plántula emerge del suelo (Ochoa, 1994).

2.2.5. Características de la curva de germinación.

Una forma sencilla y completa de estudiar la germinación, es el análisis de las curvas que se obtienen al graficar la germinación acumulada respecto al tiempo (Camacho, 1994 b).

La crítica más fuerte que puede hacerse al análisis gráfico de la germinación, es el riesgo de hacer apreciaciones subjetivas, acerca de las diferencias existentes entre las curvas, dado que no permite hacer comparaciones estadísticas (Heydecker, 1976).

Al observar las curvas de germinación acumulada de dos muestras, se pueden apreciar a primera vista varias diferencias, las cuales resultan con una o más de las siguientes características (Camacho, 1994 b):

a) **Capacidad germinativa:** es el porcentaje de germinación final, se visualiza como la altura máxima alcanzada en la etapa de estabilización, lo cual representa la capacidad de una muestra de semillas para germinar, por lo que a mayor altura se tiene mejor germinación.

b) **Tiempo de germinación:** se refiere a la cercanía de las curvas al eje de los porcentajes. Esta distancia incluye forzosamente la etapa de inicio, puede comprender también alguna fracción de las etapas de incremento rápido y de estabilización. A mayor cercanía de las curvas al eje se considera que se tiene mejor germinación, dado que se realiza en menos tiempo.

c) **Uniformidad germinativa:** esta característica se encuentra muy ligada al tiempo de germinación y se refleja en la incli-

nación general de la gráfica obtenida, especialmente en la etapa de incremento rápido.

Muestras de semillas con curvas cercanas a la vertical indican gran uniformidad germinativa, el tiempo que transcurre entre las primeras germinaciones y las últimas es corto; conforme las curvas sean más inclinadas disminuye la uniformidad germinativa, pues dicho tiempo se incrementa.

d) Tasa germinativa: es una relación que se establece entre el porcentaje de germinación obtenido y el tiempo transcurrido. En el caso de la germinación acumulada por unidad de tiempo, la tasa germinativa se visualiza como la inclinación de la curva de germinación que se tiene a lo largo del proceso.

La máxima tasa de germinación acumulada y el total de las tasas de germinación sencilla son los indicadores más empleados, a mayor altura, verticalidad y cercanía al eje de los porcentajes, se tiene una mayor tasa de germinación; esto demuestra que se trata de una valoración que combina simultáneamente varias características de la curva germinativa.

e) Interrupciones de la germinación: en algunos casos, se presentan sinuosidades; es decir, que la curva presenta una o más etapas de estabilización temporales. Esta característica que únicamente se puede detectar gráficamente, se relaciona tanto con lapsos en que el ambiente es desfavorable a la germinación, como con muestras de poblaciones de semillas con distintas curvas germinativas; lo último es una manifestación del polimorfismo germinativo.

2.3. CONCEPTOS SOBRE LATENCIA.

Según Becerril y Rodríguez (1991) y Camacho (1994 a) en el idioma español se han usado las palabras: dormancia, dormición, latencia, letargo, reposo y vida latente, en un sentido amplio para referirse a la ausencia o inhibición del crecimiento vegetal, debida tanto a condiciones ambientales desfavorables, como a mecanismos fisiológicos adaptativos que impiden el crecimiento en un medio que de otra manera sería adecuado al desarrollo de las plantas. En un sentido estricto el concepto se ha referido a la presencia de estos últimos, y se emplea la palabra quiescencia para indicar la inhibición debida al ambiente.

En el presente trabajo se empleó la palabra latencia para referirse a la inhibición del crecimiento en general y de la germinación en particular.

En cuanto a la amplitud del término, se le restringió al estado en que se encuentra una semilla que no germina a pesar de que disponga de suficiente humedad para embeberse, una ventilación similar a la de las primeras capas de un suelo bien

aireado y una temperatura entre 10 y 30 °C que permita el crecimiento vegetal (Besnier, 1989; Camacho, 1994 a).

Por lo tanto, el termino "quiescencia" se usó para referirse a la falta de germinación debida a un medio ambiente desfavorable para ella (Camacho, 1994 a).

Es interesante mencionar que Becerril y Rodríguez (1991) con base a los trabajos de Lang (1987) y Lang et al., (1987) han propuesto usar:

a) Endoletargo: para la latencia que resulta de una condición fisiológica residente en el embrión.

b) Paraletargo: para una latencia que reside en las cubiertas y que impide el crecimiento del embrión.

c) Ecoletargo: para referirse a la quiescencia, donde los factores ambientales de temperatura, agua y luz, son necesarios para obtener el crecimiento.

2.3.1. Manifestación de la latencia en semillas.

Se puede afirmar que en una población de semillas hay latencia cuando se tiene una o más de las siguientes características:

a) Germinación incompleta: una parte de las semillas que componen la población permanecen mucho tiempo firmes, o sea que se embeben pero no germinan ni se pudren; o bien permanecen duras, ésto es que ni siquiera se embeben (Camacho, 1994). Con base en esta característica, se define como una latencia total al caso en que ninguna semilla germine, y una parcial al caso en que una fracción de la población estudiada pueda hacerlo y otra permanezca en latencia (Besnier, 1989).

b) Germinación lenta: la cual se puede manifestar en que las semillas individualmente o en conjunto tardan en completar su germinación (Camacho, 1994). El primer caso da origen a una latencia intermitente, en que la germinación puede ocurrir en un lapso prolongado ya sea en forma continua, o bien esporádica (Besnier, 1989). En el segundo caso la mayoría de la población germina después de un prolongado lapso de espera.

c) Germinación extremadamente sensible al medio ambiente: la cual para realizarse requiere de condiciones muy específicas de iluminación, temperatura o composición de la atmosfera entre otros factores (Camacho, 1994 a).

Respecto a este último punto conviene mencionar que una semilla quiescente, puede germinar en un amplio intervalo de condiciones ambientales; requerimientos especiales de luz, temperatura y composición gaseosa, son manifestaciones de bloqueos fisiológicos de la germinación y por lo tanto indican latencia.

2.3.2. Causas de latencia.

De acuerdo con Nikolaeva (1977), Werker (1981), Estrada et al., (1992) y Camacho (1994 a), los mecanismos causantes de la latencia pueden encontrarse tanto en las cubiertas más expuestas al ambiente como en los tejidos internos, en resumen se tiene que los mecanismos causantes de la latencia son :

a) Impermeabilidad de las cubiertas al agua: lo cual impide que se realice el primer paso requerido para que se efectúe la germinación, es decir la imbibición de las semillas (Besnier, 1989; Camacho, 1994 a; Rolston, 1978; Werker, 1981).

b) Baja permeabilidad de las cubiertas a los gases: que generalmente inhibe la germinación debido a una baja disponibilidad de oxígeno, también es posible que actúe dificultando la expulsión del bióxido de carbono, el cual puede actuar como inhibidor (Besnier, 1989; Camacho, 1994 a; Nikolaeva, 1977; Werker, 1981).

c) Resistencia mecánica de las cubiertas al crecimiento del embrión: lo cual puede ser ejercido por toda una cubierta, o por la parte de esta que está en contacto con la radícula (Camacho, 1994 a; Nikolaeva, 1977; Werker, 1981).

d) Presencia de inhibidores en las cubiertas de la semilla mas expuestas al ambiente: la falta de germinación en este caso, resulta de sustancias que impiden el crecimiento del embrión, debido por su potencial osmótico o por su efecto fisiológico. Por su ubicación en el exterior de la semilla, estos inhibidores se pierden por lixiviación cuando se exponen al remojo (Camacho, 1994 a; Nikolaeva, 1977).

e) Permeabilidad selectiva de las cubiertas a los reguladores del crecimiento: lo cual impide la salida de inhibidores presentes en el embrión o su cercanía (Camacho, 1994; Werker, 1981).

f) Bloqueos metabólicos: se manifiestan en una incapacidad de los embriones para iniciar el crecimiento, que en algunos casos es tan fuerte que ni siquiera pueden hacerlo después de ser liberados de sus cubiertas. Todo esto se liga con balances hormonales desfavorables al crecimiento, en los cuales es frecuente un alto contenido de inhibidores de tipo hormonal (Besnier, 1989; Camacho, 1994; Nikolaeva, 1977; Werker, 1981).

g) Embriones rudimentarios: para que ocurra la germinación el embrión tiene que completar su crecimiento y desarrollo. Hay dos casos, en algunos especies los embriones tienen cierta diferenciación y solo requieren de crecer un poco más para que ocurra la germinación; en otras los embriones carecen de diferenciación, por lo que además del crecimiento del embrión, se requiere que desarrollen cotiledones, plúmula y radícula (Besnier, 1989; Camacho, 1994; Nikolaeva, 1977).

2.4. EFECTO DE ALGUNOS ELEMENTOS DEL MEDIO SOBRE LA GERMINACION.

2.4.1. Temperatura.

En un medio artificial es frecuente la utilización de temperaturas constantes, en cambio en uno natural se presenta una variación de la temperatura, tanto diaria como estacional (Camacho, 1984). La cual se reduce conforme se incrementa la profundidad a la que este enterrada una semilla en el suelo (De Fina, 1945).

Hay especies como Ericameria austrotexana en que la germinación es favorecida por temperaturas constantes y tiende a reducirse o retrasarse con temperaturas oscilantes (Mayeux, 1982). En otras plantas como Verbascum thapsus en que la germinación es mejor con temperaturas oscilantes (Evans, et al. 1982). Se afirma que en el caso de las temperaturas oscilantes su efecto temperatura depende más de su promedio que de sus valores extremos (Camacho, 1994 b).

En las semillas de todas las plantas, la curva de respuesta de la germinación con respecto la temperatura, describe una campana tanto para la capacidad como para el tiempo de germinación. En estas campanas se pueden reconocer tres puntos llamados cardinales: la mínima y la máxima temperaturas a las que es posible la germinación, y en la parte central de la campana el óptimo, el cual depende de la especie trabajada (Camacho, 1994 b).

Para la capacidad germinativa la campana se abre hacia abajo, con el óptimo ubicado en la parte más alta de la curva; en cambio para el tiempo de germinación el óptimo corresponde a la parte baja (Camacho, 1994 b). Un ejemplo de esto es el la germinación de Cecropia obtusifolia a diferentes temperaturas (Vázquez, 1979).

Las temperaturas óptimas para el porcentaje y velocidad de germinación, se encuentran desfasados ya que la temperatura afecta más al tiempo que a la capacidad germinativa (Camacho, 1994 b), como se encontró en Ericameria austrotexana (Mayeux, 1982).

2.4.2. Efecto de la luz sobre la germinación.

Aunque las semillas quiescentes pueden germinar fácilmente tanto iluminadas como en obscuridad, la luz puede tener un efecto definitivo en las semillas latentes; una exigencia de luz para inducir la germinación indica latencia (Camacho, 1994 a).

Se ha clasificado a las semillas de acuerdo con su reacción a la luz en (Camacho, 1994 a y Orozco, 1989):

a) **Fotoblásticas positivas:** las que requieren de luz para germinar, como ejemplo se tienen las semillas de Lactuca sativa y Nicotiana tabacum.

b) **Fotoblásticas negativas:** en las que la luz inhibe la germinación, como ejemplos se tienen las semillas de Acanthostachis spp, Phacelia tanacetifolia, Nemophila insignis y Nigella spp.

c) **Indiferentes:** hay un grupo de especies en que la reacción germinativa es insensible a la iluminación, por lo que pueden germinar bien tanto en oscuridad como cuando disponen de luz, como ejemplo de semillas insensibles a la luz están las de Zea mays.

En general para que la germinación de las semillas sea estimulada por la luz deben estar embebidas, no obstante, hay casos en que las semillas secas son capaces de reaccionar a la luz, ésto se ha observado en Pinus resinosa y en algunos cultivares de Lactuca sativa, en los cuales se ha notado además que las semillas secas, para responder a la luz requieren de mayores intensidades que las semillas embebidas. Es importante señalar que el efecto estimulante de la aplicación de luz a las semillas embebidas, no se pierde cuando estas últimas son secadas y se manifiesta cuando se les pone a germinar (Camacho, 1994 a).

2.4.3. Efectos de las características de la luz sobre la germinación.

La clasificación anterior no es exacta, pues se han encontrado un gran número de variaciones en estos patrones básicos porque a ciertas temperaturas la reacción de las semillas a la luz cambia y la germinación de las llamadas fotoblásticas positivas puede ser inhibida por la luz y la de las llamadas fotoblásticas negativas puede ser estimulada por la luz (Camacho, 1994 a; Ginzo, 1980; Orozco, 1989). El efecto de la luz sobre la germinación resulta de la combinación de los siguientes factores:

a) **Longitud de onda:** se ha encontrado que la luz blanca y la de color rojo (de 600 a 700 nm) tienden a inducir la germinación, mientras que la violeta (menos de 480 nm) y sobre todo la infrarroja (más de 700 nm), tienen un efecto inhibitorio sobre la germinación aún en las semillas quiescentes (Camacho, 1994 a; Ginzo, 1980; Orozco, 1989), éste último tipo de luz prevalece bajo una sombra densa de follaje vivo (Fenner, 1985; Besnier, 1988). La luz de color verde tiende a presentar un efecto parecido al de la oscuridad: no inhibe la germinación de las semillas quiescentes, pero tampoco la induce en semillas durmientes (Camacho, 1994 b).

b) **Intensidad:** en exposiciones cortas menores de 60 min una mayor intensidad agudiza el efecto de la longitud de onda. En cambio con exposiciones más largas independientemente del color

de la luz, altas intensidades (28 m w cm⁻²) tienden a inhibir la germinación; con luz infrarroja se puede inducir o profundizar la latencia (Camacho, 1994 a; Ginzo, 1980; Nikolaeva, 1969; Orozco, 1989).

c) Duración: aunque muy ligado a lo anterior, hay especies en que la germinación es favorecida por días cortos, menores de 12 hr como en *Betula pubescens* y otras por días largos, mayores de 12 hr como en *Lepidium* spp. Esta reacción al fotoperíodo también es alterada por la temperatura y la intensidad de la luz, por ejemplo en *Tsuga canadensis* es de día corto de 17 a 20°C y de día largo a 27°C; las semillas de tabaco pueden germinar después de una exposición de 0.01 seg. a luz intensa mientras que con luz de baja intensidad requieren de una exposición de 15 minutos de duración (Camacho, 1994 a; Ginzo, 1980).

Una exposición prolongada a la luz de alta intensidad puede inhibir la germinación, a este respecto las semillas de *Amaranthus fimbriatus* germinan en bajo porcentaje en oscuridad y cuando son expuestas a la luz de 1 a 3 horas alcanzan el 100%; pero si la exposición a la luz se prolonga más de 6 horas el porcentaje de germinación decrece hasta alcanzar un valor cercano a cero (Nikolaeva, 1969; Ginzo, 1980).

2.4.4. Profundidad de siembra.

Mientras más se entierren las semillas menos expuestas estarán a la desecación, pero más difícil les será emerger a las plántulas del suelo (Camacho, 1994 b; Hartmann y Kester, 1987).

En las especies en que la plántula saca a la semilla del suelo, el óptimo se encuentra sepultando a las semillas de unas 2 a 3 veces su diámetro; en ellas generalmente no importa la manera en que la semilla se acomode en el suelo (Besnier, 1989; Camacho, 1994 b). En plantas como los encinos, duraznos y nogales, que tienen una semilla relativamente grande y la plántula no la saca del suelo; es mejor hacer una siembra semi-superficial, colocando a la semilla inclinada en el suelo con su punta enterrada, con lo cual se logra una buena conformación de las plántulas (Camacho, 1994 b; Tinus y McDonald, 1979).

Las especies que tienen semillas muy pequeñas, deben sembrarse superficialmente y frecuentemente es necesario dejarlas descubiertas; para evitar la desecación y no sepultar a las semillas, el riego debe aplicarse con una boquilla fina o por subirrigación. En estos casos se prefiere la siembra con suelo húmedo. La necesidad de la siembra superficial obedece tanto a las exigencias de luz para germinar, como a la incapacidad de las plántulas de llegar a la superficie cuando están muy enterradas (Camacho, 1994 b; Hartmann y Kester, 1987).

La germinación a profundidades mayores de tres veces el grosor de la semilla, produce un alargamiento excesivo del tallo para alcanzar la superficie del terreno; lo cual lleva a un

retraso en la emergencia y a un agotamiento de las reservas nutritivas, que reduce el vigor de las plántulas, las cuales pueden incluso morir antes de emerger (Besnier, 1989).

Como un ejemplo de esto último se tiene que las diásporas del pasto Aegilops cylindrica, pueden germinar enterradas a profundidades de 7 a 10 cm, pero las plántulas obtenidas son incapaces de alcanzar la superficie del suelo (Morrow, et al. 1982).

La tolerancia a la profundidad de siembra está dada genéticamente, por la capacidad de alargamiento de la plúmula que se puede realizar empleando únicamente las reservas nutritivas de la semilla (Besnier, 1989).

Es importante mencionar que la temperatura a la que estén expuestas las siembras, también interacciona con la profundidad de siembra, en el pasto Aegilops cylindrica las diásporas enterradas a 6 cm, fueron incapaces emerger cuando la temperatura de incubación fue de 10 C, mientras que cuando se incubaron a 20 C, la emergencia fue ligeramente superior al 50 % (Morrow, et al. 1982).

En Pinus engelmanni el establecimiento de plántulas provenientes de semillas depositadas en la superficie del suelo, fue similar al obtenido sembrando a profundidades de 5 y de 10 mm; al incrementar la profundidad de siembra a 15 mm hubo un retraso y una reducción de la emergencia, alcanzándose un 41 %; al enterrar las semillas a 20 mm de la superficie, se obtuvo apenas un 28 % de emergencia (Prieto y Rubio, 1987)

Las plántulas, provenientes de semillas germinadas en la superficie del suelo, frecuentemente tienen dificultades para que la radícula penetre en el sustrato, en caso de que esta no encuentre una grieta o un punto débil, la planta corre el riesgo de morir por deshidratación o por agotamiento de las reservas nutritivas (Besnier, 1989).

2.4.5. Encostramiento del suelo.

El secamiento de los suelos humedecidos produce que en la superficie de éstos, se forme una costra de partículas cementadas y compactadas, que dificultan la emergencia de la plántulas; en los suelos arcillosos se forman costras duras que el secado adicional tiende a fragmentar en trozos pequeños y delgados, en terrenos limosos se forman placas más gruesas y pesadas, mientras que en sitios arenosos las costras forman capas continuas aunque débiles (Besnier, 1989).

La reacción de las plántulas a un obstáculo que le dificulte la emergencia, puede ser (Besnier, 1989):

a) Levantarlo el obstáculo si no es pesado: en el caso de las costras, su ruptura debida al empuje de una plántula, conforma previamente a la emergencia, una cúpula compuesta por trozos

fracturados de la costra. No siempre ocurre la emergencia a pesar de la formación de la cúpula.

b) Contornear el obstáculo para esquivarlo: lo cual ayuda a que la emergencia se realice por fracturas de la costra debidas al secamiento o a las causadas por las plántulas que han logrado emerger.

c) Detener el crecimiento longitudinal, para engrosar el diámetro de la plúmula y aumentar la fuerza de empuje al reanudar el crecimiento en longitud.

d) Ablandar el obstáculo: en las plántulas de algunas especies, como Canna sp., ocurre gutación en la punta de los epicótilos, lo cual les ablanda el camino a la emergencia.

Besnier (1989) menciona que las plántulas provenientes de emergencia epigea, son más flexibles para esquivar obstáculos; mientras que las provenientes de emergencia hipogea, tienen más fuerza de empuje.

Para evitar que las costras dificulten la emergencia, se recomienda hacer la siembra y después cubrir las semillas con arena gruesa con partículas de 1 mm de diámetro o mayores (Camacho, 1994 b).

2.5. PROPAGACION SEXUAL DE COMPUESTAS.

Las diásporas sexuales de las compuestas, corresponden a frutos secos indehiscentes denominados aquenios, los cuales presentan paredes delgadas, papiráceas, y contienen casi siempre una sola semilla que carece de endospermo, la cual no está adherida al pericarpio. En muchos géneros, el aquenio presenta en su parte superior aristas, cerdas o escamas, que conforman el denominado vilano (Rzedowski, 1985), estructura cuya función es la de ayudar a la dispersión de las diásporas (Fenner, 1985).

Como las alas de las semillas en las coníferas, el vilano en las compuestas hace voluminosas las diásporas, las aglomera y emite partículas molestas, en la propagación artificial es conveniente eliminar estas estructuras para facilitar el manejo (Patiño, et al. 1983); por ejemplo, para el género Baccharis, Olsen (1974) recomienda frotar los aquenios entre las palmas de las manos, y posteriormente eliminar los restos del vilano por soplado.

En las compuestas es frecuente, que se tenga dimorfismo en el tamaño, forma y germinación de las diásporas producidas en el mismo capítulo; un ejemplo es Bidens pilosa, que produce aquenios marginales pequeños de germinación difícil, y aquenios grandes en el disco, los cuales germinan rápidamente en porcentajes cercanos al 100% (Fenner, 1985). En Senecio jacobaea, también se presenta dimorfismo similar (Baker y Maguire, 1984), lo mismo que en Senecio vulgaris (Abbott, 1986).

En Carduus thoermeri el dimorfismo se expresa en cuanto al peso de las diásporas, las ligeras que se elevan con un flujo de aire de 213 m/min tienen una germinación menor al 40 %, mientras que las más pesadas pueden alcanzar 96 % (MacCarty, 1982).

Por otra parte, en las compuestas, es común la termosensibilidad germinativa. Por ejemplo las semillas de Senecio cineraria, no germinan bien a temperaturas superiores a los 25 °C (Carpenter, 1990). Asimismo se ha encontrado que sus aquenios tienen exigencias de luz para la germinación, Lactuca sativa es un ejemplo ampliamente conocido (Camacho, 1994), otro son las semillas de Artemisia tridentata ssp vaseyana (MacDunough y Harniss, 1974) y las de Ericameria austrotexana (Mayeux, 1982).

En Artemisia tridentata ssp vaseyana el remojo por 16 hrs en agua corriente, así como con la inmersión en ácido sulfúrico por 5 seg, estimulan la germinación en oscuridad, es posible que este estímulo se deba al efecto de los tratamientos sobre el pericarpio pues al eliminar el pericarpio, en aquenios previamente remojados por 8 hrs en agua, se obtuvo una germinación completa e inmediata, un 90% en un día (MacDunough y Harniss, 1974).

Los reguladores de crecimiento, también pueden estimular la germinación de algunas especies de la familia de las compuestas, en Senecio herieteri sin tratamiento la germinación fue del 10 %, al aplicar giberelinas (AG3) a 500 ppm el porcentaje se incrementó al 31%, con la mezcla de AG13+AG14 se obtuvo un 41% (Pita, 1989); en los aquenios de Artemisia tridentata ssp vaseyana la aplicación de 500 ppm de giberelina (AG3), permitió alcanzar una germinación de 25 % en oscuridad, eliminando parcialmente el fotoblastismo estricto que tiene la especie (MacDunough y Harniss, 1974) .

Respecto al comportamiento de la viabilidad de los aquenios de las compuestas, se ha encontrado que la mayoría son ortodoxas, es decir, que toleran ser almacenadas en seco y a temperaturas bajas (Hartmann y Kester, 1987).

En cuanto a la duración de la viabilidad, los aquenios de Ericameria austrotexana no redujeron su porcentaje de germinación después de seis meses de almacenamiento en bolsas de algodón a temperatura ambiente de 24 °C, con una atmosfera de 65 % de humedad relativa; después de un período de 18 meses, la germinación se redujo a menos del 20% y la viabilidad se perdió completamente a 30 meses (Mayeux, 1982).

3. OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Estudiar el efecto de algunos factores físicos sobre la germinación del palo loco (Senecio praecox)

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Evaluar el efecto de los factores luz, sustrato y presencia del vilano, sobre la germinación del palo loco.

Observar la respuesta germinativa de esta especie a temperatura constante de 25 °C y temperaturas oscilantes de 12 a 38 °C.

Determinar el efecto de la profundidad de siembra en un sustrato de partículas finas y otro de partículas gruesas, sobre la emergencia del palo loco.

4. MATERIALES Y METODOS.

4.1. MATERIAL BIOLÓGICO.

Los aquenios de Senecio praecox utilizados en el presente trabajo, se solicitaron al Banco de Germoplasma Forestal del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.

Los aquenios de Senecio praecox empleados se colectaron en el Cerro de Guadalupe en Tlaltenco, Delegación de Tlahuac, D. F., México, en marzo de 1994. La cosecha consistió en sacudir manualmente los capítulos dentro de una bolsa de papel, para que los aquenios se desprendieran conservando su vilano. Los frutos obtenidos se guardaron dentro de un frasco de vidrio cerrado, que se mantuvo a temperatura ambiente de 20 °C en promedio, hasta la realización de los experimentos siete meses después.

4.2. PRIMERA PARTE: EFECTO DE LA TEMPERATURA, LUZ, SUSTRATO Y LA PRESENCIA DEL VILANO EN LA GERMINACION DEL PALO LOCO (Senecio praecox).

Se procedió a estudiar la respuesta germinativa en función de las siguientes variables experimentales (Figura 2):

a) Temperatura: con el fin de establecer las exigencias de la especie trabajada en cuanto a la oscilación térmica durante la incubación de los aquenios, se efectuaron siembras en germinadora a temperatura constante de 25 °C, así como siembras en invernadero a temperaturas oscilantes de 12 a 38 °C

b) Sustratos: el requerimiento de una capa relativamente gruesa de material suelto con gran poder de absorción, se determino mediante siembras realizadas sobre papel filtro de poro mediano y siembras efectuadas sobre una capa de 1.0 cm de espesor de suelo de bosque.

b) Iluminación: para establecer la presencia de fotoblastismo, se efectuaron siembras que dispusieron de luz y siembras que permanecieron en obscuridad.

c) Presencia del vilano: con el fin de conocer el efecto de esta estructura sobre la germinación, se manejaron las alternativas consistentes en sembrar los aquenios con su vilano y en sembrar aquenios sin el vilano.

4.2.1. Condiciones de Incubación.

En las siembras realizadas en incubadora se empleó una germinadora SEEDBURO modelo 1500 ajustada a una temperatura constante de 25 C. Como este aparato tenía el frente conformado por una

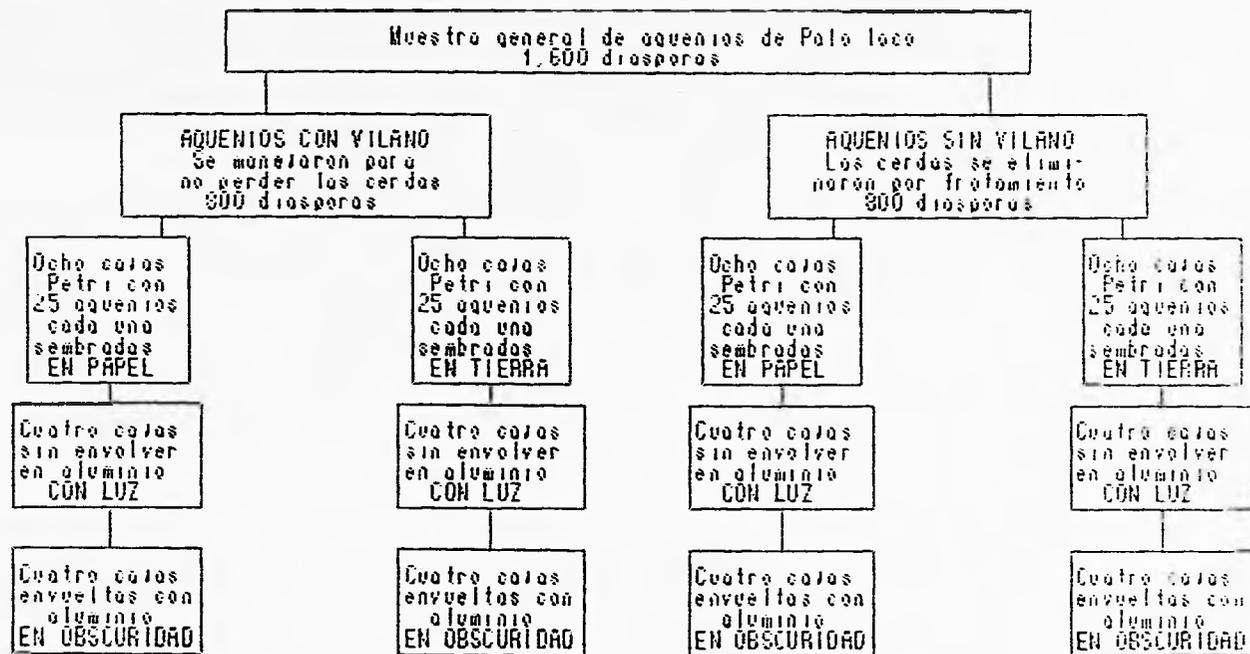


Figura 2. Diagrama de flujo de la instalacion de los experimentos para estudiar la germinacion de *Senecio praecox* en relacion con la presencia del vilano el sustrato de siembra y la disponibilidad de luz. (El experimento se hizo por duplicado, una vez en germinadora a 25 C y otra en invernadero de 12 a 38 C).

puerta de acrílico transparente y, la habitación donde se le ubicó tenía ventanas orientadas hacia el suroeste sin obstrucciones cercanas, las siembras dispusieron de iluminación natural difusa durante el día.

En las siembras efectuadas en invernadero, se empleó una nave en forma de túnel de 4 m de altura, cubierta con plástico UVI estabilizado a la luz ultravioleta. Durante el experimento las temperaturas oscilaron entre los 12 y los 38 C. No obstante, durante el día las temperaturas han superado frecuentemente los 38°C, mientras que en la noche han descendido hasta por debajo de los 10°C; en enero y diciembre se han registrado temperaturas mínimas de hasta 6°C.

Con el fin de que las siembras dispusieran también de luz natural difusa, se les colocó en el suelo debajo de una mesa de 35 cm de altura, lo cual es similar a lo realizado por Vázquez (1979) al estudiar el efecto de la luz en Cecropia obtusifolia.

4.2.2. Tratamientos.

Cada una de las condiciones de incubación presentada anteriormente, definió un experimento separado dentro del cual se evaluaron los siguientes tratamientos que integraron un experimento trifactorial:

- a) Aqueños con vilano sembrados sobre papel filtro con luz.
- b) Aqueños con vilano sembrados sobre papel filtro en obscuridad.
- c) Aqueños con vilano sembrados sobre suelo con luz.
- d) Aqueños con vilano sembrados sobre suelo en obscuridad.
- e) Aqueños sin vilano sembrados sobre papel filtro con luz.
- f) Aqueños sin vilano sembrados sobre papel filtro en obscuridad.
- g) Aqueños sin vilano sembrados sobre suelo con luz.
- h) Aqueños sin vilano sembrados sobre suelo en obscuridad.

Cada uno de estos ocho tratamientos se evaluó en las dos condiciones de incubación evaluadas (germinadora e invernadero), empleando ocho repeticiones.

4.2.3. Eliminación del vilano.

Para eliminar las cerdas que se presentan en uno de los extremos de los frutos, estos se frotaron entre las palmas de las

manos, posteriormente los restos del vilano se separaron por soplado. Tal como lo recomendó Olsen (1974) para el manejo de las diásporas del género Baccharis.

Esta operación se realizó únicamente con la mitad de los aquenios que se emplearon en los experimentos de la primera partes, al resto se les dejó el vilano intacto y se manejaron con cuidado para que no se perdiera esta estructura.

4.2.4. Unidad experimental.

Constó de una caja de Petri en la que se sembraron 25 aquenios, los que fueron sometidos a uno de los ocho tratamientos mencionados. Como para cada uno de éstos se hicieron cuatro repeticiones, se emplearon 32 cajas de Petri para cada uno de los experimentos, es decir un total de 64 cajas para cubrir las dos condiciones de incubación evaluadas.

4.2.5. Sustratos.

Las siembras efectuadas en octubre de 1994, se realizaron en cajas de Petri con una capa de papel filtro de poro mediano como sustrato y en cajas con una capa de suelo de bosque de 1 cm de espesor. El suelo empleado tuvo un pH neutro, una textura franca y un 11 % de materia orgánica. En ambos casos el riego se efectuó con agua de la llave; como sugirió Moreno (1983) el sustrato se humedeció de manera que no se tuviera una película de agua alrededor de cada diáspora sembrada.

4.2.6. Iluminación.

En el desarrollo de los experimentos, se requirió que la mitad del número de las cajas de Petri que los conformaron, permanecieran en obscuridad, lo cual se logró envolviéndolas individualmente en papel aluminio. El resto de las unidades experimentales empleadas, dispusieron de iluminación natural difusa por aproximadamente 12 hs diarias, durante 11 días.

4.2.7. Distribución de las unidades experimentales.

En cada experimento, se efectuaron cuatro repeticiones de los ocho tratamientos evaluados, las cuales se distribuyeron en dos charolas, en una forma aleatoria, es decir siguiendo un diseño completamente al azar.

4.2.8. Evaluación de los experimentos.

Se consideró que una diáspora había germinado, cuando producía una plántula con una radícula de cuando menos 2 mm de largo.

El número de diásporas germinadas se evaluó a los 3, 4, 6 y 11 días de realizada la siembra. Las cajas envueltas en papel aluminio se descubrieron dentro de un cuarto oscuro, en el cual se tenía una lámpara de luz fluorescente, que tenía una pantalla de acrílico translucido blanca, la cual se cubrió con 8 capas de papel celofán de color verde.

Las evaluaciones se hicieron en esta forma siguiendo a Martínez (1983) y a McLemore (1964), porque generalmente la aplicación de luz de color verde de baja intensidad, tiene un efecto sobre el fotoblastismo similar al de la obscuridad (Camacho, 1994 a y b).

4.3. SEGUNDA PARTE: EFECTO DEL SUSTRATO Y LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA EMERGENCIA DEL PALO LOCO (Benecio prae-cog).

En diciembre de 1994, estableció un experimento para estudiar la emergencia de plántulas de palo loco, en siembras realizadas sobre y dentro de sustratos compuestos por partículas sueltas. Las variables experimentales que se consideraron fueron las siguientes (Figura 3):

a) Sustrato de siembra: se consideraron dos niveles dentro de este factor, siembras realizadas en suelo de bosque y siembras efectuadas en gravilla.

b) Profundidad de siembra: con el fin de estudiar la capacidad de las plántulas de palo loco, para emerger cuando los aquenios se cubren con una capa de sustrato de cierto espesor, se evaluaron cinco profundidades de siembra: 0.0, 2.5, 5.0, 10.0 y 20.0 mm.

4.3.1. Tratamientos.

Como no fue posible realizar simultáneamente las siembras en los dos sustratos evaluados, se realizó un experimento independiente en cada uno de ellos, dentro del cual se evaluaron cinco profundidades de siembra: 0.0, 2.5, 5.0, 10.0 y 20.0 mm.

4.3.2. Unidad experimental.

La unidad experimental, constó de una maceta en la que se colocaron 25 aquenios, a los cuales se les quitó el vilano.

Como macetas se usaron botes cilíndricos de hojalata con aproximadamente 1 lt de capacidad. Estos recipientes contenían originalmente aceite para automóvil, su preparación consistió en: lavarlos, quitarles una de las tapas, cubrir la superficie interior con pintura de aceite blanca, dejarlos secar y hacerles en el fondo 5 perforaciones de 5 mm. de diámetro aproximado para permitir el drenaje.

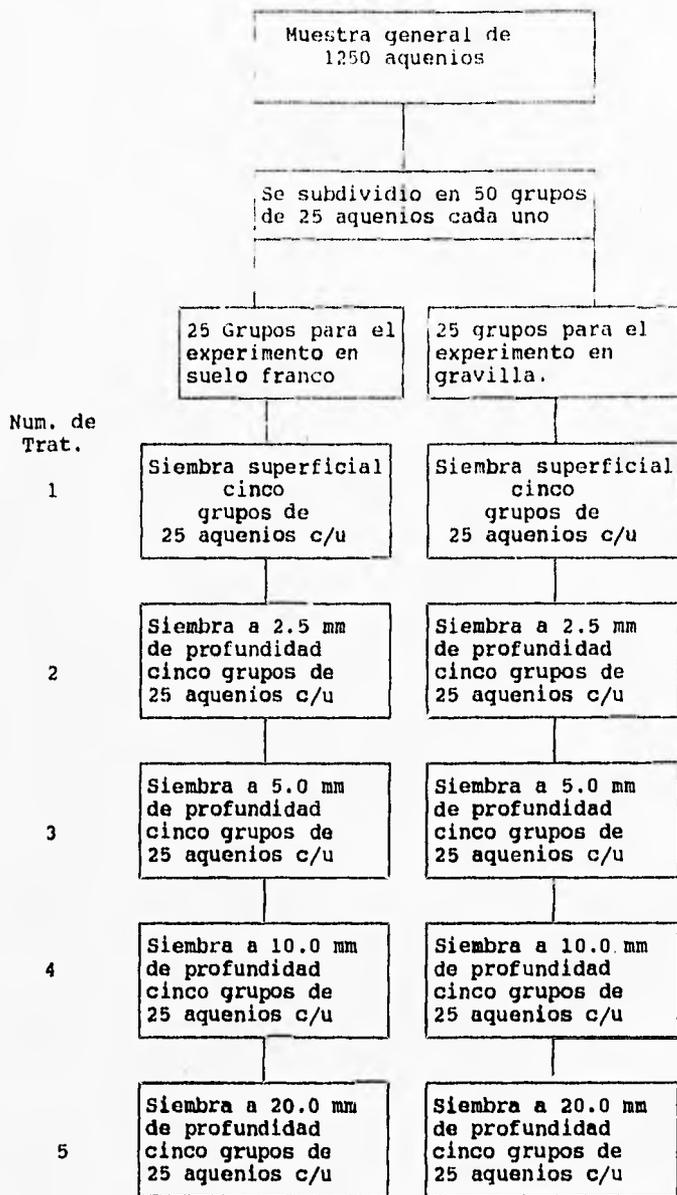


Figura 3. Secuencia metodológica para el estudio del efecto de la profundidad de siembra sobre la emergencia de *Senecio praecox* en dos sustratos.

4.3.3. Condiciones de incubación.

Las siembras se efectuaron en el interior del Laboratorio de Semillas Forestales del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, INIFAP, SAGAR, en Coyoacán, D. F.

Haber realizado los experimento dentro de un cuarto con iluminación natural a través de ventanas, se debió a que en estas condiciones se tuvieron temperaturas que oscilaron entre los 17 y los 20 °C (19 C en promedio). Condiciones que no se podían obtener a la intemperie y en el invernadero, por el fuerte decremento de la temperatura que se presentó en las noches y las madrugadas al final del otoño y durante el invierno, en que la temperatura descendió por debajo de los 10 °C.

4.3.4. Sustratos.

Para cada una de las cinco profundidades de siembra, evaluadas en cada sustrato, se hicieron cinco repeticiones, por lo tanto se lleno un total de 25 botes con cada uno de los sustratos.

**

Por una parte se empleo suelo de bosque, el cual tuvo un pH neutro, una textura franca y 11 % de materia orgánica. Por otra parte, se usó gravilla de dacita con partículas de 2 mm de diámetro. Esta última se obtuvo por cribado de arena de construcción de color gris; los agregados empleados, frecuentemente son un desperdicio de labores de albañilería.

4.3.5. Llenado de las macetas.

Cada bote se lleno con sustrato hasta una altura tal, que una vez sembradas las semillas y colocado el cubrimiento necesario para dejarlas a la profundidad requerida, se tuviera 1.0 cm por debajo del borde superior, con el fin de poder regar. Las profundidades de siembra evaluadas fueron 0.00, 2.5, 5.00, 10.00 y 20.00 mm.

4.3.6. Siembra.

Una vez que los botes se llenaron a las alturas requeridas con el sustrato correspondiente, se aplano la superficie del superior de éste, se distribuyeron los aguénios uniformemente espaciados, y se procedió a cubrirlos una capa de sustrato del espesor requerido para lograr la profundidad de siembra correspondiente. En el caso de la siembra superficial, los aguénios únicamente se distribuyeron en la superficie y se dejaron descubiertos.

4.3.7. Distribución de las unidades experimentales.

Una vez sembrados los 25 botes que constituyeron cada experimento, se acomodaron en charolas siguiendo un diseño completamente al azar.

4.3.8. Evaluación de los experimentos.

Se consideró que una plántula había emergido cuando sobresalía del suelo y había estirado su gancho de emergencia. En cada experimento, las plántulas emergidas se contaron diariamente durante 25 días.

Con el fin de que los datos tomados correspondieran a la emergencia total obtenida hasta cada evaluación, los individuos muertas y las que presentaron síntomas de estrangulamiento, se marcaron con palillos de plástico antes de que se perdiera su ubicación.

4.4. ANALISIS NUMERICO DE LOS DATOS OBTENIDOS.

Los datos obtenidos en cada uno de los experimentos se anotaron en una forma cuya primer reglón contenía las fechas de evaluación, mientras que la primera columna contenía los datos correspondientes a cada unidad experimental. Para el manejo de estos datos se usó la siguiente simbología (Camacho, 1994 b):

i = término que indica el número de evaluación realizada, el cual toma valores desde 0 en la evaluación anterior al inicio de la emergencia, hasta "e" la cantidad total de evaluaciones realizadas durante el experimento.

A_i = germinación acumulada obtenida en la evaluación número "i", corresponde a los datos tomados durante los experimentos.

G_i = $A_i - A_{(i-1)}$, corresponde a la germinación sencilla en la evaluación número "i"

T_i = tiempo transcurrido desde la siembra hasta la evaluación número "i".

P_i = $(T_i + T_{(i-1)})/2$, corresponde al punto medio del tiempo transcurrido hasta dos evaluaciones sucesivas.

4.4.1. Calculo de índices para evaluar la germinación.

Con la información organizada como se especificó en la sección anterior, el estudio numérico de la germinación y la

germinación se efectuó aplicando las siguientes fórmulas, las cuales se tomaron de Morales y Camacho (1985), Camacho y Morales (1992), Camacho (1994 b):

a) Porcentaje de germinación final: evalúa la relación existente entre el total de plántulas obtenidas y la cantidad de semillas sembradas:

$$CG = (Ae \times 100) / M$$

Donde:

CG = Capacidad de germinación.

Ae = germinación acumulada hasta la última evaluación.

M = muestra evaluada, lo que corresponde al total de semillas sembradas

Este índice tiene un enorme valor práctico, pues se usa como uno de los principales indicadores de la calidad de las semillas, asimismo, es indispensable en el cálculo de las semillas necesarias para una siembra. Siempre se requiere tomarlo en cuenta como variable de respuesta en experimentos que estudian la germinación. No obstante, se abusa de su empleo al considerarlo como el único indicador de la calidad de ésta, lo cual es un error, pues como se trata de un índice particular, no toma en cuenta el tiempo y uniformidad de germinación.

b) Tiempo de germinación: es una medida representativa del lapso requerido por las semillas para convertirse en plántulas, para evaluarlo considerando todos los datos tomados, se usa el tiempo medio de germinación (TMG):

$$TMG = SPG / SG$$

Donde:

TMG = tiempo medio de germinación.

SPG = suma puntos medios por las germinaciones sencillas =
= P1 x G1 + P2 x G2 Pe x Ge

SG = suma de las germinaciones sencillas = G1 + G2 + Ge

Este índice es indispensable en la planificación de las fechas para realizar labores de transplante, aclareo y resiembra, entre otras. Conforme se reduce su valor la germinación es más veloz, los cultivos se establecen mejor y aprovechan más la temporada de crecimiento. Es importante señalar que el tiempo de

germinación, indica el punto central del lapso en que ocurre ésta, por lo tanto no corresponde al momento en que todas las plántulas emergen.

c) Intervalo de germinación: es un índice que ayuda a representar el lapso que transcurre entre las primeras y las últimas germinaciones. Se evalúa mediante la siguiente fórmula:

$$ITG = 2 \times \text{raíz cuadrada de } \left\{ \frac{SCG - (SPG^2 / SG)}{SG - 1} \right\}$$

Donde:

ITG = Intervalo típico de germinación

SCG = suma puntos medios cuadrados por germinaciones sencillas =
= P1 x P1 x G1 + P2 x P2 x G2 + Pe x Pe x Ge

SPG = suma puntos medios por germinaciones sencillas =
= P1 x G1 + P2 x G2 Pe x Ge

SG = suma de germinaciones sencillas = G1 + G2 + Ge

El cálculo del intervalo típico de germinación, indica que se considera que el lapso en que ocurre el grueso de ésta, es el doble de la desviación típica del tiempo requerido para que las semillas de la muestra produzcan plántulas. Conforme se reduce el intervalo de germinación, se incrementa la uniformidad de ésta, lo cual mejora el establecimiento de los cultivos y facilita su manejo.

d) Valor de germinación: los índices particulares presentados anteriormente, dan por separado una visión incompleta del proceso de germinación, ante lo cual conviene utilizar una fórmula que los pondere dentro de un solo valor numérico, para evaluar la calidad de germinación. Una propuesta para realizar lo anterior es el índice de Maguire (1962):

$$MG = (G1/T1 + G2/T2 + Ge/Te) \times 100 / M$$

Donde:

MG = Valor de germinación o índice de Maguire

Gi = germinación sencilla en la evaluación número "i".

Ti = tiempo transcurrido desde la siembra hasta la evaluación número "i".

M = Cantidad de semillas sembradas.

Esta fórmula representa el total acumulado de las tasas de germinación sencilla respecto al tiempo (Parraguirre y Camacho, 1992), con su aplicación se obtienen valores que van de cero cuando no hay germinación, a 100 cuando toda la germinación se realiza en la primera unidad de tiempo evaluada; por lo que conforme se incrementa el valor del índice de Maguire, se incrementa la calidad de germinación, es decir, que el fenómeno es más completo y se realiza en menos tiempo.

La utilidad de este índice es la de permitir hacer comparaciones estadísticas objetivas, ponderadas y completas de la calidad de germinación, no obstante como los valores obtenidos son abstractos, es necesario acompañarlos con los datos referentes a capacidad, tiempo y uniformidad de germinación (Camacho, 1992).

4.4.2. Análisis estadístico.

El análisis estadístico de cada una de las cuatro variables de respuesta evaluadas (índice de Maguire, capacidad, tiempo e intervalo de germinación), consistió en aplicar un análisis de varianza para el experimento con diseño completamente al azar, posteriormente las diferencias entre los promedios se detectaron utilizando la prueba de medias de Tukey con alfa = 0.05.

Como los experimentos que integraron la primera parte, tenían un diseño de tratamientos trifactorial, la prueba de Tukey se aplicó de acuerdo con la significancia de la interacciones (Reyes, 1978).

5. RESULTADOS.

5.1. PRIMERA PARTE: EFECTO DE LA TEMPERATURA, LUZ, SUSTRATO Y LA PRESENCIA DEL VILANO EN LA GERMINACION DEL PALO LOCO (*Senecio praecox*).

5.1.1. Análisis gráfico de los resultados obtenidos en las siembras realizadas en cajas de Petri.

En el experimento realizado en incubadora a 25 °C, la germinación del palo loco (*Senecio praecox*) se efectuó rápidamente en todos los tratamientos, en un lapso de tres días después de la siembra el porcentaje de germinación tendió a estabilizarse, manifestando poco incremento posterior (Figura 4).

La altura alcanzada por las curvas de germinación, estuvo determinada principalmente por la presencia del vilano, los mejores resultados, una germinación rápida y casi completa, se obtuvieron en los aquenios que se les quitaron las cerdas que componen dicha estructura. Con el vilano intacto, la germinación por lo general fue menor al 50%.

No se observó que la luz fuera necesaria para que la germinación ocurriera, pues las gráficas obtenidas para los aquenios iluminados y los mantenidos en obscuridad fueron cercanas. Al parecer el sustrato tuvo un mayor efecto que la luz, pues los aquenios tendieron a germinar mejor en papel que en suelo.

En el experimento realizado en invernadero también se encontró que las mejores germinaciones se obtuvieron al quitar el vilano, en este caso la disponibilidad de luz permitió que la germinación en las siembras realizadas en papel fuera más rápida (Figura 5).

En cuanto al efecto del sustrato, hubo la tendencia a que la germinación fuera mayor en suelo, con la excepción de las semillas sin vilano que dispusieron de luz, que germinaron mejor en papel.

5.1.2. Análisis de varianza de los experimentos trifactoriales.

Los datos obtenidos en los experimentos realizados se sometieron a una análisis de varianza, en el que la suma de cuadrados de los tratamientos se dividió en las partes correspondientes a los factores, vilano, luz y sustrato, así como en sus interacciones. En el caso del porcentaje de germinación, los datos se analizaron con y sin transformación arco seno, obteniendo en ambos casos los mismos resultados en cuanto a la significancia de factores e interacciones, así como en la agrupación de medias (Anexo 1 y 2).

Cuando los aquenios se incubaron a 25 °C, la presencia del vilano tuvo un efecto significativo en todas las variables de respuesta evaluadas; en la mayoría de ellas, este factor actuó

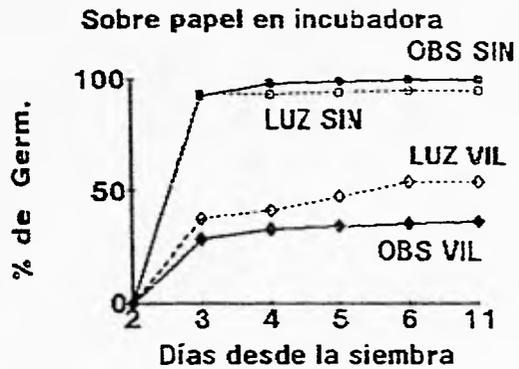
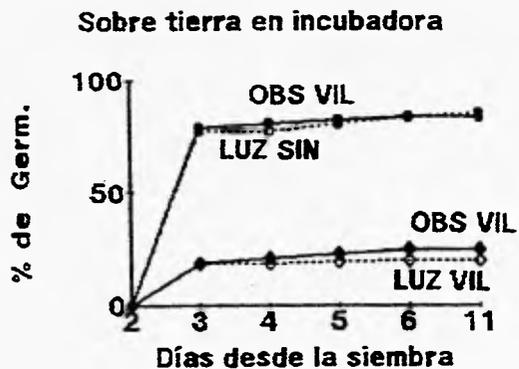


Figura 4. Germinación de aguénios de *Senecio praecox* sembrados en cajas de Petri en incubadora a 25 C, en relación con el sustrato, la presencia del vilano (Rombos: con y Círculos: sin) y la iluminación disponible (Marcador oscuro: sin luz, Marcador claro: con luz).

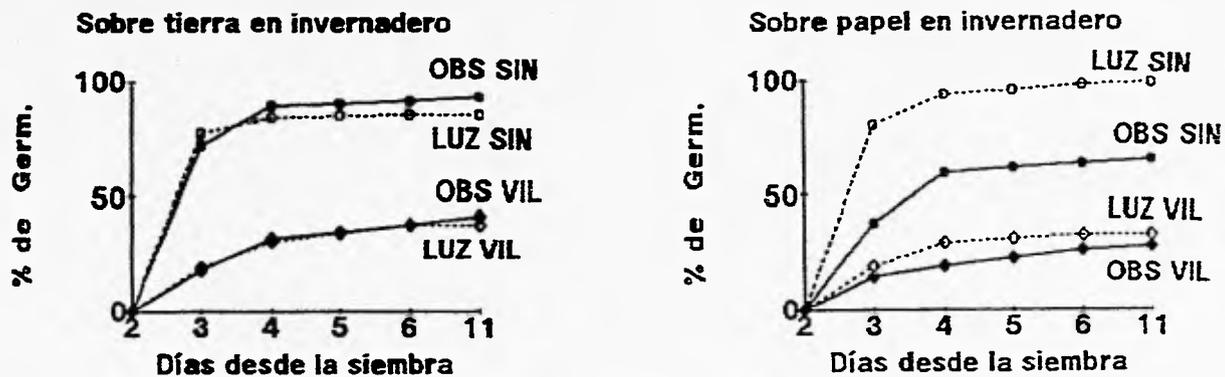


Figura 5. Germinación de aguénios de *Senecio praecox* sembrados en cajas de Petri en invernadero (temperatura oscilante de 12 a 38 C), en relación con el sustrato, la presencia del vilano (Rombos: con y Círculos: sin) y la iluminación disponible (Marcador obscuro: sin luz, Marcador claro: con luz).

independientemente, únicamente en el intervalo de germinación su efecto dependió del sustrato empleado, pues su interacción fue significativa (Cuadro 3).

Por otra parte, el sustrato tuvo un efecto estadísticamente importante, sobre el índice de Maguire y el porcentaje de germinación.

En el experimento realizado en incubadora, la luz no afectó la magnitud de las medias obtenidas en las variables evaluadas, por el contrario en el realizado en invernadero, este factor tuvo un efecto estadísticamente importante, sobre el tiempo y la uniformidad de germinación (Cuadro 4).

En todas las variables empleadas para evaluar la germinación en el experimento realizado en invernadero, la presencia del vilano tuvo un efecto significativo e independiente de la luz y el sustrato. A diferencia del experimento efectuado en incubadora, el sustrato no tuvo un efecto estadísticamente importante.

Con base en lo descrito, se decidió realizar las comparaciones utilizando los valores obtenidos para cada factor, promediando a los restantes. Únicamente con el intervalo de germinación obtenido en incubadora, fue necesario considerar simultáneamente dos factores, pues hubo una interacción significativa.

Cuadro 3. Probabilidad de obtener un valor de F mayor o igual al observado, en la germinación de achenios de Senecio praecox a temperatura constante de 25 °C, en relación con la disponibilidad de luz, el sustrato y la presencia de vilano (Nivel observado de significancia).

Fuentes de variación	Índice de Maguire	Porcentaje de Germ.	Días medios	Interv. de Germ.
Factores				
Luz	0.722	0.643	0.528	0.622
Sustrato	0.001 *	0.001 *	0.474	0.722
Vilano	0.000 *	0.000 *	0.017 *	0.165
Interacciones				
Luz x Sustrato	0.439	0.389	0.843	0.809
Luz x Vilano	0.408	0.389	0.307	0.227
Sustrato x Vilano	0.615	0.337	0.105	0.026 *
Luz x Sust. x Vilano	0.284	0.147	0.239	0.106

* Significativo al 0.05

Cuadro 4. Probabilidad de obtener un valor de F mayor o igual al observado, en la germinación de aguenios de Senecio praecox a temperaturas oscilantes de 12 a 38 °C, en relación con la disponibilidad de luz, el sustrato y la presencia de vilano (Nivel observado de significancia).

Fuentes de variación	Indice de Maguire	Porcentaje de Germ.	Días medios	Interv. de Germ.
Factores				
Luz	0.210	0.418	0.001 *	0.003 *
Sustrato	0.277	0.325	0.921	0.702
Vilano	0.000 *	0.000 *	0.000 *	0.007 *
Interacciones				
Luz x Sustrato	0.123	0.133	0.921	0.549
Luz x Vilano	0.377	0.454	0.128	0.360
Sustrato x Vilano	0.825	0.889	0.099	0.206
Luz x Sust. x Vilano	0.298	0.325	0.395	0.755

* Significativo al 0.05

5.1.3. Comparación de las medias obtenidas por los factores luz, sustrato y presencia de vilano.

De acuerdo con el índice de Maguire, en los dos experimentos realizados, la calidad de germinación fue igual tanto en obscuridad, como con iluminación (Cuadro 5).

En el experimento realizado en invernadero, la disponibilidad de luz permitió una germinación más veloz y uniforme que en obscuridad. Estas diferencias aunque significativas no son lo suficientemente grandes como para afectar el índice de Maguire. En las siembras efectuadas en incubadora, no se observaron cambios debidos al factor luz, tanto en el índice de Maguire y el porcentaje de germinación como en el tiempo y el intervalo de germinación.

En comparación con el uso de suelo, el empleo de papel filtro como sustrato de siembra, permitió una mejor germinación en el experimento realizado a temperatura constante de 25 °C, ya que se obtuvo un incremento pequeño pero significativo del porcentaje de germinación (Cuadro 6). En cambio en el realizado en invernadero, no se registraron diferencias significativas debidas al sustrato empleado.

Cuadro 5. Germinación de aquenios de Senecio praecox a temperaturas constantes de 25°C y oscilantes de 12 a 38°C, en relación con la disponibilidad de luz.

Temperatura e iluminación.	Indice de Maguire	Porcentaje de Germ. (%)	Tiempo medio (Días)	Interv. de Germ. (Días)

Constante de 25 °C				
Obscuridad	19.6 a	61 a	2.4 a	0.8 a
Luz	20.1 a	64 a	2.3 a	0.7 a

Oscilante de 12 a 38 °C				
Obscuridad	16.4 a	57 a	3.2 a	1.6 a
Luz	19.7 a	64 a	2.6 b	0.9 b

Para cada régimen térmico, en cada columna, las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí, Tukey 0.05.

En ambos experimentos, el factor sustrato careció de efecto sobre el tiempo y la uniformidad germinativa, los cuales obtuvieron medias similares tanto en las siembras efectuadas sobre papel, como en las realizadas en suelo; la germinación tendió a ser ligeramente más lenta y menos uniforme, a temperatura oscilante que a temperatura constante de 25 °C (Cuadro 6).

Cuadro 6. Germinación de aquenios de Senecio praecox a temperaturas constantes de 25°C y oscilantes de 12 a 38°C, en relación con el sustrato de siembra empleado.

Temperatura y sustrato	Indice de Maguire	Porcentaje de Germ. (%)	Tiempo medio (Días)	Interv. de Germ. (Días)

Constante de 25 °C				
Papel	22.6 a	71 a	2.4 a	0.8 (a)
Tierra	17.1 b	54 b	2.3 a	0.7 (a)

Oscilante de 12 a 38 °C				
Papel	16.6 a	56 a	2.9 a	1.3 a
Tierra	19.4 a	65 a	2.9 a	1.2 a

Para cada régimen térmico, en cada columna, las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí, Tukey 0.05. Las agrupaciones que aparecen entre paréntesis corresponden a la significancia del factor analizado, afectadas por interacciones significativas.

La interacción entre el vilano y el sustrato, registrada para el intervalo de germinación en el experimento efectuado en incubadora, se debió a que en las siembras sobre papel, la germinación fue más uniforme sin vilano; mientras que en las efectuadas en suelo no hubo diferencias debidas a la presencia de dicha estructura (Cuadro 7).

Cuadro 7. Intervalo de germinación en días de Senecio praecox a temperatura constante de 25 °C, en relación con el sustrato y la presencia del vilano.

Sustrato de siembra	Presencia del vilano	
	Con	Sin
Papel	1.2 a	0.4 b
Tierra	0.6 ab	0.8 ab

Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí, Tukey 0.05.

En la germinación de los aquenios de Senecio praecox, la presencia del vilano tuvo un efecto mayor y más consistente que los factores luz y sustrato, en los dos experimentos trifactoriales (Cuadro 8).

La calidad de germinación de acuerdo con el índice de Maguire, se incrementó notablemente con la eliminación de dicha estructura, los porcentajes alcanzaron en promedio más del 85 % de germinación en ambos experimentos, mientras que los aquenios intactos, tuvieron una germinación promedio menor al 40 % (Cuadro 8).

La eliminación del vilano, también produjo una reducción significativa del tiempo de germinación, la cual se aproximó a un día en el experimento realizado en invernadero.

Senecio praecox, mostró ser una especie con germinación rápida y uniforme, pues en las siembras realizadas en caja de Petri la germinación, se realizó en un lapso inferior a una semana.

Asimismo el proceso se efectuó en una forma muy uniforme, ya que el intervalo de germinación fue cercano a un día.

Cuadro 8. Germinación de aquenios de Senecio praecox a temperaturas constantes de 25°C y oscilantes de 12 a 38°C, en relación con la presencia del vilano.

Temperatura y vilano	Indice de Maguire	Porcentaje de Germ. (%)	Tiempo medio (Días)	Interv. de Germ. (Días)
Constante de 25 °C				
Con vilano	10.1 b	34 b	2.5 a	0.9 (a)
Sin Vilano	29.6 a	91 a	2.2 b	0.6 (a)
Oscilante de 12 a 38 °C				
Con vilano	9.6 b	35 b	3.3 a	1.6 a
Sin Vilano	26.5 a	86 a	2.5 b	0.9 b

Para cada régimen térmico, en cada columna, las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí, Tukey 0.05. Las agrupaciones que aparecen entre paréntesis corresponden a la significancia del factor analizado, afectadas por interacciones significativas.

5.2. SEGUNDA PARTE: EFECTO DEL SUSTRATO Y LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA EMERGENCIA DEL PALO LOCO (Senecio praecox).

5.2.1. Análisis gráfico del efecto de la profundidad de siembra en dos sustratos.

En las siembras realizadas empleando como sustrato suelo de bosque, la mejor emergencia, cerca de un 90 %, se obtuvo al sembrar los aquenios a una profundidad de 2.5 mm. Tanto en la siembra superficial como cuando los aquenios se enterraron 5 mm, se observó un retraso en la de la emergencia, aunque el porcentaje se vio poco afectado (Figura 6).

Con una profundidad de siembra de 10 mm, es evidente una notoria reducción del porcentaje de emergencia y un incremento en el tiempo requerido para que ésta se realice. Lo cual se acentuó más con la siembra a 20 mm en que la emergencia fue inferior al 30%.

En la siembra realizada empleando gravilla como sustrato, la emergencia se alcanzó valores cercanos al 90%, al sembrar superficialmente y al emplear con profundidades de siembra de 2.5 a 10 mm. No obstante con 10 mm hubo un evidente retraso en la emergencia, el cual se acentuó con la siembra a 20 mm, en que la emergencia fue inferior al 70%, aunque mucho mayor a la obtenida al sembrar empleando suelo de bosque.

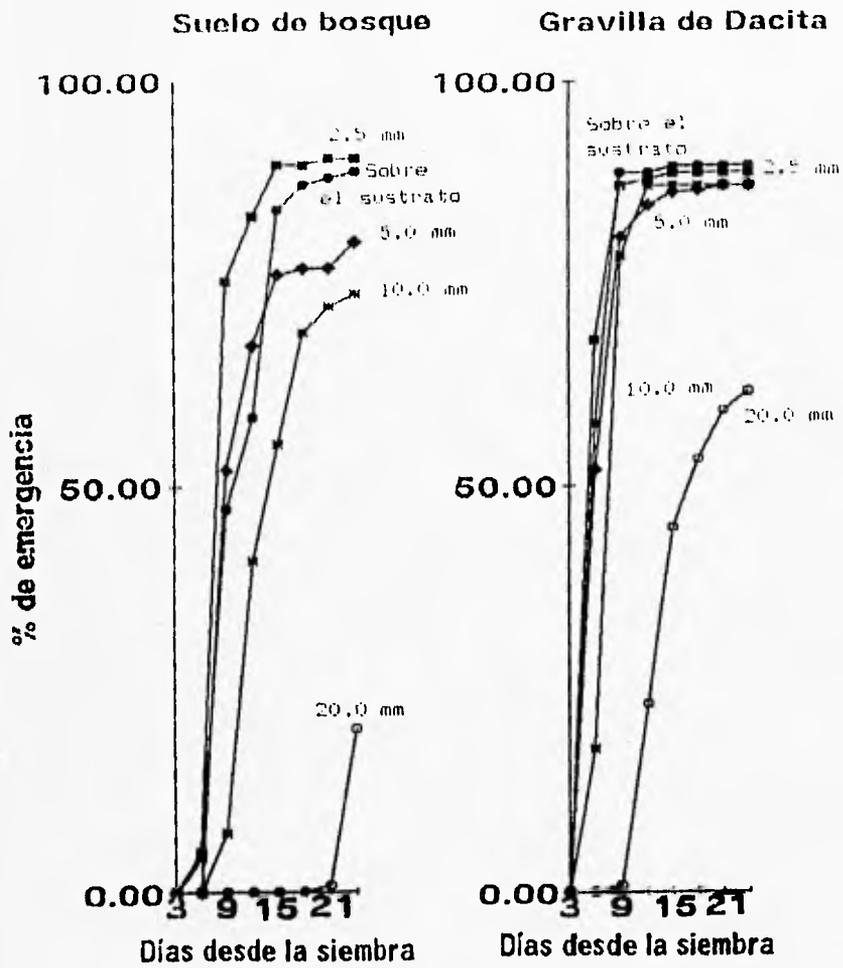


Figura 6. Efecto de la profundidad de siembra y el sustrato sobre la emergencia de *Senecio praecox*.

5.2.2. Análisis de varianza realizados.

Al someter los datos obtenidos al análisis de varianza, se encontró que el efecto de la profundidad de siembra fue significativo sobre el índice de Maguire, el porcentaje, tiempo e intervalo de germinación (Anexos 3 y 4).

En el caso del porcentaje la transformación arco seno no produjo cambios en la agrupación de medias en el experimento realizado empleando suelo de bosque (Anexo 3).

Respecto al realizado usando gravilla, al analizar los datos transformados no se encontró diferencias significativas, mientras que sin transformación se rechazó la hipótesis nula (Anexo 4).

Como en tres de los cuatro experimentos realizados en el presente trabajo no hubo necesidad de transformar los datos, y no hubo un cambio notable en el coeficiente de variación en el experimento realizado en gravilla, los resultados que se presentan corresponden al análisis de varianza de los porcentajes.

5.2.3. Agrupaciones de medias obtenidas en respuesta a la profundidad de siembra.

En los dos experimentos realizados, la mayor calidad de germinación, se consiguió con una profundidad de siembra de 2.5 mm, con un tiempo de emergencia entre los 5 y los 8 días, alcanzando porcentajes superiores al 80% (Cuadro 9).

Al incrementar la profundidad de siembra, el índice de Maguire tuvo una reducción, la cual fue significativa a partir de 5 mm en las siembras que se hicieron en suelo; mientras que en las realizadas en gravilla de dacita, para que la reducción germinativa fuera significativa se requirió de 10 mm.

En las siembras superficiales y las realizadas hasta una profundidad de 10 mm, los porcentajes de emergencia se mantuvieron por arriba del 75%.

Al incremento de la profundidad de siembra, el tiempo requerido para que las plántulas emergieran aumentó, cuando los aqueños se tuvieron a 20 mm de la superficie, las plántulas necesitaron más de 11 días para salir del sustrato.

El suelo tuvo un efecto más drástico sobre la emergencia, que la gravilla, en el primer sustrato prácticamente no se obtuvieron plántulas a la mayor profundidad de siembra, mientras que en el segundo más del 50 % de los aqueños sembrados lograron producir plántulas que alcanzaron la superficie.

Cuadro 9. Emergencia en aquenios de Senecio praecox sin vilano, en relación con el sustrato y la profundidad de siembra.

Profundidad de siembra en mm.	Indice de Maquire	Porcentaje de Germinación	Días medios	Interv. de Germ. (en días)
Siembras efectuadas en suelo franco rico en materia orgánica				
0.00	9.41 ab	89 a	10.1 c	3.6 a
2.50	11.41 a	90 a	7.8 d	2.2 ab
5.00	8.67 b	80 a	9.4 cd	2.9 a
10.00	5.90 c	74 a	12.7 b	3.2 a
20.00	0.86 d	20 b	23.2 a	0.7 b
Siembras efectuadas en gravilla de dacita				
0.00	14.11 ab	90 a	6.0 b	1.0 b
2.50	14.60 a	89 a	5.7 b	1.0 b
5.00	13.12 ab	87 ab	6.4 b	1.8 b
10.00	11.60 b	87 ab	7.2 b	1.1 b
20.00	4.51 c	62 b	14.8 a	3.1 a

Se hizo un experimento separado por sustrato, por lo que para cada uno de ellos, en cada columna las medias seguidas por la misma letra, no difieren significativamente entre sí, Tukey 0.05.

6. DISCUSION.

En las compuestas es común que los propágulos tenga requerimientos de luz para germinar, así como la necesidad de temperaturas oscilantes, un ejemplo de ello son las semillas de Lactuca sativa (Camacho, 1994 a).

Esto no se manifestó en Senecio praecox, pues la germinación de los aquenios fue similar en luz y en oscuridad, a temperatura constante de 25 °C y a temperatura oscilante de 12 a 38 °C. Únicamente se encontró que a temperaturas oscilantes la germinación fue un poco más lenta.

El vilano cumple un importante papel en la dispersión anemócora de los propágulos de las compuestas, inclusive, puede ayudar al acomodamiento y enterramiento de los aquenios en el suelo (Fenner, 1985; Fahn y Werker, 1972); en ocasiones les ayudan a reptar, mediante movimientos causados por el humedecimiento y el secado de la estructura (Besnier, 1989; Fenner, 1985; Fahn y Werker, 1972).

En los experimentos realizados en cajas de Petri, se encontró que el principal factor que determinó la germinación en los aquenios de Senecio praecox, fue la presencia del vilano; tanto la luz como el sustrato y la temperatura, tuvieron un efecto mucho menor.

Los aquenios con vilano tuvieron una germinación inferior al 60%, mientras que al eliminar esta estructura, la germinación frecuentemente superó al 80%.

En la revisión de literatura efectuada, no hubo referencias acerca de la propagación del Senecio praecox, por lo tanto el presente trabajo abre el camino a nuevas investigaciones en el tema. Las cuales, se sugieren a continuación, la razón de no haberlas realizado en el presente trabajo, fue que no se contó con una suficiente cantidad de aquenios, para realizar más experimentos.

Resulta interesante evaluar la germinación de aquenios sin vilano, en los que esta estructura se deposite en el medio de siembra; una baja germinación apoyaría la hipótesis de la existencia de inhibidores solubles, en cambio, una alta germinación indicaría que el efecto de quitar el vilano, puede relacionarse con un incremento de la permeabilidad del pericarpio.

Para verificar la presencia de compuestos solubles que puedan inhibir la germinación, hace falta hacer pruebas con extractos obtenidos de remojar en agua tanto aquenios con vilano, como aquenios despojados de éste. Posteriormente hacer pruebas de germinación, regando con el líquido obtenido a tanto a aquenios sin vilano, como semillas de otras especies que tengan una germinación relativamente rápida, tal como lo efectuó Nikolaeva (1969).

Un estudio más fino sería correr un cromatograma en papel, y luego dividir éste en fracciones horizontales, para usarlas como sustrato de siembra (Goodchild y Walker, 1971; Walker, 1971).

Al desprender las cerdas del vilano de los aquenios, sus bases rotas pueden convertirse en vías de entrada para el agua y los gases; el estudio de la permeabilidad del pericarpio a los gases y al agua, requiere de efectuar mediciones de la ganancia de peso al poner las aquenios a embeberse, así como de su respiración (Nikolaeva, 1979).

También es interesante evaluar, el comportamiento germinativo de aquenios sin vilano, a los cuales se les aplique vaselina o lanolina en el extremo donde se ubica ésta estructura, como lo hicieron Camacho (1990) y Toit *et al.* (1979), al estudiar el efecto del endocarpio sobre la germinación de semillas de Prunus serotina ssp capuli y de P. persica.

Si los aquenios sin vilano y con la base de éste sellada, tuvieran una alta germinación, esto evidenciaría que el efecto inhibitorio de las cerdas es debido a las sustancias solubles que contienen. En cambio, si la germinación disminuyera con el sellado, el estímulo obtenido al quitar el vilano, se relacionaría con cambios en la permeabilidad del pericarpio.

De acuerdo con lo presentado por Besnier (1989) sobre tipos de latencia, el vilano produce una inhibición parcial, pues a una fracción de la población de aquenios le es posible germinar en presencia de dicha estructura. Esta germinación, es relativamente rápida, pues ocurre en un promedio de 2 a 4 días.

Este comportamiento, puede estar asociado con el hecho de que una parte de los propágulos producidos en un ciclo anual, germinen a corto plazo y otra permanezca en latencia, con lo que se integraría al banco de semillas (Grime, 1982). Lo anterior se fundamenta en que el vilano puede permanecer por largo tiempo adherido al fruto, una vez que este se encuentra en el suelo, después de la dispersión.

Hernández (1984) menciona que Senecio praecox, tiende a germinar tan pronto como se inician las lluvias; después de la dispersión anemócora durante la parte seca de la primavera, en el Pedregal de San Angel, D. F., México.

Es posible que la germinación observada por Hernández (1984) sea producida únicamente por la fracción de los aquenios que pueden germinar en presencia del vilano. El resto de los propágulos pueden quedar integrados a un banco de semillas (Camacho, 1994 a; Grime, 1982).

Para verificar esta hipótesis, se requiere determinar si el efecto del vilano es momentáneo o persistente, para lo cual se sugiere efectuar siembras de aquenios que tengan esta estructura y transcurridos distintos periodos, proceder a rescatarlos y a eliminarles el vilano y ponerlos a germinar. También haría falta

determinar mediante cuales mecanismos se puede perder el vilano en la naturaleza.

Por otra parte, también hace falta estudiar los bancos de semilla, de manera que también se puedan hacer germinar las semillas latentes.

En la propagación artificial de la especie, para su aprovechamiento como planta ornamental, el hecho que la pérdida del vilano no afecte negativamente la germinación, es una situación ventajosa, pues en la realización de las siembras esta estructura apelmaza los propágulos, incrementa su volumen y libera partículas molestas (Observación personal). Lo mismo sucede con otras adaptaciones de las plantas para su dispersión, como son las alas de las semillas de los pinos (Patiño *et al.*, 1983).

Es por esto, que en las siembras realizadas en suelo y con gravilla, se procedió a emplear aquenios sin vilano.

La especie trabajada, tuvo la capacidad de germinar tanto en la superficie del suelo como ligeramente enterrada. Su tolerancia a la profundidad de siembra se incrementó cuando se empleó un sustrato de partículas grandes, tal como lo fue la gravilla.

La factibilidad de que se tuviera germinación después de cubrir los aquenios con una capa de suelo, confirma su falta de fotoblastimo positivo (Orozco, 1989).

Para el manejo de la especie en viveros, es interesante que en próximos trabajos se evalúe, el empleo combinado del suelo con la gravilla, usando el primero como medio de crecimiento y a ésta como la cobertura de las aquenios. Quizá también convenga, evaluar otros materiales de cobertura, entre los que se encuentran a la vermiculita, la agrolita y la cascarilla de arroz (Liegel y Venator, 1987).

Lo anterior puede realizarse tanto en siembras de vivero en almácigos, así como en envases. Existe también la posibilidad de evaluar la técnica de realizar las siembras directas en campo, tal como lo sugiere Malcom (1989), en el establecimiento de arbustos para suelos salitrosos.

Dentro de la producción en vivero, otra opción es producir las plántulas en almácigos de gravilla, para un pronto trasplante posterior a envases o camas de crecimiento, pues dicho sustrato a pesar de ser un buen medio para la germinación, no lo es para el crecimiento, pues es pobre en nutrientes

7. CONCLUSIONES

- 1) Se observó que el palo loco, tuvo una germinación relativamente rápida, que se efectuó en un lapso de 2 a 4 días, en siembras realizadas en cajas de Petri incubadas a temperaturas constantes de 25 C y oscilantes de 12 a 38° C.
- 2) La germinación de los aqueños fue similar tanto en luz como en obscuridad, así como a temperaturas constantes de 25 C y oscilantes de 12 a 38° C, por lo general los porcentajes superaron el 70% cuando se les quitó el vilano.
- 3) La germinación fue un poco mejor en las siembras realizadas sobre papel a temperatura constante, y no hubo diferencias cuando se empleó temperatura oscilante.
- 5) El principal factor que determinó la germinación en los aqueños de Senecio praecox, fue la presencia del vilano; tanto la luz como el sustrato y la temperatura, tuvieron un efecto mucho menor.
- 6) La especie trabajada, tuvo la capacidad de germinar tanto en la superficie del suelo como ligeramente enterrada, la profundidad óptima de siembra fue de 2.5 mm.
- 7) La tolerancia a la profundidad de siembra se incrementó cuando se empleó un sustrato de partículas grandes, tal como lo fue la gravilla.

8. BIBLIOGRAFIA.

- Abbott, R. J. 1986. Life history variation associated with the polymorphism for capitulum tipe and outcrossing rate in Senecio vulgaris. Heredity 56: 381-391.
- Baker Kratz, A.L. and Maguire, J.D. 1984. Germination and dry-matter accumulation in dimorphic achenes of tansy ragwort (Senecio jacobaea); effect of capitula position and temperature. Weed Sci. 32 (4): 539-545.
- Barrios R., M. A. y Medina C., J. C. 1995. Cactáceas y suculentas de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. Cactáceas y Suculentas Mexicanas. 40(1): 16-20.
- Batalla, M. A. y Ramírez C., D. 1939. Contribuciones al estudio florístico del Valle de México; estudio cualitativo de las sinecias que habitan los cerros del norte del Valle de México. Anales del Instituto de Biología. México. 10 (3 - 4): 227-267.
- Becerril, R. A. E. y Rodríguez, A. J. 1991. Uniformización de la terminología para los diferentes tipos de letargo en especies frutales. Memorias del IV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. México. pp 226.
- Bergelson, J. and Perry, R. 1989. Interspecific competition between seeds: relative planting date and density affect seedling emergence. Ecology. 70 (6): 1639-1644.
- Besnier R., F. 1989. Semillas; biología y tecnología. Mundi-Prensa. España. 637 p.
- Bopp O, M. 1956. Contribución al estudio de la flora fanerogámica de los cerros situados al norte de la Ciudad de México. Tesis Profesional de Biólogo. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 65 p.
- Camacho M, F. 1985. Identificación del mecanismo que inhibe la germinación en Schinus molle L. y forma de eliminarlo. Revista Ciencia Forestal. 10(55): 35-49.
- Camacho M, F. 1990. Eliminación de la dormición de semillas de capulín (Prunus serotina ssp capuli (Cav.) McVaugh.) Ciencia Forestal en México. 15 (67): 63 -74.
- Camacho M, F. 1994 a. Dormición de Semillas; causas y tratamientos. Ed. Trillas. México. 125 p.
- Camacho M, F. 1994 b. Fisiología de la germinación. En: Semillas Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Publicación Especial No. 2. México. pp. 12-31.

- Camacho M, F. y Ramirez P, M. 1987. Dormición química del pirú (Schinus molle L.) en tres tipos de siembra. Revista Ciencia Forestal. México. 12 (62): 15-31.
- Camacho M, F. y Morales V, G. 1992. Métodos para el análisis del efecto de tratamientos sobre la germinación. Memoria de la Reunión Científica Forestal y Agropecuaria del Campo Experimental Coyoacán. Publicación Especial Número I. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México. pp 282-290.
- Cano S., Z. 1994. La reserva del pedregal como ecosistema: estructura trófica. En: Rojo, A. (Ed.) Reserva Ecológica "El Pedregal de San Angel"; Ecología, Historia Natural y Manejo. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 149-158.
- Carpenter, W.J. 1990. Priming dusty miller seeds; role of aeration, temperature, and relative humidity. HortScience. 25 (3): 299-302.
- Chávez, T. J. C. 1993. Dinámica poblacional y uso del hábitat por los roedores en un matorral de palo loco (Senecio praecox). Tesis Profesional de Biólogo. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 50 p.
- De Fina, A. L. 1945. Los elementos climáticos y los cultivos. Sudamericana. Enciclopedia Agropecuaria Argentina No. 28. Argentina. pp 84-88.
- Diego, N. 1970. Contribución a la flora silvestre de los alrededores del Jardín Botánico de la UNAM. Tesis Profesional de Biólogo. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 170 p.
- Estrada L, E.; Marín A, C.; Quintana R, V. y Paz, A. 1992. Germinación y Fenología: revisión bibliográfica. En: Estrada, L. E. (Comp.). Plantas Medicinales de México; Introducción a su Estudio. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. 397 - 410.
- Evans, R. A.; Easi, D. A.; Book, D. N. and Young, J. A. 1982. Quadratic response surface analysis of seed-germination trials. Weed Science 30(4):411-416.
- García P., J. 1985. Senecio L. En Rzedowski, J. y Rzedowski, C., G. (Ed.). Flora Fanerogámica del Valle de México. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas e Instituto de Ecología. México. Vol. II. pp. 596-597.
- Ginzo, H.D. 1980. Fisiología de la germinación. En: Sívori, E. (Ed.) Fisiología Vegetal. Hemisferio Sur. Argentina. pp. 613- 628.
- Goodchild, N. A. and Walker, M. G. 1971. A method of measuring germination in physiological studies. Ann. of Bot. 35: 615-621.

- Grime, J.P. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que regulan la vegetación. Trad. Garcia Ferrer, C. Limusa. México. 221 p.
- Fahn, A. and Werker, E. 1972. Anatomical mechanisms of seed dispersal. En: Kozlowski, T.T. (Ed). Seed Biology. Vol. 1. Academic Press. USA. pp 152-222.
- Fenner, M. 1985. Seed ecology. Chapman and Hall. Inglaterra. 151 p.
- Hartmann, H. T. y Kester, D. E. 1987. Propagación de plantas; principios y practicas, Trad. Marino A., A. Continental. México. 760 pp.
- Hernández, J. L. 1984. Variación estacional del contenido de semillas del suelo en tres hábitats de la comunidad de Senecio praecox (Pedregal). Tesis Profesional de Biólogo. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 100 p.
- Heydecker, W. 1976. Clarity in recording germination data. Nature. Londres. 210: 753-754.
- Jann, R.C. and Amen, D.R. 1987 What is germination. En: Khan, A.A. (Ed.) Physiology and Biochemistry of seed dormancy and germination. Elsevier/North Holland Biomedical Press. Holanda. 7-27 pp.
- Jáuregui O., E. 1975. Las zonas climáticas de la Ciudad de México. Boletín del Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México. Vol. 4. pp 47-58.
- Lang, G. A. 1987. Dormancy: a new universal terminology. Hort Science 22(5): 817.
- Lang, G. A.; Early, J. D.; Darnel, R. L. and Martin, G. C. 1987. Endo, Para y ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. HortScience. 22(2): 371-377.
- Lechuga, N. K y Vásquez, L. 1973. Estudio ecológico de los insectos que habitan en Senecio praecox D. C. en el Pedregal de San Angel. Folia Entomol. México. Vols. 25-26: 105-106.
- Liegel, L. H. and Venator, C.R. 1987. A Technical Guide for Forest Nursery Management in the Caribbean and Latin America. USDA. For. Serv. Souther Exp. Station. General Technical Report SO-67. USA. USA. 156 p
- Malcom, C. V. 1989. Forage shrub production on salt-affected soils. En: McKell, C. M. (Ed.) The biology and utilization of shrubs. Academic Press. USA. pp. 553-554.
- McCarty, M. K. 1982. Musk thistle (Carduus thoermeri) seed production. Weed Science 30 (5): 441-445.

MacDunough, W. T. and Harniss, R. O. 1974. Seed dormancy in Artemisia tridentata Nutt. subspecies vaseyana Rydb. Northwest Science 48(1): 17-20.

Martínez H, E. 1983 Germinación de semillas de Stenocereus griseus (Haw.) Buxbaum. (pitaya de mayo). Cactáceas y Suculentas mexicanas 27:51-57.

McLemore, B. F. 1964. Light during stratification hasten dark-germination of loblolly pine seed. Forest Science 10(3):3-5.

McVaugh, R. 1984. Flora Novo-Galicina; a descriptive account of the vascular plants of western Mexico. Vol 12. Compositae. Ann Arbor The University of Michigan Press. USA.

Mayeux, H. S. Jr. 1982. Germination of false broomweed (Ericameria austrotexana) seed. Weed Science 30(6): 597-601.

Meave, J.; Carabias, J.; Arriaga, V. y Valiente B., A. 1994. Observaciones fenológicas en el Pedregal de San Angel. En: Rojo, A. (Ed.) Reserva Ecológica "El Pedregal de San Angel"; Ecología, Historia Natural y Manejo. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 91-105.

Morales V, G. y Camacho M, F. 1985. Formato y Recomendaciones para evaluar germinación. III Reunión Nacional Sobre Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación Especial No.48. México. pp. 123- 138.

Moreno M, M. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 383 p.

Morrow, L. A.; Young, F. L. and , Flom, D. 1982. Seed germination and seedling emergence of jointed goatgrass (Aegilops cylindrica). Weed Science 30(4): 395-398.

Nicolau, A. 1995. ¿Alguien sabe cómo eran las velas en la época prehispánica?. México Desconocido. 19(219): 8.

Nikolaeva, M.C. 1969. Physiology of Deep Dormancy in Seed. Trd. Z. Shapiro. I.P.S.T. Israel. 220 p.

Nikolaeva, M. G. 1977. Factors controlling the seed dormancy pattern. En: Khan, A. A. (Ed.) Physiology and Biochemistry the Seed Dormancy and Germination . Elsevier/North Holland Biomedical Press. Holanda. pp. 50-73.

Ochoa C., M. C. 1994. Tiempo de emergencia y constantes para estimar emergencia en especies forestales. Tesis Profesional de Bióloga. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 56 p.

- Orozco S., A. 1989. Fisiología y ecología del fitocromo: su función en las semillas. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 49: 71-84.
- Orozco S., A. 1991. Latencia de las semillas una interpretación desde el punto de vista de la fisiología ecológica. Macpalcxochitl 127: 3-6.
- Olsen, D. F. 1974. Baccharis L. En: Shopmeyer, C. S. (Ed). Seeds of woody plants in the United States. USDA Forest Service Agric. HandBook No. 450. USA. pp 224-246.
- Paray, L. 1949. El género Senecio en el Valle de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 9: 20-31.
- Patiño V.F. Garza, L. M. P. de la.; Villagómez A, Y.; Talavera A, I. y Camacho M, F. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Bol. Divulgativo No. 63. México. 181 p.
- Peña F., R. M. 1985. Propagacion por medio de estacas de algunas especies (Tamarix plumosa, Cotoneaster pannosa, Senecio praecox, Buddleia cordata, Schinus terebenthifolius). Tesis Profesional de Biólogo. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 55 p.
- Pita, J. M. 1989. Nota sobre el efecto de las giberelinas sobre la germinación de algunas especies endémicas de las Islas Canarias. Investigación Agraria; Producción y Protección-Vegetales. 4(1): 19-23.
- Prieto R., J. A. y Rubio Ch., F. 1987. Influencia de la profundidad de siembra en la emergencia y sobrevivencia de Pinus engelmanni Carr. en almácigo. En Avances de la Investigación Forestal en el Estado de Durango. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Estado de Durango. Publicación Especial No. 1. pp 10-13.
- Reyes C., P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Trillas. México. pp. 257-290.
- Rolston, M.P. 1978. Water Impermeable Seed Dormancy. The Botanical Review. 44(3):365-396.
- Rojo C., A. 1994. Plan de Manejo Reserva Ecológica "El Pedregal de San Angel". En: Rojo, A. (Ed.) Reserva Ecológica "El Pedregal de San Angel"; Ecología, Historia Natural y Manejo. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 371-382.
- Rzedowski, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Angel, Distrito Federal, México. An. Esc. Nal. Ciencias Biológicas. México. 8:59-129.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. pp 249.

Rzedowski, J. 1985. Compositae. En Rzedowski, J. y Rzedowski, C., G. (Ed.). *Flora Fanerogámica del Valle de México*. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas e Instituto de Ecología. México. Vol. II. pp. 429-443.

Tinus, R. W. and Mc Donald, S. E. 1979. How grow tree seedling in containers in greenhouses. USDA Forest Serv. Gral. Tech. Rep. RM-60. USA. pp 142-148.

Toit, H, J. D.; Jacobs, G. and Strydom, D. K. 1979. Rols of various seed parts in peach dormancy and seedling growth. *J. Amer. Hort. Sci.* 104 (4): 490-492.

Vázquez Y., C. 1979. Notas sobre la ecofisiología de la germinación de Cecropia obtusifolia Bertol. *Turrialba* 29(2): 147-149.

Walker, M. G. 1971. A general bioassay for germination modifying factors. *Ann. of Bot.* 35:981-989.

Washitani, I. 1988. Effects of hight temperatures on the permeability an germination of hard seeds of Rhus javanica L. *Annals of Botany.* 62: 13-16.

Werker, E. 1981. Seed dormancy as explained by anatomy envelopes. *Journal of Botany* 29: 22-44.

**9. ANEXOS: ANALISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LOS
EXPERIMENTOS REALIZADOS.**

Anexo 1.

Análisis de Varianza del Experimento sobre el Efecto de la luz, el sustrato y la presencia del vilano en la germinación de achenios de Senecio praecox incubados a 25°C.

Maquire

FV	G1	SC	CM	F	Sig obs
Total	31	3740.04			
Trats.	7	3318.62	474.09	27.00	
Luz	1	2.35	2.35	0.13	0.722
Sustrato	1	238.35	238.35	13.57	0.001
Vilano	1	3029.01	3029.01	172.50	0.000
Luz-Sus	1	10.82	10.82	0.62	0.439
Luz-Vilano	1	12.42	12.42	0.71	0.408
Sus-Vilano	1	4.55	4.55	0.26	0.615
Luz-Sus-Vil	1	21.13	21.13	1.20	0.284
Error	24	421.42	17.56		

CV = 21.13

Porcentaje

FV	G1	SC	CM	F	Sig obs
Total	31	34171.50			
Trats.	7	29671.50	4238.79	22.61	
Luz	1	40.50	40.50	0.22	0.6433
Sustrato	1	2520.50	2520.50	13.44	0.0012
Vilano	1	26220.50	26220.50	139.84	0.0000
Luz-Sus	1	144.50	144.50	0.77	0.3889
Luz-Vilano	1	144.50	144.50	0.77	0.3889
Sus-Vilano	1	180.50	180.50	0.96	0.3370
Luz-Sus-Vil	1	420.50	420.50	2.24	0.1475
Error	24	4500.00	187.50		

CV = 21.95

Arco seno

FV	G1	SC	CM	F	Sig obs
Total	31	19252.61			
Trats.	7	16724.90	2389.27	22.69	
Luz	1	13.60	13.60	0.13	0.7216
Sustrato	1	1842.90	1842.90	17.50	0.0003
Vilano	1	14372.25	14372.25	136.46	0.0000
Luz-Sus	1	0.01	0.01	0.00	0.9936
Luz-Vilano	1	66.44	66.44	0.63	0.4351
Sus-Vilano	1	11.51	11.51	0.11	0.7430
Luz-Sus-Vil	1	418.19	418.19	3.97	0.0578
Error	24	2527.71	105.32		

CV = 18.25

Días medios

FV	G1	SC	CM	F	Sig obs
Total	31	5.83			
Trats.	7	2.05	0.29	1.86	
Luz	1	0.06	0.06	0.41	0.528
Sustrato	1	0.08	0.08	0.53	0.474
Vilano	1	1.05	1.05	6.64	0.017
Luz-Sus	1	0.01	0.01	0.04	0.843
Luz-Vilano	1	0.17	0.17	1.09	0.307
Sus-Vilano	1	0.45	0.45	2.83	0.105
Luz-Sus-Vil	1	0.23	0.23	1.46	0.239
Error	24	3.78	0.16		

CV = 16.85

Intervalo

FV	G1	SC	CM	F	Sig obs
Total	31	41.83			
Trats.	7	14.35	2.05	1.79	
Luz	1	0.28	0.28	0.25	0.6216
Sustrato	1	0.15	0.15	0.13	0.7216
Vilano	1	2.45	2.45	2.14	0.1565
Luz-Sus	1	0.07	0.07	0.06	0.8086
Luz-Vilano	1	1.76	1.76	1.54	0.2266
Sus-Vilano	1	6.42	6.42	5.60	0.0264
Luz-Sus-Vil	1	3.23	3.23	2.82	0.1061
Error	24	27.48	1.14		

CV = 70.95

Anexo 2.

Análisis de Varianza del Experimento sobre el Efecto de la luz, el sustrato y la presencia del vilano en la germinación de aguñenos de Senecio praecox incubados en invernadero a temperaturas de 12 a 38 °C.

Maguire

FV	G1	SC	CM	F	Sig obs
Total	31	3882.51			
Trats.	7	2674.39	182.06	7.59	
Luz	1	83.62	83.62	1.66	0.210
Sustrato	1	62.43	62.43	1.24	0.277
Vilano	1	2300.17	2300.17	45.69	0.000
Luz-Sus	1	128.36	128.36	2.55	0.123
Luz-Vilano	1	40.70	40.70	0.81	0.377
Sus-Vilano	1	2.30	2.30	0.05	0.825
Luz-Sus-Vil	1	56.81	56.81	1.13	0.298
Error	24	1208.12	50.34	1.00	

CV = 39.35

Porcentaje

FV	G1	SC	CM	F	Sig obs
Total	31	36171.50			
Trats.	7	23279.50	3325.64	6.19	
Luz	1	364.50	364.50	0.68	0.4177
Sustrato	1	544.50	544.50	1.01	0.3249
Vilano	1	20200.50	20200.50	17.61	0.0000
Luz-Sus	1	1300.50	1300.50	2.42	0.1349
Luz-Vilano	1	312.50	312.50	0.58	0.4537
Sus-Vilano	1	12.50	12.50	0.02	0.8887
Luz-Sus-Vil	1	544.50	544.50	1.01	0.3249
Error	24	12892.00	537.17		

CV = 38.39

Arco seno

FV	G1	SC	CM	F	Sig obs
Total	31	21175.12			
Trats.	7	13444.36	1920.62	5.96	
Luz	1	274.47	274.47	0.85	0.3657
Sustrato	1	126.29	126.29	0.39	0.5382
Vilano	1	11828.98	11828.98	36.72	0.0000
Luz-Sus	1	621.75	621.75	1.93	0.1775
Luz-Vilano	1	287.96	287.96	0.89	0.3549
Sus-Vilano	1	35.89	35.89	0.11	0.7430
Luz-Sus-Vil	1	269.02	269.02	0.84	0.3685
Error	24	7730.76	322.12		

CV = 32.29

Días medios

FV	G1	SC	CM	F	Sig obs
Total	31	16.15			
Trats.	7	10.48	1.50	6.35	
Luz	1	3.45	3.45	14.61	0.001
Sustrato	1	0.00	0.00	0.01	0.921
Vilano	1	5.57	5.57	23.60	0.000
Luz-Sus	1	0.00	0.00	0.01	0.921
Luz-Vilano	1	0.59	0.59	2.49	0.128
Sus-Vilano	1	0.70	0.70	2.95	0.099
Luz-Sus-Vil	1	0.18	0.18	0.75	0.395
Error	24	5.66	0.24	1.00	

CV = 16.66

Intervalo

FV	G1	SC	CM	F	Sig obs
Total	31	70.63			
Trats.	7	34.03	4.86	3.19	
Luz	1	16.11	16.11	10.56	0.0034
Sustrato	1	0.23	0.23	0.15	0.7020
Vilano	1	13.07	13.07	8.57	0.0074
Luz-Sus	1	0.56	0.56	0.37	0.5487
Luz-Vilano	1	1.33	1.33	0.87	0.3602
Sus-Vilano	1	2.57	2.57	1.69	0.2060
Luz-Sus-Vil	1	0.15	0.15	0.10	0.7546
Error	24	36.60	1.53		

CV = 50.00

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Anexo 3.

Análisis de Varianza del Experimento sobre el Efecto de la profundidad de siembra en la emergencia del palo loco (Senecio praecox) en siembras realizadas en suelo de Bosque.

Maguire

Fv	GL	SC	CM	F
Total	24	361.00		
Trats.	4	333.24	83.31	60.02
Error	20	27.76	1.39	

Sx= 0.53
Q= 4.23
Dmh 2.23
CV= 16.25

Medias

1	9.41	ab
2	11.41	a
3	8.67	b
4	5.90	c
5	0.86	d

Porcentaje

Fv	GL	SC	CM	F
Total	24	18972.16		
Trats.	4	16904.96	4226.24	40.89
Error	20	2067.20	103.36	

Sx= 4.55
Q= 4.23
Dmh 19.23
CV= 14.41

Medias

1	88.80	a
2	90.40	a
3	80.00	a
4	73.60	a
5	20.00	b

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Anexo 3.

Análisis de Varianza del Experimento sobre el Efecto de la profundidad de siembra en la emergencia del palo loco (Senecio praecox) en siembras realizadas en suelo de Bosque.

Maguire

Fv	GL	SC	CM	F
Total	24	361.00		
Trats.	4	333.24	83.31	60.02
Error	20	27.76	1.39	

Sx=	0.53
Q=	4.23
Dmh	2.23
CV=	16.25

Medias

1	9.41	ab
2	11.41	a
3	8.67	b
4	5.90	c
5	0.86	d

Porcentaje

Fv	GL	SC	CM	F
Total	24	18972.16		
Trats.	4	16904.96	4226.24	40.89
Error	20	2067.20	103.36	

Sx=	4.55
Q=	4.23
Dmh	19.23
CV=	14.41

Medias

1	88.80	a
2	90.40	a
3	80.00	a
4	73.60	a
5	20.00	b

Arco seno

Fv	GL	SC	CM	F
Total	24	8294.47		
Trats.	4	7156.48	1789.12	31.44
Error	20	1137.99	56.90	

Sx= 3.37
 Q= 4.23
 Dmh 14.27
 CV= 12.84

Medias

1	71.20	a
2	72.03	a
3	64.55	a
4	59.82	a
5	26.11	b

Días medios

Fv	GL	SC	CM	F
Total	24	767.06		
Trats.	4	752.49	188.12	258.29
Error	20	14.57	0.73	

Sx= 0.38
 Q= 4.23
 Dmh 1.61
 CV= 6.75

Medias

1	10.11	c
2	7.84	d
3	9.42	cd
4	12.72	b
5	23.16	a

Intervalo

Fv	GL	SC	CM	F
Total	24	180.33		
Trats.	4	99.43	24.86	6.14
Error	20	80.90	4.05	

Sx= 0.90
 Q= 4.23
 Dmh 3.80
 CV= 39.84

Medias

1	7.10	a
2	4.45	ab
3	5.86	a
4	6.37	a
5	1.46	b

Anexo 4.

Análisis de Varianza del Experimento sobre el Efecto de la profundidad de siembra en la emergencia del palo loco (Senecio praecox) en siembras realizadas en gravilla.

Maquire

Fv	GL	SC	CM	F
Total	24	388.91		
Trats.	4	339.23	84.81	34.14
Error	20	49.68	2.48	

Sx=	0.70
Q=	4.23
Dmh=	2.98
CV=	13.60

Medias

1	14.11	ab
2	14.60	a
3	13.12	ab
4	11.60	b
5	4.51	c

Porcentaje

Fv	GL	SC	CM	F
Total	24	6960.64		
Trats.	4	2851.84	712.96	3.47
Error	20	4108.80	205.44	

Sx=	6.41
Q=	4.23
Dmh=	27.11
CV=	17.29

Medias

1	89.60	a
2	88.80	a
3	87.20	ab
4	87.20	ab
5	61.60	b

Arco seno

Fv	GL	SC	CM	F
Total	24	4044.01		
Trats.	4	1448.05	362.01	2.79
Error	20	2595.96	129.80	

Sx= 5.10
 Q= 4.23
 Dmh= 21.55
 CV= 16.21

Medias

1	71.58	a
2	72.98	a
3	70.09	a
4	71.56	a
5	52.66	a

Días medios

Fv	GL	SC	CM	F
Total	24	326.69		
Trats.	4	291.76	72.94	41.77
Error	20	34.92	1.75	

Sx= 0.59
 Q= 4.23
 Dmh= 2.50
 CV= 16.49

Medias

1	5.97	b
2	5.70	b
3	6.44	b
4	7.19	b
5	14.77	a

Intervalo

Fv	GL	SC	CM	F
Total	24	98.90		
Trats.	4	66.84	16.71	10.43
Error	20	32.05	1.60	

Sx= 0.57
 Q= 4.23
 Dmh= 2.39
 CV= 39.97

Medias

1	1.91	b
2	1.92	b
3	3.50	b
4	2.29	b
5	6.22	a