

FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

EVALUACION DE TRATAMIENTOS EN TRES ROSA
CEAS PARA ESTIMULAR LA GERMINACION EN
PLANTAS ECONOMICAMENTE IMPORTANTES.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A
GENARO MARTIN BALDERAS SANTIAGO

No. DE CUENTA: 7716092-6

DIRECTOR: Q.B. LILIAN MORFIN LOYDEN
ASESOR: ING. FRANCISCO CAMACHO MORFIN

CUAUTITLAN IZCALLI

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de tesis: "Evaluación de tratamientos en tres rosáceas para estimular la germinación en plantas económicamente importantes".

que presenta el pasante: Genaro Martín Balderas Santiago
con número de cuenta: 7716092-6 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautilán Izcalli, Edo. de Mex., a 18 de Septiembre de 1995

PRESIDENTE	<u>Q.E. Lillian Morfin Loyden</u>
VOCAL	<u>M. en C. Ofelia Grajales Moñis</u>
SECRETARIO	<u>Ing. Francisco Cruz Pizarro</u>
1er. SUPLENTE	<u>Ing. Javier Medina Barrón</u>
2do. SUPLENTE	<u>Ing. Roberto Guerrero Agana</u>

DEDICATORIA

GRACIAS A MIS PADRES

Por haber alentado una gran meta y hoy ven forjado un anhelo, una ilusión y un deseo, por darme la libertad de elegir mi futuro.

AGRADECIMIENTOS

A FRANCISCO CAMACHO MORFIN

Por sus conocimientos y experiencias compartidas, para el buen desarrollo de esta tesis además del apoyo incondicional y desinteresado como maestro y amigo.

A los profesores del jurado por sus observaciones atinadas que enriquecieron el desarrollo de esta tesis.

A mis hermanos y amigos que me acompañaron siempre sin mirar atrás para alcanzar esta meta.

QUIEN PLANTA ARBOLES.
AMA TAMBIEN A LOS OTROS,
ADEMAS DE A SI MISMO.

Antiguo Proverbio Inglés.

El mundo resulta muy vacío
si nada más pensamos en montañas,
ríos y ciudades; pero si conocemos
a alguien que piensa y siente como
nosotros y que, aunque distante,
está cerca de nosotros en espíritu,
entonces la tierra se convierte en
un jardín habitado.

Goethe

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVO.....	4
3. HIPOTESIS.....	4
4. ANTECEDENTES.....	5
4. 1. CONCEPTO DE SEMILLA Y UNIDAD DE DISPERSION.....	5
4. 3. CONCEPTOS SOBRE GERMINACION.....	5
4.3.1. Definición de germinación.....	5
4.3.2. Requisitos necesarios para la germinación.....	6
4.3.3. Etapas de la germinación de una semilla.....	7
4.3.4. Tipos de emergencia.....	9
4.3.5. Ocurrencia de la germinación.....	10
4.4. EVALUACION DEL PROCESO GERMINATIVO.....	11
4.4.1 Germinación sencilla y acumulada.....	13
4.4.2 Curvas de germinación.....	14
4.4.3 Características de la curva de germinación.....	16
4.4.4. Indices numéricos para estudiar la germinación.....	18
4.5. CONCEPTOS SOBRE LATENCIA.....	24
4.5.1. Manifestación de la latencia de semillas.....	25
4.5.2. Causas de latencia.....	26
4.5.3. Latencia Mecánica.....	28
4.5.4. Mecanismos de eliminación de la latencia mecánica.....	32
4.5.5. Tratamientos para eliminar la latencia mecánica.....	32
4.6. ASPECTOS REFERENTES A LAS ESPECIES TRABAJADAS.....	37
4.6.1 EL CAPULIN.....	37
4.6.1.1. Clasificación Taxonómica.....	37
4.6.1.2. Sinonimias.....	37
4.6.1.3. Nombres vulgares.....	37

4.6.1.4. Descripción.....	37
4.6.1.5. Distribución.....	39
4.6.1.6. Usos.....	40
4.6.1.7. Germinación.....	42
4.6.2. EL COTONEASTER.....	46
4.6.2.1. Clasificación Taxonómica.....	46
4.6.2.2. Nombres comunes.....	46
4.6.2.3. Descripción.....	46
4.6.2.4. Distribucion.....	47
4.6.2.5. Usos.....	48
4.6.2.6. Germinación.....	48
4.6.3. EL TEJOCOTE.....	50
4.6.3.1. Clasificación Taxonómica.....	51
4.6.3.2. Sinonimias.....	51
4.6.3.3. Nombres vulgares.....	51
4.6.3.4. Descripción.....	51
4.6.3.5. Distribución.....	52
4.6.3.5. Usos.....	53
4.6.3.6. Germinación.....	56
5. MATERIALES Y METODOS.....	59
5.1. MATERIAL BIOLÓGICO.....	59
5.2. TRATAMIENTOS EVALUADOS.....	60
5.3. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	61
5.4. SUSTRATO DE SIEMBRA.....	62
5.5. SIEMBRA.....	62
5.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	63
5.7. REGISTRO DE DATOS.....	63

5.8. ANALISIS GRAFICO.....	63
5.9 CALCULO DE INDICES PARA ESTUDIAR EMERGENCIA.....	64
5.10. ANALISIS ESTADISTICO.....	69
6. RESULTADOS Y DISCUSION.....	70
6.1. ANALISIS GRAFICO E INDICE DE MAGUIRE.....	70
6.2. PORCENTAJE DE GERMINACION.....	84
6.3. TIEMPO DE GERMINACION.....	88
6.4. INTERVALO DE GERMINACION.....	90
6.5. ELECCION DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS.....	91
7. CONCLUSIONES.....	93
8. BIBLIOGRAFIA.....	94

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Datos de Producción de (<u>Prunus serotina</u> spp <u>capuli</u>) en México (Datos del Anuario de Producción Agrícola, México).....	41
Cuadro 2.	Datos de Rendimiento de (<u>Prunus serotina</u> spp <u>capuli</u>) en México (Datos del Anuario de Producción Agrícola, México).....	41
Cuadro 3.	Datos de Producción de Tejocote (<u>Crataegus pubescens</u>) en México (Datos del Anuario de Producción Agrícola, México).....	55
Cuadro 4.	Datos de Rendimiento de Tejocote (<u>Crataegus pubescens</u>) en México (Datos del Anuario de Producción Agrícola, México).....	55
Cuadro 5.	Sitios de colecta de las diásporas.....	59
Cuadro 6.	Indice de Maguire obtenido durante la germinación de las diásporas <u>Prunus serotina</u> ssp <u>capuli</u> en relación con el tratamiento de remojo, secado e inmersión en ácido sulfúrico concentrado.....	74
Cuadro 7.	Indice de Maguire obtenido durante la germinación de las diásporas <u>Cotoneaster pannosa</u> en relación con el tratamiento de remojo, secado e inmersión en ácido sulfúrico concentrado.....	79
Cuadro 8.	Indice de Maguire obtenido durante la germinación de las diásporas <u>Crataegus pubescens</u> en relación con el tratamiento de remojo, secado e inmersión en ácido sulfúrico concentrado.....	84
Cuadro 9.	Porcentaje de germinación de las diásporas de tres rosáceas en relación con el tratamiento de remojo, secado e inmersión en ácido sulfúrico concentrado.....	86
Cuadro 10.	Tiempo medio de germinación de las diásporas de tres rosáceas en relación con el tratamiento de remojo, secado e inmersión en ácido sulfúrico concentrado.....	89
Cuadro 11.	Intervalo de germinación de las diásporas de tres rosáceas en relación con el tratamiento de remojo, secado e inmersión en ácido sulfúrico concentrado.....	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Desarrollo de la germinación del <u>Prunus serotina</u> ssp <u>capuli</u> en relación con la inmersión en ácido sulfúrico.....	71
Figura 2.	Desarrollo de la germinación del <u>Prunus serotina</u> ssp <u>capuli</u> en relación con la aplicación de remojo y siembra inmediata.....	72
Figura 3.	Desarrollo de la germinación del <u>Prunus serotina</u> ssp <u>capuli</u> en relación con la aplicación de remojo y secado.....	73
Figura 4.	Desarrollo de la germinación del <u>Cotoneaster pannosa</u> en relación con la inmersión en ácido sulfúrico.....	76
Figura 5.	Desarrollo de la germinación del <u>Cotoneaster pannosa</u> en relación con la aplicación de remojo y siembra inmediata.....	77
Figura 6.	Desarrollo de la germinación del <u>Cotoneaster pannosa</u> en relación con la aplicación de remojo y secado.....	78
Figura 7.	Desarrollo de la germinación del <u>Crataegus pubescens</u> en relación con la inmersión en ácido sulfúrico.....	81
Figura 8.	Desarrollo de la germinación del <u>Crataegus pubescens</u> en relación con la aplicación de remojo y siembra inmediata.....	82
Figura 9.	Desarrollo de la germinación del <u>Crataegus pubescens</u> en relación con la aplicación de remojo y secado.....	83

RESUMEN

Se estudio el efecto de tratamientos con ácido sulfúrico y de remojo con y sin secado final, en tres rosáceas cuyas semillas están cubiertas por un endocarpio o hueso leñoso. Las especies trabajadas fueron: Capulín (*Prunus serotina* ssp *capuli*), Tejocote (*Crataegus pubescens*), Cotoneaster (*Cotoneaster pannosa*), todas ellas se colectaron en localidades del centro de México.

Los tratamientos evaluados fueron: a) Testigo, b) Inmersión en ácido sulfúrico concentrado por 60 y 90 min, c) Remojo en agua por 1, 3 y 6 días y siembra de los endocarpios embebidos, y d) Remojo en agua por 1, 3 y 6 días y siembra de los endocarpios secos.

Para la siembra se usaron botes de hojalata de 10 cm de diámetro y 14.5 cm de largo, las que se llenaron con una mezcla de tierra de monte y un 10% de "Isolite" (cerámica japonesa de tierra de diatomeas moldeada en forma de pequeños cilindros de 1 x 2 mm que se usa para mejorar la aireación y retención de agua de los suelos).

Se encontró que en todas las especies trabajadas los testigos tuvieron una germinación mas baja que la que se obtuvo con los mejores tratamientos, los cuales fueron: de un día a tres de remojo seguido por secado en *Prunus serotina*; remojo por 3 días con o sin secado posterior, así como la inmersión en ácido sulfúrico concentrado de 60 a 90 min en *Cotoneaster pannosa*; y la aplicación de ácido sulfúrico por una hora en *Crataegus pubes-*

cens.

En general fue mejor remojar y secar las diásporas con endocarpio, que sembrarlas embebidas; los peores resultados se obtuvieron con 6 días de remojo y siembra inmediata.

En todas las especies hubo diferencias significativas respecto al testigo en los porcentajes de germinación, mientras que éstas no ocurrieron con el tiempo medio de germinación y en la uniformidad germinativa.

1. INTRODUCCION

México presenta gran diversidad de climas, en los templados de sus sierras se desarrollan una gran diversidad de plantas, muchas de las cuales pertenecen a la familia de las rosáceas, y esta comprende especies muy variadas en cuanto a su aspecto, ya que incluye desde hierbas y arbustos hasta representantes arbóreos.

En las zonas templadas de las sierras de México, Centroamérica y el sur de los Estados Unidos, se desarrolla un árbol conocido en nuestro país como capulín (Prunus serotina ssp capuli (Cav.) McVaugh.), interesante por producir frutos y semillas comestibles. De la planta se pueden extraer aceites y productos medicinales; además, como es un vegetal rústico y de crecimiento rápido, podría emplearse en la producción de madera útil para ebanistería y en la elaboración de artesanías. Sin embargo y no obstante estas cualidades, en México se le propaga poco; por lo general, los frutos se obtienen de árboles aislados que han nacido espontáneamente en las orillas de las parcelas (Avitia y Castillo, 1988; Fabian, et al. 1988; García y Camacho, 1988; González y Aguirre, 1993; Muratalla y Rodríguez, 1988).

Con otra rosácea silvestre de México, tejocote (Crataegus pubescens (HBK) Steud.), se tiene una problemática similar a la del capulín, es una planta muy noble con frutos agridulces, olorosos, los cuales se les consume como fruta fresca y sirven para elaborar ates y mermeladas, su mayor demanda la tienen en la época decembrina (Borys, 1991; Higareda, 1991). El tejocote

también es importante en la fruticultura pues es uno de los patrones mas empleados para injertar púas de peral y del mismo tejocote (Espinoza, et al. 1981 y Romero, et al. 1983), del cual no solo se explotan los árboles a las orillas de las parcelas, sino que también se han establecido huertos en los estados de Hidalgo, México, Puebla y Tlaxcala (Almaguer, et al. 1988; Barrientos, et al. 1988; Borys, 1991; Borys y Vega, 1984; Bustamante y Borys, 1984; Delgado, et al. 1984 a; Delgado, et al. 1984 b, Delgado, et al. 1984 c; Delgado, et al. 1984 d; Higareda, 1991; Silva, et al. 1988).

En México las áreas tepetatosas, en las que la erosión dejó expuesta la toba volcánica subyacente al suelo, deben recuperarse con vegetación permanente; entre las especies útiles para este fin está Cotoneaster pannosa, planta ornamental del suroeste de China, capaz de colonizar dichas áreas en clima templado subhúmedo (Camacho , et al. 1992; Camacho y González, 1993).

Es un arbusto ramificado desde la base, que alcanza una altura cercana a 3 m, en individuos adultos las ramas largas se proyectan en forma de arcos hacia la parte exterior de la planta. Caracterizan también a esta planta sus hojas de 1.5 a 3.0 cm de largo, verde oscuro del haz y blanco tomentoso del envés, así como sus vistosos y abundantes frutos rojos que permanecen en la planta durante la temporada de sequía (Calderón, 1979; Camacho, et al. 1992; Camacho y González, 1993).

Actualmente hay interés en la propagación de estas plantas en los viveros, con el fin de utilizarla en programas de

reforestación y de huertos frutícolas. Como limitante se ha encontrado que las plántulas emergen lentamente y en bajos porcentajes (Baéz, 1986; Borys, et al. 1984 a; Borys, et al. 1984 b; Camacho, 1987; Camacho, et al. 1985; Camacho, et al. 1992; Camacho, et al. 1992; Camacho y González, 1993; García y Camacho, 1988; López, et al. 1988; Manjarrez, et al. 1984; Pérez, et al. 1981; Pérez, et al. 1984).

Lo anterior resulta de la mala germinación de sus propágulos; los que se llaman popularmente huesos, pues las semillas están encerradas dentro de endocarpios leñosos, los cuales ejercen una notable acción inhibitoria.

Con base en esto último en el presente trabajo se pretende mejorar la germinación de las rosáceas mencionadas, mediante la aplicación de tratamientos con ácido sulfúrico, remojo y secado final y eliminación manual del endocarpio.

La presente tesis se desarrolló dentro de la cátedra de arbustivas, aprobada en FES-Cuautitlán.

2. OBJETIVO

Acelerar la germinación de tres rosáceas para la obtención de plantas en menor tiempo y con mayor porcentaje y uniformidad de germinación.

3. HIPOTESIS

Si el endocarpio inhibe la germinación de la misma manera en las tres especies, se espera que respondan en forma similar a los tratamientos de remojo e inmersión en ácido sulfúrico.

4. ANTECEDENTES

4. 1. CONCEPTO DE SEMILLA Y UNIDAD DE DISPERSION

Una semilla es un óvulo fertilizado y maduro, el cual tiene la capacidad de ser transportado en el medio ambiente y en condiciones favorables dar origen a un nuevo vegetal (Camacho, 1994 a, b).

Para cumplir su función, las semillas pueden estar acompañadas de tejidos ajenos al óvulo, por lo que en muchos casos es necesario emplear el término de diáspora o unidad de dispersión; que se define como el conjunto de tejidos o estructuras que integran los propágulos de las plantas, en el caso de los propágulos sexuales, pueden incluir no solo a las semillas sino que también a los tejidos del fruto, la flor e incluso brácteas y otro tipo de hojas modificadas. Las estructuras adicionales a la semilla suelen ayudar en la dispersión y en el control del crecimiento del embrión (Camacho, 1994 a, b).

4. 3. CONCEPTOS SOBRE GERMINACION

4.3.1. Definición de germinación.

La germinación es 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 (Jan y Amen, 1987).

4.3.2. Requisitos necesarios para la germinación.

Para que una semilla de 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 cálido 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, de una composición gaseosa 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 ade-

cuadas 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.

A diferencia de una semilla latente o en latencia, una semilla quiescente o en quiescencia, puede germinar en un intervalo amplio de condiciones ambientales; requerimientos especiales de luz, temperatura y composición gaseosa, son manifestaciones de bloqueos fisiológicos de la germinación.

4.3.3. Etapas de la germinación de una semilla

La definición dada del proceso germinativo implica que morfológicamente una semilla o más bien su embrión, se transforme en una plántula (Jann y Amen, 1987). Dividiendo el proceso de una manera sencilla se han definido las siguientes etapas (Camacho, 1994 a, 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 implica 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 termina 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.

4.3.4. Tipos de emergencia

En la naturaleza y en los cultivos, las semillas generalmente germinan enterradas, por lo que mediante la emergencia las plántulas deben lograr que los tallos salgan del suelo, para que las hojas alcancen la luz.

Como adaptación que facilitan la salida de los tallos del sustrato, en las gimnospermas, dicotiledóneas y en algunas monocotiledóneas se forma un gancho de emergencia; una curvatura del tallo o del cotiledón, que coloca a las hojas y/o a los tejidos nutritivos con sus bases hacia arriba, de manera que opongan la menor resistencia. En las gramíneas y en las palmas no se forma gancho sino que la emergencia se realiza mediante un brote puntiagudo y recto. De acuerdo con el tipo de emergencia las plántulas se clasifican como (Díaz y Ríos, 1993):

a) Epigeas: las que sacan a los tejidos nutritivos del suelo, en las gimnospermas y en las dicotiledóneas, el gancho de emergencia se forma en el hipocótilo, con el crecimiento de éste, las plántulas sacan los cotiledones del suelo, los cuales por lo general se hacen fotosintéticos. En las monocotiledóneas, el gancho se forma en el cotiledón y saca a los tejidos nutritivos del suelo, en tanto que la plúmula se desarrolla en la base de éste.

b) Hipógeas: en las que los tejidos nutritivos permanecen dentro del suelo o sobre este si las semillas no se enterraron. En dicotiledóneas el gancho de emergencia se forma en el epicótilo por debajo de la plúmula, el hipocótilo no se desarrolla. En las monocotiledóneas se forma un brote puntiagudo y recto, que en el caso de las gramíneas corresponde a las hojas cubiertas por una funda denominada coleóptilo.

c) Semihipógeas: la emergencia ésta a cargo del desarrollo del epicótilo como las anteriores, pero una vez que se desarrollan las primeras hojas, se inicia el crecimiento del hipocótilo que eleva los cotiledones del suelo, los cuales generalmente no llegan a ser fotosintéticos, como ejemplos se tiene a los *Inga edulis* e *Inga thibaudiana*.

4.3.5. 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 metáfilos -hojas secundarias similares a las de la planta adulta y frecuentemente diferentes de los protófilos (Camacho, 1994 a y b).

4.4. EVALUACION DEL PROCESO GERMINATIVO.

Establecer de la calidad de las semillas para siembra, la planeación de muchas labores de cultivo y el estudio de la respuesta a la aplicación de tratamientos, requiere caracterizar el proceso germinativo, ya sea gráfica o numéricamente.

En ambos casos se requiere de conocer la cantidad de semillas germinadas, de acuerdo con el tiempo transcurrido desde la siembra, lo cual se relaciona tanto con el criterio de ocurrencia del fenómeno como con los siguientes aspectos:

a) Incubación: una vez realizadas las siembras, las semillas se someten a un determinado ambiente natural o artificial, definido por la temperatura, humedad, iluminación, profundidad de colocación en el sustrato y aireación entre otros factores.

El tiempo que las semillas se deben exponer a estas condiciones es una decisión que toma el observador, fundamentado en que las pruebas son más cortas cuando se puede observar la salida de la radícula, que cuando hay que esperar la emergencia del suelo, y en que hay plantas que germinan más rápido que otras.

b) Número de evaluaciones: la mejor caracterización del proceso se obtiene contabilizando las semillas germinadas varias veces a lo largo de la incubación, haciendo anotaciones incluso, en el lapso previo al inicio de la germinación.

Cuando no se deben alterar temperatura, iluminación y/o aireación, por lo general sólo se podrá evaluar una vez.

c) Formas para toma de datos: la manera más práctica de manejar la información consiste en una forma tabular; cuya primer columna contiene los tratamientos manejados, mientras que en el primer renglón se anotan fechas en que se hacen las

evaluaciones.

Con esta disposición es fácil anotar las germinaciones ordenadas de acuerdo con su tratamiento y tiempo transcurrido desde la siembra, lo cual facilita también el procesamiento manual o electrónico de los datos.

4.4.1 Germinación sencilla y acumulada

En lo anterior se mencionó que la mejor caracterización del proceso germinativo, se obtiene contabilizando las semillas germinadas varias veces a lo largo período de incubación, así mismo se presentó una propuesta para anotar las observaciones. Lo único que falta son los tipos de evaluaciones que pueden realizar, los cuales son (Camacho y Morales, 1992; Camacho 1994b):

a) La germinación sencilla: se refiere a la cantidad de plántulas obtenidas entre dos evaluaciones, es el dato más cómodo de anotar cuando las plántulas se eliminan del sustrato una vez contabilizadas. Si las evaluaciones son frecuentes, hay la ventaja de que los datos obtenidos son insensibles a las pérdidas ocurridas en el desarrollo de las plántulas.

b) La germinación acumulada: se refiere a la cantidad de plántulas obtenidas desde la siembra hasta cada evaluación, es el dato más fácil de anotar cuando las plántulas se dejan en el medio de crecimiento. Esta forma de proceder, tiene el riesgo de que la mortalidad de las plántulas, puede llevar a subestimar la germinación, por lo cual hay que marcar los sitios en que

ocurrió la germinación de cada individuo; el procedimiento tiene la ventaja de permitir la observación de la supervivencia y desarrollo de las plántulas.

Al procesar la información obtenida en una prueba de germinación, mediante la suma de los datos sencillos obtenidos hasta cada evaluación, se obtienen los acumulados; si únicamente se dispone de estos, al restarlos consecutivamente, se obtienen las germinaciones sencillas de cada evaluación. Esta equivalencia permite que con el mismo juego de datos, se pueda trazar cualquier tipo de gráfica o calcular cualquier índice.

4.4.2 Curvas de germinación .

Si en una prueba a lo largo del periodo de incubación, se evaluó el número de semillas germinadas 3 ó de preferencia más veces, es posible analizar gráficamente el comportamiento del porcentaje de germinación respecto al tiempo (Camacho 1994 b). Dicho porcentaje se obtiene, dividiendo el número de plantas obtenidas en cada evaluación, entre las semillas sembradas.

En una situación ideal, para una descripción perfecta de la germinación de una especie se requeriría de: una muestra muy grande de semillas, un periodo de incubación prolongado hasta que se presentara la última germinación, y de evaluar a cada instante el proceso germinativo (Camacho y Morales, 1992).

Con lo anterior se obtendrían distribuciones de frecuencia continuas, que usando muestras de semillas fisiológicamente uniformes, e incubadas en condiciones ambientales constantes,

tienen una forma típica de acuerdo con el tipo de evaluaciones realizadas (Camacho y Morales, 1992):

a) Curva de germinación sencilla: describe una campana asimétrica con prolongada cola derecha, en la que se cumplen las etapas de inicio, ascenso rápido y descenso prolongado. La primera va desde la siembra al momento en que una o más semillas emiten la radícula o emergen del suelo, posteriormente en el ascenso el número de semillas germinadas se incrementa con relativa rapidez hasta un máximo; finalmente las semillas remanentes requieren de lapsos cada vez más largos para germinar, lo cual produce una prolongada etapa de descenso.

b) Curva de germinación acumulada: su forma es sigmoidea, es decir se parece a una "S", se cumple por tanto con una etapa de inicio, otra de incremento lento, otra más de incremento rápido y una de estabilización. La primera etapa va desde la siembra al momento en que la germinación acumulada deja de ser igual a cero, las pocas plántulas que se obtienen al principio producen una línea de poca inclinación, que corresponde al incremento lento de la germinación acumulada; posteriormente ocurre un veloz aumento de ésta, que produce una etapa de un incremento rápido, la que termina cuando la curva tiende hacerse horizontal al irse estabilizando.

Dependiendo de las condiciones ambientales y de la especie, las etapas descritas realizan dentro de un intervalo, que puede abarcar desde varias horas hasta algunas semanas o meses.

En la gran mayoría de las ocasiones, la desviación de los datos de una muestra, con respecto a las curvas descritas, es considerable; lo cual se debe tanto al incumplimiento de las condiciones ideales de evaluación, como a variaciones ambientales, y a muestras compuestas por mezclas de poblaciones de semillas con distintas curvas germinativas.

Un aspecto que se debe cuidar en las gráficas de germinación, es que la curva en su inicio coincide con el eje del tiempo hasta " T_0 ", la evaluación previa a " T_1 ", que es el momento en que ocurren las primeras germinaciones; por lo tanto, es erróneo unir este último punto con el origen, cuando " T_0 " represento algún lapso, es decir que la germinación no se inició inmediatamente después de la siembra.

4.4.3 Características de la curva de germinación .

Una forma sencilla y completa de estudiar la germinación, es el análisis de sus curvas acumuladas (Heydecker, 1976), en las cuales es fácil visualizar lo que miden los índices que se usan para estudiar numéricamente el fenómeno (Camacho y Morales, 1992), aspecto que se toca en la sección siguiente .

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, pues 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 y Morales, 1992; 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 inclinación 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.

4.4.4. Índices numéricos para estudiar la germinación (Morales y Camacho, 1985).

Las características de la curva de germinación presentadas anteriormente, se pueden determinar numéricamente, lo cual es de gran utilidad tanto en la resolución de problemas prácticos como en el análisis estadístico de experimentos sobre germinación de semillas. Los índices numéricos para estudiar la germinación son

particulares cuando consideran una sola característica de la curva germinativa y generales cuando engloban a varias de ellas.

Para facilitar la presentación de los índices se define la siguiente simbología de las variables a emplear:

G_i = germinación sencilla obtenida en la evaluación número "i".

A_i = germinación acumulada obtenida en la evaluación número "i".

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

Las variables presentadas tienen un término numérico "i" que sirve para identificar la evaluación, para definirlo con más precisión se tiene que:

i = número de evaluación realizada a partir del inicio de la germinación, el cual toma valores desde 0 hasta "n".

e = número total de evaluaciones realizadas durante la incubación.

Para lograr una mayor claridad, en el uso del término presentado, se aclara que:

$i = 0$, corresponde a la evaluación previa al inicio de la germinación.

$i = e$, corresponde a la última evaluación realizada.

Como en una situación real, no es posible una evaluación continua de la germinación, los datos que se obtienen son frecuencias de la clase comprendida entre dos evaluaciones sucesi-

vas, por lo tanto es necesario determinar la marca de clase o punto medio entre dos evaluaciones (P_i) que se simbolizará así:

$$P_i = (T_i + T_{(i-1)})/2$$

Donde

i : tomará valores desde 1 hasta e

Con esto se tienen las bases necesarias para presentar algunas fórmulas y discutir su utilidad:

a) Capacidad germinativa (CG): también llamada porcentaje de germinación final, es un índice particular que evalúa, la relación existente entre el total de plántulas obtenidas durante la incubación con las semillas sembradas; la fórmula para obtenerlo es:

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

Donde:

CG = Capacidad germinativa.

A_e = germinación acumulada hasta la última evaluación, cuando se dispone solamente de la germinación sencilla $A_e = G_1 + G_2 + \dots + G_e$.

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

La capacidad germinativa tiene un enorme valor práctico, pues se usa como uno de los principales indicadores de la calidad

de las semillas, así mismo, es indispensable en el cálculo de necesidades de semillas para siembra. Como variable de respuesta en experimentos de germinación, siempre se requiere tomarla en cuenta, no obstante se abusa de su empleo al considerarla como el único indicador de la calidad de la germinación, lo cual es un error, pues como se trata de un índice particular puede haber curvas con la misma capacidad germinativa que difieran en su tiempo y uniformidad de germinación.

b) Tiempo de germinación: es lo que las semillas tardan en germinar, 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 germinaciones sencillas =
 $= (T_1 + T_0)/2 \times G_1 + (T_2 + T_1)/2 \times G_2 \dots + (T_e + T(e-1))/2 \times G_e$
 $= P_1 \times G_1 + P_2 \times G_2 \dots P_e \times G_e$

SG = suma de germinaciones sencillas = $G_1 + G_2 \dots + G_e =$
 $= Ae$

Conforme se reduce el tiempo de germinación, los cultivos se establecen mejor y aprovechan más la temporada de crecimiento; por lo cual se reconoce que éste índice particular es útil para determinar calidad de las semillas, aunque se usa poco en su certificación. Es indispensable en la planificación de labores, se requiere para las fechas de transplante, aclareo y resiembra entre otras labores.

c) Uniformidad germinativa: es la cercanía entre de los tiempos de germinación de las semillas sembradas; cuanto transcurre entre las primeras germinaciones y las últimas. Una forma de evaluarla considerando todos los datos tomados, es el cálculo de la desviación típica del tiempo de germinación (DTG):

$$DTG = \text{raíz cuadrada de } [(SCG - (SPG \times SPG / SG)) / (SG - 1)]$$

Donde:

DTG = desviación típica del tiempo de germinación

SCG = suma puntos medios cuadrados por germinaciones sencillas
 = $P_1 \times P_1 \times G_1 + P_2 \times P_2 \times G_2 \dots + P_e \times P_e \times G_e$

SPG = suma puntos medios por germinaciones sencillas
 = $P_1 \times G_1 + P_2 \times G_2 \dots + P_e \times G_e$

SG = suma de germinaciones sencillas = $G_1 + G_2 \dots + G_e$
 = Ae

Conforme se reduce la desviación típica mejora el establecimiento de los cultivos, por lo cual éste índice particular sirve para determinar la calidad de semillas, aunque se le usa poco en su certificación. La uniformidad germinativa en la planificación de la producción de plantas, indica el tiempo disponible para una labor.

d) Valor germinativo: los índices particulares dan una visión incompleta del proceso germinativo, ante este problema se han propuestos fórmulas, que ponderan las características de la curva germinativa. Considerando las similitudes de su cálculo con el de tiempo medio y la desviación típica, se presenta el

valor germinativo de Maguire, fundamentado en la suma de las tasas de germinación sencilla entre el tiempo:

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

Donde:

MG = Valor germinativo o índice de Maguire

Gi = germinación sencilla de la i'ésima evaluación

Ti = tiempo transcurrido desde la siembra hasta la i'ésima evaluación

M = Cantidad de semillas sembradas.

Otro valor germinativo es el de Czabator (CZ), basado en la máxima tasa de germinación acumulada entre el tiempo:

$$CZ = (Máxima (Ai/Ti) \times Ae/Te) \times 10000 / (M \times M)$$

Donde:

CZ = Valor germinativo o índice de Czabator.

Ai = germinación acumulada hasta la i'ésima evaluación

Ti = tiempo transcurrido desde la siembra hasta la i'ésima evaluación.

Ae = en este caso representa la germinación acumulada hasta el momento en que esta variable se estabilizó definitivamente.

Te = tiempo transcurrido hasta la estabilización definitiva de la germinación acumulada.

M = Cantidad de semillas sembradas.

Los valores germinativos, muy útiles para una interpretación objetiva e imparcial de experimentos sobre germinación, sin

embargo, como son abstractos deben acompañarse con los índices particulares, o bien con gráficas.

4.5. 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 término "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.

4.5.1. Manifestación de la latencia de 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 determinadas de iluminación, temperatura o composición de la atmosfera entre otros factores (Camacho, 1994 a).

4.5.2. 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, 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 algunas 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).

4.5.3. Latencia Mecánica

En semillas con testa o endospermo duros y sobre todo en las cubiertas por un endocarpio grueso duro e indehisciente, la demora de la germinación puede atribuirse a que estos tejidos oponen resistencia mecánica al crecimiento del embrión. A pesar de que lo anterior es teóricamente posible, no existe evidencia contundente, ya que las semillas que se piensa poseen latencia mecánica, también presentan latencia fisiológica, inhibidores en las cubiertas o ambas cosas, lo que afecta enormemente la fuerza que puede desarrollar el embrión (Camacho, 1994 a; Nikolaeva, 1977).

Nikolaeva (1977) cita como único ejemplo de un tipo puro de latencia mecánica a las semillas de Eleagnus angustifolia. Aún en esta planta se ha descubierto la presencia de latencia fisiológica e inhibidores en las cubiertas.

Se cree que existe latencia mecánica por que el endocarpio retrasa considerablemente la germinación de las semillas en géneros como Crataegus, Eleagnus, Prunus y Rosa, entre otros, y a

que tal efecto no puede atribuirse a la impermeabilidad al agua o a los gases por parte de la cubierta, ya que tiene una perforación micropilar y hay mediciones que demuestran que la respiración e imbibición se realizan a la misma velocidad con y sin esta cubierta (Nikolaeva, 1969 y 1977). En general, se presenta una sutura cuya facilidad de apertura depende de la especie (Camacho, 1994 a).

En semillas de diversas especies se han encontrado evidencias de que una de las fuerzas que inhibe la germinación, es la resistencia mecánica de sus cubiertas, la que se ha medido en función del peso requerido para perforarla o romperla y la fuerza que desarrolla el embrión, dada por el peso que puede mover cuando germina (Besnier, 1980).

Una evidencia de que se presenta latencia mecánica, es cuando que la germinación se estimule al debilitar la cubierta mediante roturas o cortes (Camacho, 1994 a).

En aquellas semillas con cubiertas gruesas y duras que presentan requerimientos de enfriamiento en húmedo para germinar, la inhibición resultante de la resistencia mecánica de la cubierta externa puede parecer mayor de lo que en la realidad es (Camacho, 1994 a).

Se ha demostrado que la fuerza de rotura para el embrión de Juglans nigra y Carya spp en semillas recién cosechadas es menor que la resistencia que oponen las cubiertas, y que durante el almacenamiento dicha fuerza aumenta (Hartmann y Kester, 1987, Bonner, 1976).

También se ha observado que la resistencia mecánica de las cubiertas de las semillas de estas plantas tiende a reducirse cuando permanecen embebidas a temperaturas mayores de 10 °C (Koller, 1972).

Los inhibidores desempeñan una función importante en la germinación de las semillas que se sospecha tienen latencia mecánica sobre todo cuando existe un endocarpio (Nikolaeva, 1969; 1977). En las semillas de *Tectona grandis* se ha encontrado que el efecto de estas sustancias resulta mucho más fuerte que la dureza del endocarpio, pues para que germinen basta solo quitar el mesocarpio, que es la cubierta que contiene dichas sustancias (Camacho, 1994 a).

Se ha dicho que en algunas plantas el endocarpio regula la germinación, al actuar como una barrera selectiva permeable, ya que al tiempo que deja entrar el aire u el agua, impide la lixiviación al exterior de los inhibidores de los tejidos internos; y evita la absorción de hormonas estimulantes de la germinación (Camacho, 1994 a); un ejemplo de esto son las semillas del duraznero, en las que el resultado de romper el endocarpio sin quitarlo, es estimular la germinación; este efecto se pierde cuando se sellan los bordes de la rotura con lanolina, lo que quizá se debe al haber impedido la salida de los inhibidores contenidos en la testa cuyos extractos son capaces de inhibir la germinación de los embriones extraídos. Por otra parte, se sabe que para que la aplicación de giberelina estimule la germinación, es necesario eliminar el endocarpio (Camacho, 1994 a).

4.5.4. Mecanismos de eliminación de la latencia mecánica.

En un tipo puro de latencia mecánica la germinación debe realizarse cuando la cubierta se debilita a tal grado que el embrión puede romperla; en algunas especies como del género Prunus y en Zizania aquatica, quitar la cubierta que se supone opone la resistencia mecánica, estimula la germinación mucho más que si se hubiera perforado o se hubiera abierto sin quitarla. Lo anterior seguramente se debió a la presencia de inhibidores, puesto que el hecho de romper la cubierta no los eliminó por completo, mientras que cuando se quitó la cubierta, si se eliminaron (Camacho, 1994 a).

De hecho, algunas maneras de debilitar las cubiertas en la naturaleza puede ser los ciclos de remojo y secado que ocurren durante las condensaciones internas del suelo, proceso que se realiza desde el amanecer, para después dar lugar a un secado a lo largo del día. Esta posibilidad se encontró en las semillas de Citrullus colocynthis, planta que habita ambientes arenosos donde ocurren condensaciones y cuyas semillas germinan después de someterlas a remojo y secado (Koller, 1972).

Muchas semillas que se supone presentan latencia mecánica, como son las de Ormoncia coccinea, Parkia spp, Capaifera reticulata y Tectona grandis, se comportan como semillas como latencia química, en las que la germinación es estimulada tanto por el remojo continuo como por el tratamiento con ácido (Camacho, 1994 a).

La germinación de semillas de plantas como el duraznero, en

que se presenta un endocarpio grueso; así como latencia fisiológica, de momento, se puede decir que tales semillas germinan cuando desaparecen los bloqueos metabólicos en el embrión, lo que se favorece si se quita el endocarpio. Los hongos que se desarrollan en el pericarpio de Quercus nigra durante su enfriamiento en húmedo parecen intervenir en el debilitamiento de esta cubierta (Camacho, 1994 a).

En la naturaleza se elimina el efecto inhibitor del endocarpio cuando las semillas embebidas quedan sometidas a una temperatura que permite la actividad microbiana. Se ha encontrado que la reducción de la resistencia mecánica del endocarpio de Carya spp, se incrementa con la temperatura del suelo en el intervalo que va de 6 a 28 °C (Camacho, 1994 a).

4.5.5. Tratamientos para eliminar la latencia mecánica.

Inmersión en ácido sulfúrico: De acuerdo con Camacho (1994 a), estos tratamientos se han recomendado para estimular la germinación de las plantas que poseen semillas con cubiertas duras.

La inmersión de las semillas en sustancias cáusticas implica grandes riesgos para los operarios, quienes deben ser cuidadosamente entrenados y en el momento de contacto protegerse con anteojos, guantes y delantales resistentes a los ácidos y álcalis. Se debe contar también con una abundante provisión de agua corriente (Camacho, 1994 a).

Generalmente se usa ácido sulfúrico concentrado del tipo industrial; también se ha llegado a utilizar lejía y otros áci-

dos. Es importante que la preparación de soluciones con este tipo de sustancias se goteé lentamente el cáustico en el agua, ya que verterlo directamente en ésta provoca una reacción violenta (Hartmann y Kester, 1987).

Al poner las semillas en el producto cáustico la temperatura se eleva, por lo que hay que cuidar que se encuentre entre los 15 y 26 °C, y no dejar que rebase los 30 °C, ya que en el calentamiento puede matar a las semillas. Si las semillas estuvieron en refrigeración, hay que dejarlas en el envase cerrado hasta que su temperatura se equilibre con la del ambiente para evitar que se humedezcan (Bonner, *et al.* 1974).

La duración del tratamiento depende de la especie y varía de diez minutos a seis horas. Existen dos formas de usar los productos cáusticos, las cuales son (Bonner, *et al.* 1974):

a) Métodos de pila: las semillas se apilan en forma de cono sobre una superficie resistente a los productos cáusticos, el ácido se vierte en ellas a razón de un litro por cada 40 kg.

Posteriormente la pila se voltea y con una pala se revuelve uniformemente, cuando termina el tratamiento, las semillas se ponen en una criba y se les lava con agua corriente, cuando menos durante diez minutos. Este método se recomienda en semillas con cubiertas delgadas, ya que se reduce el calentamiento, y es difícil excederse en el tratamiento.

b) Método de la inmersión: las semillas se sumergen en una canastilla resistente, cumplido el tiempo de tratamiento, se

levanta unos segundos para drenar el ácido, se aleja la canastilla del recipiente que contiene el ácido y se procede a lavar las semillas con agua corriente. Si se pretende usar este procedimiento a gran escala, conviene hacer la inmersión de la canastilla ayudándose con un soporte que tenga polea y un cable largo; también puede usarse un gancho con mango largo para manejar la canastilla.

Este método permite conservar parte del ácido usado, para volverlo a utilizar, comprobando con un hidrómetro que no haya cambios significativos en su gravedad específica.

Después del tratamiento con ácido, conviene secar las semillas para almacenarlas, las ventajas de este tratamiento son que se requiere poco equipo, que es fácil de conseguir, y que el costo del ácido es bajo.

De acuerdo con Camacho (1994 a) la duración del tratamiento es variable; en las semillas de Eleagnus angustifolia se requieren de 30 a 60 minutos de inmersión en ácido sulfúrico, en las especies del género Crataegus, de 0.5 a 4.5 horas y, en las semillas de Olea europaea, hasta 24 horas. Como las semillas que supuestamente presenta latencia mecánica tienen cubiertas permeables, el tratamiento con productos cáusticos puede ser peligroso y, por lo tanto, dicho tratamiento no se recomienda para las semillas de Prunus spp. En el caso de Crataegus spp, las semillas deben dejarse secar varias semanas antes de aplicar el tratamiento con ácido sulfúrico.

Escarificación mecánica: Este tratamiento no siempre ha dado resultados satisfactorios con semillas con cubiertas gruesas, cuándo se usan aparatos mecánicos, sin embargo, quitar manualmente el endocarpio siempre facilita la germinación de las semillas; Una forma de quitar el endocarpio en lotes pequeños de semillas consiste en usar una pinza de presión ajustable de mecánico, la cual no permite apretar en exceso (Camacho, 1994 a).

Estratificación cálida. El tratamiento consiste en revolver las semillas con un sustrato que puede ser turba, musgo, o una mezcla de estiércol con arena, y ponerlas dentro de un recipiente a temperaturas mayores de 10 °C . Es importante que el sustrato empleado no esté esterilizado pues se necesita que haya actividad microbiana para que el tratamiento se efectivo; la duración del tratamiento es variable, y por ejemplo, se pueden ser dos semanas en Prunus spp a 16 o más semanas en Crataegus spp (Camacho, 1994; Hartmann y Kester, 1987).

Remojo: La lixiviación de los inhibidores puede lograrse mediante un período continuo de remojo en agua , o alternar el remojo con períodos de secado. Para facilitar el manejo de las semillas conviene empacarlas en costales de tejido abierto; es importante que las semillas estén debidamente oxigenadas ya que se pueden asfixiar en el agua .La oxigenación se puede conseguir empleando agua corriente, cambiándola periódicamente y al usar temperaturas menores de 15 °C o mediante aireación con bomba (Camacho, 1994 a).

El remojo prolongado de las semillas puede dañar la germina-

ción, sobre todo si éstas son quiescentes. Lo anterior puede deberse a sustancias que se requieren en el proceso (Camacho, 1994; Norton, 1980).

Los ciclos de remojo y secado pueden debilitar una cubierta dura, además de lixiviar los inhibidores, pues las tensiones provocadas por el humedecimiento y la pérdida de humedad pueden llegar a abrir el endocarpio; el tratamiento también se puede efectuar humedeciendo las semillas sobre un piso duro y dejando que el sol las seque durante uno o dos días (Camacho, 1994 a).

Se ha encontrado que el debilitamiento de una cubierta leñosa con el uso del remojo y secado, se debe a la variación en la capacidad de embeberse y secarse que tienen las distintas partes de la cubierta, lo que produce agrietamientos (Fairlamb, y Davidson, 1976).

De la aplicación del remojo se sabe que el tratamiento tiene la capacidad de eliminar los compuestos inhibitorios solubles que puedan estar presentes en la cubierta externa, pero que es ineficaz contra los que se encuentren en los tejidos que no tienen contacto directo con el medio ambiente (Camacho, 1994 a, McDonough, 1977; Nikolaeva, 1969).

El remojo continuo no siempre favorece la germinación (Hartmann, y Kester, 1987; Norton, 1980). Pues ésta puede ser mejor en remojadas y secadas que en semillas remojadas y sembradas embebidas, lo cual parece relacionarse con la restricción del intercambio gaseoso que impone un tejido completamente embebido (McDonough, 1977).

4.6. ASPECTOS REFERENTES A LAS ESPECIES TRABAJADAS

4.6.1 EL CAPULIN

4.6.1.1. Clasificación Taxonómica

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Roside
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Subfamilia	Prunoideae
Género	<u>Prunus</u>
Especie	<u>Prunus serotina</u> spp <u>capuli</u>

4.6.1.2. Sinonimias

Prunus capuli Cav
Prunus virginiana L
Pedus serotina Borkn
Prunus serotina Ehrh
P. capollin Koehene
Cerasus capuli DC

4.6.1.3. Nombres vulgares

En México, Capulín, capoli, capola, capullin. En los EUA Black cherri, rum cherry, wild black cherry, wild cherry (Venero, 1966, Pañella, 1972 y Grizes, 1974). Según Martínez (1979) también recibe los siguientes nombre en México:

Capulín Mesa central
Cerezo Ario de Rosales
Cusabi Lengua Tarahumara, Chihuahua
Pkahuamk Lengua Mixe, Oaxaca
Pate Lengua Chontal Oaxaca
Shencua o shengua Lengua Tarasca, Michoacán
Usábi, tanduay (Zapoteco)
Detze, ghoto (Otomí)

4.6.1.4. Descripción

De acuerdo con Calderón (1979), el capulín es un árbol de 5 a 15 m de alto y hasta 1 m de diámetro, de copa ancha, corteza café rojisa o grisácea, casi lisa, grabra o a veces pubescente en los pecióslos o ramas tiernas; pecióslos delgados de 1 a 2 cm de

4.6. ASPECTOS REFERENTES A LAS ESPECIES TRABAJADAS

4.6.1 EL CAPULIN

4.6.1.1. Clasificación Taxonómica

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Roside
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Subfamilia	Prunoideae
Género	<u>Prunus</u>
Especie	<u>Prunus serotina</u> spp <u>capuli</u>

4.6.1.2. Sinonimias

Prunus capuli Cav
Prunus virginiana L
Pedus serotina Borkn
Prunus serotina Ehrh
P. capollin Koehene
Cerasus capuli DC

4.6.1.3. Nombres vulgares

En México, Capulín, capoli, capola, capullin. En los EUA Black cherri, rum cherry, wild black cherry, wild cherry (Venero, 1966, Pañella, 1972 y Grizes, 1974). Según Martínez (1979) también recibe los siguientes nombre en México:

Capulín Mesa central
Cerezo Arío de Rosales
Cusabi Lengua Tarahumara, Chihuahua
Pkahuamk Lengua Mixe, Oaxaca
Pate Lengua Chontal Oaxaca
Shencua o shengua Lengua Tarasca, Michoacán
Usábi, tanduay (Zapoteco)
Detze, ghoto (Otomí)

4.6.1.4. Descripción

De acuerdo con Calderón (1979), el capulín es un árbol de 5 a 15 m de alto y hasta 1 m de diámetro, de copa ancha, corteza café rojisa o grisácea, casi lisa, grabra o a veces pubescente en los peciölos o ramas tiernas; peciölos delgados de 1 a 2 cm de

largo; hojas lanceoladas a ovadas de 5 a 18 cm de largo con una anchura de 1.5 a 5 cm; ápice largamente acuminado, borde finamente aserrado, base aguda u obtusa, delgadas, brillante, con el nervio prominente en el envés, racimos generalmente laxos, alargados, de 10 a 15 cm de largo, con 1 o más hojas cerca de la base; flores numerosas, sobre pedicelos delgados, de 5 a 10 mm de largo, tubo del cáliz y lóbulos de 3 mm de largo; pétalos blancos de 3 a 3.3.5 mm de largo y de ancho; fruto globoso, rojo a negro de 1 a 2.5 cm de diámetro. De Canadá a Guatemala. Los ejemplares del Valle de México parecen corresponder a *P. serotina* ssp *capuli* (Cav.) McVaugh (*Prunus capuli* Cav.) Más o menos común en toda la región montañosa del Valle en altitudes de 2, 300 a 2, 900 m. En bosques de encinos o de coníferas; también se encuentra cultivado y a la orilla de caminos. Fruto comestible bastante apreciado. Centro de México a Guatemala.

Según Venero (1966) la semilla es pequeña, de 5.4 mm de largo, 4.3 mm de ancho y 3.8 mm de grosor; tegumento externo de color castaño claro finamente surcado del ápice a la base forma oblonga, base voluminosa apice a la base, puntiagudo, en cuyo extremo terminal se halla el eje embrionario protegido por los dos cotiledones. García (1987) menciona que la testa es delgada y está muy unida a una membrana endospermica delgada, también dice que el endocarpio presenta una perforación micropilar

Prunus serotina Ehrh. tiene un número cromosómico diploide de 32 cromosomas, puede usarse como patrón en la multiplicación del cerezo y del guindo (*P. cerasus* L.) (Venero, 1966).

4.6.1.5. Distribución

Acerca de su origen americano existen varios puntos de vista, ya que unos dicen que es originario de México y otros que del Perú, existiendo también el criterio de que existe una especie en México y otra muy similar en Sudamérica; así mismo se cree que fue introducida al Perú antes o durante la conquista (Venero, 1966 y Brent, et al. 1974).

El capulín es común en los bosques de crecimiento secundario y también a lo largo de los arroyos de las partes altas (Brent, et al. 1974).

La región dentro de la que se distribuye el capulín no es un área o subárea natural, sino más bien artificial, pues se estima que el hombre ha servido como agente de dispersión. La distribución de esta especie se encuentra de Nueva Escocia a Dakota, Sur de Florida y Texas, Sur de Nuevo México y de México a Perú (Popenoe y Pachano, 1922 y Venero 1966).

Se encuentra ampliamente distribuida por todo México; Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Guanajuato (Sánchez, 1980; Martínez, 1979; Brent, et al. 1974).

No prospera en las costas y en las tierras bajas de México, pues demanda un clima frío o subtropical. tales como se encuentran en elevaciones de 1, 200 a 3, 500 msnm; en América tropical se adapta mejor a un clima relativamente seco (Popenoe y Pachano, 1922).

El capulín prefiere climas templados, en alturas medianas de la sierra, crece en suelos arenosos y bien drenados de las zonas templadas y suelos frescos (Galloway y Borgo, 1984).

Crece bien en la montaña, en suelos de ladera y en condiciones de temporal, resiste salinidad y sequía, en la sierra crece mejor en suelos arenosos y bien drenados de las zonas templadas y suelos frescos (Galloway Borgo, 1984; Panella, 1974; Malpica, 1985).

4.6.1.6. Usos

La madera de este árbol por ser dura es muy importante como material, cuando madura totalmente se utiliza como postes para construir casas, astilleros, mangos para herramientas, algunas partes del telar y otros trabajos de carpintería y ebanistería (Brent, et al. 1974)

El capulín también se utiliza en la jardinería, pues tiene buena floración y una vegetación vigorosa y compacta (Panella, 1972)

Como planta alimenticia el capulín produce drupas de 1 cm de diámetro de color negrozco cuya pulpa es jugosa (Cuadro 1 y 2), muy dulce y de sabor vinoso cuando está madura. el consumo de los frutos de capulín es en forma de tamales, atoles, jaleas, dulces, mermeladas, bebidas frescas y al natural. Por fermentación se obtiene una bebida alcohólica (Morales, 1979, Panella, 1972 y Sánchez, 1980).

Cuadro 1. Datos de Producción de (Prunus serotina spp capuli) en México (Datos del Anuario de Producción Agrícola, México).

Año	Superficie Sembrada (Hectáreas)			Superficie Cosechada (Hectáreas)		
	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total
1989	4	248	252	4	213	213
1990	4	239	243	4	239	243
1991	4	92	96	4	75	79
1992	144	159	303	144	159	303
1993	144	155	299	4	125	129

Cuadro 2. Datos de Rendimiento de (Prunus serotina spp capuli) en México (Datos del Anuario de Producción Agrícola, México).

Año	Rendimiento (Kilogramos)			Producción Total (Toneladas)		
	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total
1989	5000	6540	3567	20	754	774
1990	4000	4230	4226	16	1011	1027
1991	6000	5067	5114	24	380	404
1992	4514	7931	6037	650	1261	1911
1993				24	410	434

Las semillas también son comestibles y se venden tostadas y saladas, sobre todo en la parte templada del centro de México (González y Aguirre, 1993).

Diversas partes de esta planta tienen propiedades medicinales. El polvo de la corteza aplicado en los ojos desvanece las nubes, aclara la vista y cura inflamaciones. El agua destilada de las hojas se usa en lugar de las hojas del laurel-cerezo que tiene propiedades calmantes, contiene como éste ácido cianhídrico. Los extractos infusiones y jarabes preparados con las ramas, cortezas y raíces se usan como tónicos y sedantes en el tratamiento de afecciones pulmonares y en la debilidad nerviosa, así como para el control de la diarrea y la fiebre (Martínez, 1969) El tallo se usa para curar enfermedades del riñón y en la alfarería (Baytelman, 1928)

4.6.1.7. Germinación

Se ha investigado poco sobre la propagación del capulín por estacas u otros medios vegetativos (Malpica, 1985), su multiplicación se realiza por semillas.

Niembro (1982) hizo una caracterización morfológica de las semillas del capulín. La cual ampliada con observaciones del autor de Camacho (1990)", indica que la llamada semilla capulín, es en realidad una diáspora en la que la semilla botánica o verdadera está dentro de un endocarpio o hueso leñoso, el cual tiene una sutura prominente en la que destaca la terminación de la perforación micropilar, que se continúa dentro del endocarpio en forma de espiral hasta un lugar cercano a la punta de la

radícula.

Prácticamente la cavidad del endocarpio está ocupada por los cotiledones del embrión, al que recubre una testa membranosa a la que está adherido un endospermo delgado; engrosado en el área cercana a la radícula.

Entre las especies del género al que pertenece esta planta, es común que la germinación sea retrasada por el endocarpio leñoso que cubre la semilla y, además, por los inhibidores contenidos tanto en la testa como en el endospermo y el embrión; por ello para lograr la germinación de plantas como el ciruelo, chabacano y durazno se deben combinar la estratificación a temperaturas superiores a 10 °C por 2 o 3 meses, seguido por un período similar a temperaturas entre 3 y 7 °C; esto último es necesario, pues si se hace germinar a las semillas sin aplicar el frío, se obtienen frecuentemente plántulas arrosietadas y con la hojas arrugadas (Grizes, 1974; Hartmann y Kester, 1987; Nikolaeva, 1969; Sharma y Singh, 1978).

La información acerca de la germinación del capulín es contradictoria. En algunos casos se dice que no hay problemas (Galloway y Borgo, 1984, Pretell, *et al.* 1985). En otros, se afirma que las semillas conservan la viabilidad por menos de un año (Carvalho, 1981) y que debe aplicar un tratamiento para incrementar el porcentaje de germinación y reducir el tiempo que las semillas tardan en germinar (Avitia, y Muratalla, 1982; Báez, 1986; Camacho, 1987; Camacho, 1990; García y Camacho, 1988; Grizes, 1974; López, *et al.* 1987).

Respecto del papel de las cubiertas sobre la germinación de semillas, en una tesis realizada en la FES-Cuautitlán (Báez, 1986), se observó que en siembras sobre papel las diásporas del capulín tardaron más de 20 días en alcanzar una germinación menor del 60%. Al abrir el endocarpio leñoso que las contiene, este porcentaje se incrementó aproximadamente en un 20%; este estímulo se perdió al sellar la sutura abierta con vaselina. Cuando se eliminó completamente el endocarpio, prácticamente todas las semillas emitieron la radícula en menos de 10 días, este comportamiento fue similar al de los embriones extraídos.

Estas reacciones se atribuyeron a la presencia de inhibidores tanto en el endocarpio como en las semillas, pues los extractos de las diásporas intactas, así como los de las semillas sin endocarpio, redujeron significativamente el crecimiento del coleóptilo de trigo.

En cuanto al efecto de la aplicación de tratamientos en siembras realizadas sobre papel (Camacho, 1987), se encontró que la aplicación de 1 a 4 ciclos de remojo y secado a las diásporas de capulín con endocarpio intacto estimuló la germinación, más que el remojo continuo por periodos de 1 a 4 días.

En un trabajo realizado con tres colecciones de semillas de capulín procedentes del estado de México (Camacho, *et al.* 1985), encontró que el endocarpio dificultó la germinación, ya que sin tratamiento requirió de cerca de un mes para alcanzar valores inferiores al 70%, en cambio al quitar esta cubierta obtuvieron una germinación cercana al 100% en cerca de 10 días. Abrir el

endocarpio mediante presión sin quitarlo produjo un estímulo significativo en siembras realizadas sobre papel, pero no en las efectuadas en tierra.

Dentro del mismo trabajo se observó que la aplicación de: agua caliente o de ácido sulfúrico, y la estratificación a 7 °C y a 30 °C por un mes, fueron perjudiciales para las semillas del capulín. En cambio, obtuvieron un ligero estímulo de la germinación remojando las diásporas 24 horas en agua a 22 °C.

Avitia y Muratalla (1982) no obtuvieron un estímulo significativo de la germinación del capulín al estratificar los huesos.

Prettell, *et al.* (1985) mencionan que la germinación del capulín, se puede favorecer aplicando 48 horas de remojo en agua a temperatura ambiente.

García y Camacho (1988) en siembras de capulín realizadas en botes con tierra, encontraron que la aplicación de 2 y de 4 ciclos de remojo y secado producían un estímulo germinativo similar al obtenido al abrir manualmente el endocarpio sin quitarlo; aunque inferior al logrado al eliminar completamente la cubierta.

4.6.2. EL COTONEASTER

4.6.2.1. Clasificación Taxonómica

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Roside
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Género	<u>Cotoneaster</u>
Especie	<u>Cotoneaster pannosa</u> Franch.

4.6.2.2. Nombres comunes

Por tratarse de una planta introducida recientemente, no tiene nombre vulgar en México, por lo que se denomina cotoneaster (Camacho y González, 1993).

Es importante mencionar su parecido con el tlaxiste (Amelanchier denticulata), con el que a menudo se le ha confundido. Sin embargo se diferencia por que el cotoneaster presenta ápices agudos de las hojas y un endocarpio duro que cubre las semillas.

4.6.2.3. Descripción

El género Cotoneaster, pertenece a la familia de las Rosáceas, incluye alrededor de 50 especies de arbustos perennifolios y caducifolios, los cuales son nativos de Europa, norte de África y de Asia.

Cotoneaster pannosa, es un arbusto ramificado desde la base, que alcanza una altura cercana a 3 m, en individuos adultos las ramas largas se proyectan en forma de arcos hacia la parte exterior de la planta. Caracterizan también a esta planta

sus hojas de color verde oscuro en el haz y blanco tomentoso en el envés, así como sus vistosos y abundantes frutos rojos que permanecen en la planta durante la temporada de sequía (Camacho y González, 1991; Calderón, 1979).

Otras características son: ramas jóvenes tomentosas; láminas elípticas a ovado-oblongas, de 1.5 a 3.5 cm de largo por de 1 a 2 cm de ancho, base aguda, borde entero, ápice agudo u obtuso, mucronado, haz glabrado, envés blanco tomentoso, con las nervaduras manifiestas; flores en cimas corimbosas apretadas, hispanático tomentoso de alrededor de 3 mm de largo; lóbulos del cáliz triangulares, de 1 mm de largo; pétalos blancos, suborbiculares, venosos, de 2 a 2.5 mm de largo; fruto globoso-ovoide, de 6 a 8 mm de largo, glabro ó poco tomentoso, dos carpelos, con las paredés óseas (Calderón, 1979).

Las semillas de Cotoneaster pannosa están cubiertas por un endocarpio o hueso leñoso, cerrado e indehisciente (Camacho y González, 1993).

4.6.2.4. Distribución

Al parecer, la especie es nativa del suroeste de China, no obstante se le encuentra silvestre en algunas partes de los lomeríos del poniente del Valle de México, especialmente en el Parque Nacional de los Remedios y en la II y III sección del Bosque de Chapultepec, en alturas aproximadas 2,300 a 2,600 msnm, establecida sobre tobas volcánicas muy erosionadas. En Matlalhocan, Tlaxcala, el antiguo Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF) realizó una plantación hace 14 años, con exce-

lentes resultados, considerando las condiciones del tepetate en el que se estableció (Camacho y González, 1993).

4.6.2.5. Usos

A los integrantes del género Cotoneaster, en general se les considera como ornamentales por su follaje, hábito de crecimiento y sobre todo por sus vistosos frutos rojos, los cuales permanecen en la planta hasta muy entrado el invierno (Herwing, 1981 y Slabaugh, 1974).

Todas estas características son compartidas por Cotoneaster pannosa especie que ha demostrado una gran capacidad para colonizar áreas muy erosionadas, con las tobas volcánicas expuestas, tanto en plantaciones como por colonización natural. Debido a que tolera algo de sombra y puede convivir con eucaliptos, es una magnífica elección para obtener un estrato de vegetación baja que proteja efectivamente al suelo, además de tener una buena producción de hojarasca (Camacho y González, 1993).

En las áreas urbanas también resulta interesante en la conformación de setos y como plantas ornamentales siempre verdes. Su gran atractivo en invierno son sus fructificaciones abundantes. Un aspecto interesante, es que tolera sin riego las sequías en el Valle de México y en el centro de Tlaxcala, que es en las áreas donde se ha observado (Camacho y González, 1993).

4.6.2.6. Germinación

Slabaugh (1974) menciona que: C. acutifolius, C. apicula-

ta, C. horizontalis, C. lucida, C. melanocarpa, se usan en plantaciones ambientales en las grandes planicies de Estados Unidos de Norteamérica como: cercos, setos y barreras rompe vientos. Señala que la propagación se realiza por estacado, acodado, injertación y por la siembra de las diásporas, que contienen las semillas en un endocarpio de paredes óseas. También recomienda separar las diásporas de los frutos por maceración, flotación en agua y cribado; la mayoría de los endocarpios vanos o vacíos flotan.

Este autor mencionó que las diásporas de varias especies de Cotoneaster tienen doble latencia debida al endocarpio duro e impermeable y a la condición interna del embrión; el tratamiento sugerido consiste en escarificar las semillas con ácido sulfúrico concentrado y luego aplicar enfriamiento en húmedo o estratificación fría en 3 y 5 °C, la duración de estos tratamientos varia: en C. acutifolia la inmersión en ácido es de 10 a 90 min seguida por 30 a 90 días de enfriamiento en húmedo, y en C. apiculata es de 120 min la primera seguida por 90 días de frío, en C. horizontales de 90 a 180 min de ácido seguidos por 90 a 120 días de estratificación, en C. lucida la inmersión en el cáustico va de 5 a 20 min seguida por 30 a 90 días de enfriamiento en húmedo y en C. melanocarpa el primer tratamiento va de 10 a 90 min seguido de 30 a 90 del segundo.

Respecto a Cotoneaster pannosa, se encontró que el fruto es globoso-ovoide, de 6 a 8 mm de largo, glabro ó poco tomentoso, con dos carpelos, con las paredes óseas (Calderón, 1979), al perderse el epicarpio y el mesocarpio, las semillas quedan cu-

biertas únicamente por un endocarpio o hueso leñoso, cerrado e indehisciente (Camacho y González, 1993).

En cuanto a Cotoneaster pannosa en México (Calderón, 1979), Camacho y González (1993) describieron individuos aislados y setos de 0.5 ó mas de 3m. de altura en parques de la Cd. de México y área conurbada del Estado de México; en los bosques de eucaliptos del parque Nacional de los Remedios así como en la primera y segunda sección del bosque de Chapultepec, encontraron plantas silvestres de esta especie, establecidas en suelos delgados sobre tepetate, toba volcánica, en lugares carentes de riego. Estos individuos alcanzan alturas de 3 metros aproximadamente y florecen y fructifican abundantemente cada año, además depositan hojarasca.

En experimentos realizados en el INIFAP con huesos de Cotoneaster pannosa sembrados en cajas de Petri sobre arena e incubados de 22 °C (Camacho, et al. 1992), se encontró que la germinación de la semillas sin tratamiento fue menor al 30% y que requería de casi un mes para realizarse; perforar con aguja el endocarpio que las contiene no estimuló la germinación, en cambio, cortando un extremo se obtuvo un porcentaje cercano a 50% en aproximadamente 10 días. Al quitar el endocarpio así como al eliminar la testa la germinación se efectuó en 7 días, pero el porcentaje apenas alcanzó un 25%. Con la inmersión en ácido sulfúrico concentrado por 90 min, se obtuvo un 70% de germinación en 15 días.

Camacho y González (1993) mencionan que también se ha obtenido un estímulo de la germinación, al remojar los huesos 2 días y luego secándolos antes de la siembra, aunque los resultados no han sido tan consistentes como los obtenidos con la aplicación de ácido.

4.6.3. EL TEJOCOTE

4.6.3.1. Clasificación Taxonómica

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Roside
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Subfamilia	Maloideae
Género	<u>Crataegus</u>
Especie	<u>Crataegus pubescens</u>

4.6.3.2. Sinonimias

Crataegus mexicana Moc y Sesse.

Crataegus stipulosa (HBK) (Steud).

4.6.3.3. Nombres vulgares:

Martínez (1979) menciona que en México se le denomina básicamente como "tejocote", en Chiapas también se le denomina "manzanita". En los EUA se le llama Hawthorn (Espino).

4.6.3.4. Descripción

Crataegus pubescens (HBK) se caracteriza por poseer arboles espinosos de 4 a 10 metros de alto; peciolos hasta de 1 cm. de largo, laminas romboides-elípticas a ovadas u oblongas a

obovadas de 3 a 11 cm. de largo por 1 a 5 cm. de ancho, ápice agudo u obtuso, borde aserrado a veces algo lobado, base cuneada, haz verde obscuro poco piloso o glabro, envés mas pálido, esparcida o densamente pubescente; corimbo de pocas flores; sépalos lanceolados; tomentosos de alrededor de 5 mm. de largo, subenteros o glanduloso-aserrados; pétalos blancos, de 1 cm de largo o menos; fruto semejando una pequeña manzana amarillo-anaranjada de 2 a 3 cm. de diámetro; semillas cafés, lisas.

4.6.3.5. Distribución

El tejocote esta. ampliamente distribuido en el valle de México. A menudo cultivado, crece en altitudes de 2250 a 3000 m. en bosque de encino, pino o Abies, frecuentemente en comunidades secundarias. Centro y sur de México., Centroamérica, Ecuador (Calderón, 1979).

El tejocote se encuentra ampliamente distribuido en la mayoría de las zonas templadas tanto de México. como de otras partes y existen alrededor de 1000 especies del género *Crataegus* (Borys, 1991; Calderón, 1979). Lo que implica una gran variación en cuanto a germinación de las semillas y desarrollo de plántulas. En México. las especies existentes de este genero varian en su aspecto morfológico; se tienen arboles desde muy pequeños hasta sin espinas y la formación de la copa es muy variable.

La especie se encuentran distribuidas en gran parte del

país especialmente en lugares fríos y templados principalmente en forma silvestre (Borys, 1991) solo un numero reducido existe en plantaciones establecidas para explotación comercial (Calderón, 1970).

Crataegus pubescens es una especie Americana que crece en numerosas localidades de la República Mexicana en climas templados y fríos ; en el valle de México. son muy abundantes (Martínez, 1969). Se encuentran en el desierto de los leones, Cuajimalpa, Santa Fe, cañada de Contreras, cerro de San Miguel y Chimalpa (Sánchez, 1980).

El cultivo de los arboles de tejocote esta compuesto exclusivamente de esta especie o esta asociado con maíz, papa, especies ornamentales o con hortalizas pues las observaciones indican que el tejocote crece sobre un amplio rango de condiciones edáficas (Borys et al 1984).

4.6.3.5. Usos

Con respecto a la importancia que representa el género Crataegus podemos mencionar que en este genero se encuentran las siguientes especies con aplicación medica (Martínez 1969, Sánchez 1980): Crataegus pubescens H. B. K., Crataegus oxyacantha y Crataegus monogyna Jacq.

Las especies de Crataegus tienen gran utilidad tanto en México. como en varios países de Europa; En Europa las especies de tejocote tienen una amplia aplicación de flores hojas y frutos en medicina, y las inflorescencias o el follaje de 25

especies de Crataegus sirven en Polonia como fuente de flavonoides utilizados en la producción de medicinas (Borys y Vega 1984).

Borys y Vega (1984) mencionan que en China Crataegus pinnatifolia tiene aceptación como fruto comestible; en Europa del sur en Italia y Francia se cultiva Crataegus azarolus de frutos de coloración anaranjada de un sabor muy agradable y diámetro hasta de 60 mm.

Las especies Crataegus oxyacantha y Crataegus monogyna son originarias de Europa y se han cultivado en Norteamérica. En el uso medicinal popular se emplean como cardiotónicos, diuréticos antiespasmódicos y calmantes para ello se utilizan las flores en forma de té. En el ámbito de la llamada "medicina tradicional mexicana" especialmente en la herbolaria las especies mexicanas del género Crataegus se aplican eficazmente como antitusígenos especialmente para el tratamiento de la tos rebelde, para ello se prepara un té del fruto.

Asimismo se ha reportado que se emplea como diurético haciendo un té de su raíz (Martínez, 1969). Los frutos del tejocote sirven como fuente común de vitamina C, en México (Cuadros 3 y 4). Estos se comen frescos, procesados y se aprovecha la corteza de la raíz de Crataegus mexicana como medicina (Borys y Vega 1984; Martínez 1969).

Es importante enfatizar que localmente los frutos de

Crataegus pubescens, Crataegus mexicana u otras especies nativas de México. se utilizan como forraje y una practica común de algunas regiones del país realizan la utilización del tejocote como portainjerto de algunos tipos de pera realizando los tipos de injerto de las ramas de la copa de los arboles.

Cuadro 3. Datos de Producción de Tejocote (Crataegus pubescens) en México (Datos del Anuario de Producción Agrícola, México).

Año	Superficie Sembrada (Hectáreas)			Superficie Cosechada (Hectáreas)		
	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total
1989	4	248	252	4	213	217
1990	4	239	243	4	239	243
1991	4	92	96	4	75	75
1992	144	155	303	144	189	303
1993	144	155	299	4	125	129

Cuadro 4. Datos de Rendimiento de Tejocote (Crataegus pubescens) en México (Datos del Anuario de Producción Agrícola, México).

Año	Rendimiento (Kilogramos)			Producción Total (Toneladas)		
	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total
1989	5000	3540	3567	20	754	774
1990	4000	4230	4226	16	1011	1027
1991	6000	5067	5114	24	380	404
1992	4514	7931	6307	650	1261	1911
1993	6000	3780	3364	24	410	434

El tejocote (Crataegus pubescens H.B.K.) es una planta cuyo cultivo se practica en zonas de temporal con limitantes serias en suelos y genotipos no obstante lo cual el fruticultor obtiene frutos de valor comercial.

Su rusticidad puede ser de valor para la utilización de esta planta como portainjerto de los genotipos sobresalientes y de cultivares de otras especies frutícolas como pera y membrillo y su cultivo en suelos con algunas limitantes a las cuales esta adaptado el tejocote.

4.6.3. 6. Germinación

Respecto a la propagación del tejocote, las semillas de las plantas del genero Crataegus están cubiertas por un endocarpio leñoso, duro y relativamente grueso por lo cual se les conoce comúnmente como huesos (Slabauagh, 1974, Camacho, et al. 1987, Niembro, 1982). En su parte media longitudinal dicho hueso presenta una sutura que es mas evidente en la parte cóncava, en esta sutura se tiene una perforación conectada con la semilla a través de una prolongación de la testa que corresponde al micrópilo de la semilla. la longitud de los huesos varia de .5 a 1.5 cm y la cavidad del endocarpio donde se aloja la semilla esta ocupada en su mayor parte por un embrión bien desarrollado que tiene un par de cotiledones alargados; tanto la testa como el endospermo son delgados (Camacho, et al. 1987).

Un problema en la producción de plantas de tejocote (Crataegus pubescens (HBK) Steud.), son los bajos porcentajes de germinación de sus propágulos; los que se llaman popularmente huesos, pues las semillas están encerradas dentro de endocarpios leñosos. Una de las causas de la baja germinación, es que más del 50% de los huesos carecen de semillas (Borys y Vega, 1984; Borys, et

al. 1984 a, b; Camacho, et al. 1987, Pérez, et al. 1984), la otra son los mecanismos que impiden el crecimiento del embrión, los cuales dentro del género Crataegus parecen residir tanto en el endocarpio como la testa y el embrión mismo (Brinkman, 1974 y Nikolaeva, 1969).

En el caso del tejocote, el problema reside principalmente en el endocarpio, pues quitándolo se obtiene una germinación rápida y completa (Camacho, et al. 1987, Camacho y Morales, 1993), por lo que no se ha obtenido estímulo de la germinación aplicando reguladores de crecimiento y/o estratificación fría (Manjarrez, et al. 1984; Pérez, et al. 1984). Anteriormente este último tratamiento se había recomendado para estimular la germinación del tejocote (Brom, 1962).

Camacho, et al. (1987) y Camacho y Morales (1991) realizaron una evaluación del efecto de quitar y abrir el endocarpio del tejocote, así como del efecto del remojo continuo y seguido de secado; concluyen que: 1) El embrión y las semillas del tejocote sin endocarpio no tuvieron dificultades para germinar; 2) El principal obstáculo a la germinación fue el endocarpio cuyo efecto inhibitorio se redujo al abrirlo y se eliminó al quitarlo; 3) El remojo continuo no estimulo la germinación; y 4) La aplicación de cuatro ciclos de remojo y secado produjo un estímulo similar al obtenido abriendo mecánicamente el endocarpio.

Manjarrez, et al. 1987 (1984) probaron en las diásporas del tejocote tratamientos como: rompimiento del endocarpio, inmer-

sión en agua caliente, en ácido sulfúrico (de 10 a 30 min), reguladores del crecimiento (Benzil Adenina, Giberelina y Tiourea), además del enfriamiento en húmedo. Encontraron que solo al quitar el endocarpio se mejoró la germinación y que ninguno de los demás tratamientos aumentaron significativamente el porcentaje de esta respecto a lo obtenido por un testigo sin tratamiento.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. MATERIAL BIOLÓGICO.

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Semillas Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Coyoacán, D. F., en el invierno de 1993. Esta institución proporcionó las colecciones de semillas de las especies trabajadas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Sitios de colecta de las diásporas empleadas.

Especie	Localidad	Fecha	Observaciones
Capulín <i>Prunus serotina</i> ssp <i>capuli</i>	San Martinito, Tlahuapan, Pue.	Jul. 1993.	Plantas en huerto familiar.
Tejocote <i>Crataegus pubescens</i>	Espíritu Santo, Jilotzingo, Méx.	Dic. 1992.	Arboles en orilla de parcela.
Cotoneaster <i>Cotoneaster pannosa</i>	Los Remedios, Naucalpan, Méx.	Feb. 1993	Plantas silvestres fugadas de cultivo.

La extracción de los endocarpios se realizó moliendo los frutos en un molino de nixtamal, con las muelas flojas para reducir el daño a los endocarpio. La pulpa se separó de las semillas mediante lavado con agua; posteriormente los endocarpios se secaron al sol durante un día, y después se almacenaron en a 5 °C en frascos de vidrio hasta la realización de las siembras a partir de noviembre de 1993.

Para cubrir las necesidades de los experimentos que se proceden a describir, se dispuso de un mínimo de 2, 500 diásporas o endocarpios de cada una de las especies trabajadas.

5.2. TRATAMIENTOS EVALUADOS.

En cada especie se realizó un experimento independiente, en el que evaluaron los siguientes nueve tratamientos pregerminativos con cuatro repeticiones:

a) Testigo

b) Inmersión en ácido sulfúrico concentrado (95.98 %) tipo reactivo por 60 y 90 min, para la inmersión se utilizarán las bolsas de malla de mosquitero de plástico (Figura 1). Terminado el tratamiento los endocarpios se lavaron con agua corriente por 10 min.

c) Remojo en agua a temperatura ambiente por 1, 3 y 6 días y siembra de los endocarpios embebidos. La temperatura media del agua durante el tratamiento fue de 18 a 22 °C. Se dispuso de 1 lt de agua para cada unidad experimental y esta se renovó diariamente.

d) Remojo en agua a temperatura ambiente por 1, 3 y 6 días y siembra de los endocarpios secos, el secado consistió en colocar los endocarpios dentro de bolsas de gasa, y colgarlos dentro de un invernadero durante dos días. Las temperaturas registradas durante el secado tuvieron una máxima de 36 °C y una mínima de 11 °C.

Para evitar ventajas debidas al momento en que las semillas empiezan a embeberse; los testigos, los endocarpios tratados con ácido y los sometidos a remojo y secado, se sembraron el día que se inició la aplicación de los tratamientos de remojo en que las

semillas se sembraron embebidas. Los cuales se integraron a los experimentos conforme se cumplieron con los períodos asignados. En cuanto a los endocarpios sometidos a ciclos de remojo y secado, los tratamientos se dispusieron de manera que terminaran el mismo día, y las semillas se sembraran secas al mismo tiempo que los testigos.

5.3. UNIDAD EXPERIMENTAL

Se decidió trabajar en simulando las condiciones de la producción de plántulas para transplantar a envases, considerando que las siembras densas en almácigo, son una práctica muy común en México (Cuevas, 1985).

Siguiendo a Camacho y Ramírez (1987) y a Camacho (1992), los almácigos se simularon usando botes cilíndricos de lamina de aproximadamente 1 lt de capacidad (9.68 de diámetro y 14 cm de largo), los cuales se llenaron con tierra. En cada uno de ellos se sembraron 30 endocarpios en el caso del capulín y el tejocote. En el cotoneaster, el menor tamaño de las diásporas permitió usar 50 de ellas por unidad experimental.

Los botes empleados 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 aproximadamente 5.0 mm de diámetro para permitir el drenaje.

La cantidad total de endocarpios empleada fue de 1, 080 de ellos en capulín y tejocote, mientras que para el cotoneaster el

total fue de 1, 800 endocarpios. Para cada especie se hicieron cuatro repeticiones de cada uno de los nueve tratamientos, por lo cual se requirio de 36 botes por experimento.

5.4. SUSTRATO DE SIEMBRA.

Los botes empleados se llenaron con una mezcla de tierra de monte y un 10% de "Isolite", hasta una altura de 2.5 cm antes del borde superior.

El producto comercial "Isolite" de Sumitomo Corporation es una cerámica japonesa de tierra de diatomeas moldeada en forma de pequeños cilindros de 1 x 2 mm, la cual es cocida a temperaturas de 1, 000 °C, lo que le da una granulación uniforme con muchos microporos, lo que le permite incrementar la aireación y retención de agua de los suelos. Una ventaja importante es que es un material que no sufre cambios con el paso del tiempo, ya que no se infla o se quiebra debido a la absorción de agua.

5.5 SIEMBRA

Consistió en que una vez colocados los endocarpios que integraron la unidad experimental, se les presionó ligeramente contra el sustrato y se les cubrió con una capa de gravilla de dacita con partículas de un diámetro promedio de 0.5 cm. Este material, proveniente del tamizado de la arena de construcción gris, se empleo para facilitar la emergencia de las plántulas y por lo tanto las evaluaciones.

5.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para cada especie, los botes se distribuyeron de acuerdo con un diseño completamente al azar, sobre una mesa dentro del invernadero del CENID-COMEF, INIFAP, SARH, en Coyoacán, D. F. Durante el período de observación la temperatura dentro del invernadero alcanzó un promedio de máxima de 35 °C y uno de mínima de 7 °C.

5.7. REGISTRO DE DATOS.

Cada tercer día durante un mes, se contó el número de plántulas emergidas, las cuales deberían de sobresalir cuando menos 1.0 cm del suelo y estar erguidas. Con el fin de que los datos tomados correspondieran a la emergencia total obtenida hasta cada evaluación, los individuos muertos y las que presentaron síntomas de estrangulamiento, se marcaron con palillos de plástico antes de que se perdiera su ubicación.

Las anotaciones correspondientes al total de plántulas emergidas por unidad experimental hasta una evaluación, se hicieron en un cuadro de doble entrada, en el que la primera columna contenía los datos de cada unidad experimental, y el primer renglón contenía los referentes cada fecha de evaluación.

5.8. ANALISIS GRAFICO.

Se obtuvo el promedio de la emergencia acumulada en cada una de las evaluaciones, tomando en cuenta las cuatro repeticiones realizadas en cada uno de los tratamientos. Estos datos se

graficaron usándolos como ordenadas en el eje " Y " de un cuadro cartesiano, como abscisas en el eje "X" se empleó el tiempo transcurrido a cada evaluación.

En el análisis de las gráficas se consideraron los siguientes elementos (Camacho y Morales, 1992; Camacho, 1994 b):

a) Porcentaje de germinación final: se visualizó como la altura máxima por la línea que representa la germinación acumulada, lo cual corresponde a la capacidad de la muestra 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, a mayor cercanía de las curvas al eje se considera que se tiene mejor germinación, pues se realiza en menos tiempo.

c) Uniformidad germinativa: esta característica muy ligada al tiempo de germinación, se refleja en la inclinación general de la gráfica obtenida, muestras con curvas cercanas a la vertical indican gran uniformidad, 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.

5.9 CALCULO DE INDICES PARA ESTUDIAR EMERGENCIA.

El análisis de las curvas de germinación acumulada es una forma sencilla y completa de estudiar el fenómeno, pero tiene el riesgo de hacer apreciaciones subjetivas, acerca de las dife-

rencias existentes entre las curvas, pues no permite hacer comparaciones estadísticas (Camacho y Morales, 1992).

Para eliminar esta dificultad se calculó el índice numérico correspondiente a cada una de las características de la curva de germinación enunciadas en la sección anterior, por lo que una de las funciones de las gráficas fue la de visualizar lo que miden los índices (Camacho, 1994 b).

Siguiendo a Camacho (1994 b), para facilitar la presentación de los índices empleados en el estudio numérico de la emergencia, se usó la siguiente simbología:

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 = emergencia 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 emergencia 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

Aclarado lo anterior, se procede a presentar las fórmulas empleadas en el estudio numérico de la emergencia, las cuales se tomaron de Morales y Camacho (1985), Camacho y Morales (1992), Camacho (1994 b):

a) Porcentaje de emergencia 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 emergencia.

Ae = emergencia 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, así mismo, es indispensable en el cálculo de necesidades de semillas para siembra. Siempre se requiere tomarlo en cuenta como variable de respuesta en experimentos que estudian la emergencia. 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 emergencia.

b) Tiempo de emergencia: 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 emergencia (TMG):

$$TMG = SPG / SG$$

Donde:

TMG = tiempo medio de emergencia

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

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

Este índice es indispensable en la planificación de las fechas para realizar labores de trasplante, aclareo y resiembra, entre otras. Conforme se reduce su valor la emergencia es más veloz, los cultivos se establecen mejor y aprovechan más la temporada de crecimiento. Es importante señalar que el tiempo de emergencia, 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 emergencia: es un índice que ayuda a representar el lapso que transcurre entre las primeras y las últimas emergencias. 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 emergencia

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

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

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

El calculo del intervalo tipico de emergencia, 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 emergencia, se incrementa la uniformidad de ésta, lo cual mejora establecimiento de los cultivos y se facilita su manejo.

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

$$MG = (G_1/T_1 + G_2/T_2 \dots + G_e/T_e) \times 100 / M$$

Donde:

MG = Valor de emergencia o índice de Maguire

G_i = emergencia sencilla en la evaluación número "i".

T_i = 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 emergencia sencilla respecto al tiempo (Parraguirre y Camacho, 1992), con su aplicación se obtienen valores que van de cero cuando no hay emergencia, a 100 cuando toda la emergencia 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 emergencia, 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 usando una sola variable. No obstante como los valores obtenidos son abstractos, es necesario acompañarlos con los datos referentes a capacidad, tiempo y uniformidad de emergencia (Camacho y Morales, 1992).

En el presente trabajo el índice de Maguire se presenta como porcentajes obtenidos en relación con la media del testigo, con el fin de disminuir su carácter abstracto (Camacho y Morales, 1992).

5.10. ANALISIS ESTADISTICO

Para cada uno de los tres experimentos realizados, se realizó el análisis de varianza correspondiente a las variables numéricas de respuesta evaluadas, es decir: porcentaje, tiempo medio e intervalo de emergencia además del índice de Maguire. Una vez realizado lo anterior la diferencia entre los promedios de los tratamientos se estableció empleando la prueba de medias de Tukey con $\alpha = 0.05$ (Reyes, 1978).

Para hacer menos abstracto el índice de Maguire, los resultados obtenidos se presentan como porcentajes en relación con el testigo.

6. RESULTADOS Y DISCUSION.

La descripción del efecto de los tratamientos aplicados sobre la germinación, se realizó reuniendo las agrupaciones de medias obtenidas en cada una de las variables de respuesta analizadas (Porcentaje, Días medios, Intervalo de germinación e Índice de Maguire).

Con el fin de facilitar el entendimiento de los datos obtenidos, se procedió a graficar la germinación acumulada respecto al tiempo transcurrido desde la siembra; lo cual se presenta conjuntamente con los datos obtenidos con el índice de Maguire. De acuerdo con Morales y Camacho (1992), tanto el análisis gráfico como el índice de Maguire, permiten detectar de manera inmediata el mejor tratamiento.

6.1. ANALISIS GRAFICO E INDICE DE MAGUIRE.

En el capulín, al comparar la germinación de las diásporas sin tratamiento contra las tratadas con ácido, es evidente una cercanía e incluso un cruzamiento de las curvas, lo cual indica una germinación muy parecida (Figura 1).

Con el tratamiento de remojo y siembra de diásporas embebidas, es evidente la cercanía de las curvas en su parte final, y un atraso del proceso germinativo con 3 y sobre todo 6 días de remojo (Figura 2).

Las curvas germinativas de las diásporas remojadas y secadas antes de la siembra, manifestaron una mayor altura y velocidad que el testigo (Figura 3).

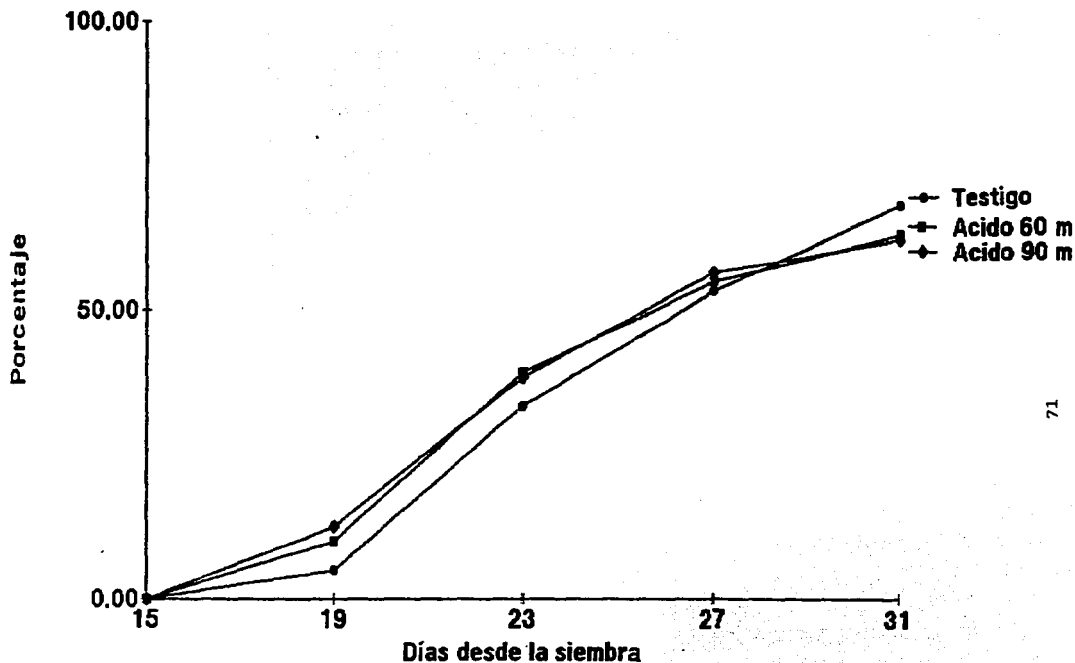


Figura 1. Desarrollo de la germinación del *Prunus serotina* ssp *ceculi* en relación con la inmersión en ácido sulfúrico.

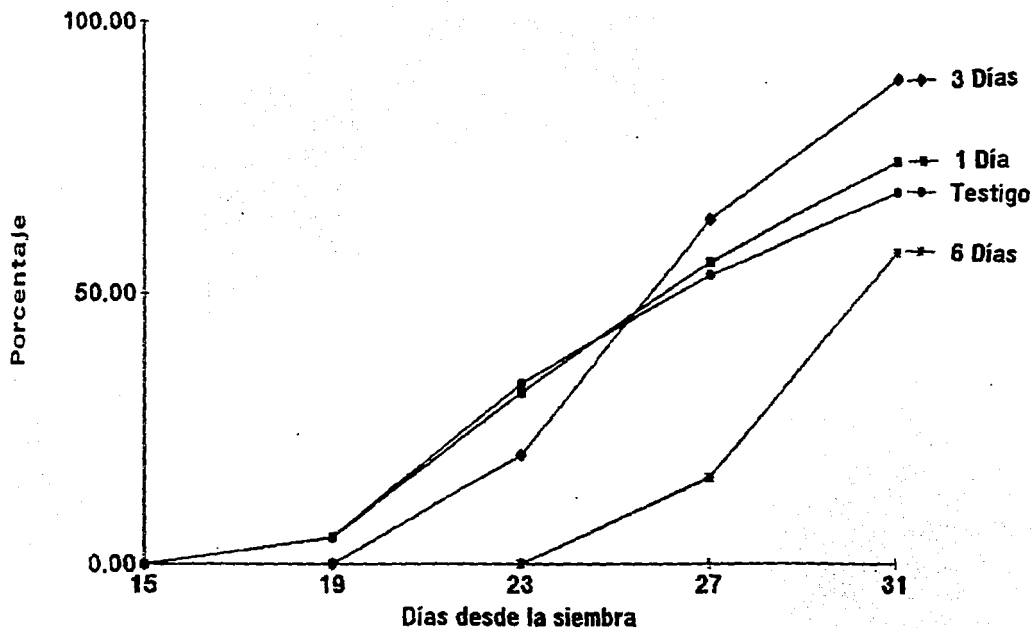


Figura 2. Desarrollo de la germinación del *Prunus serotina* ssp *caucali* en relación con la aplicación de remojo y siembra inmediata.

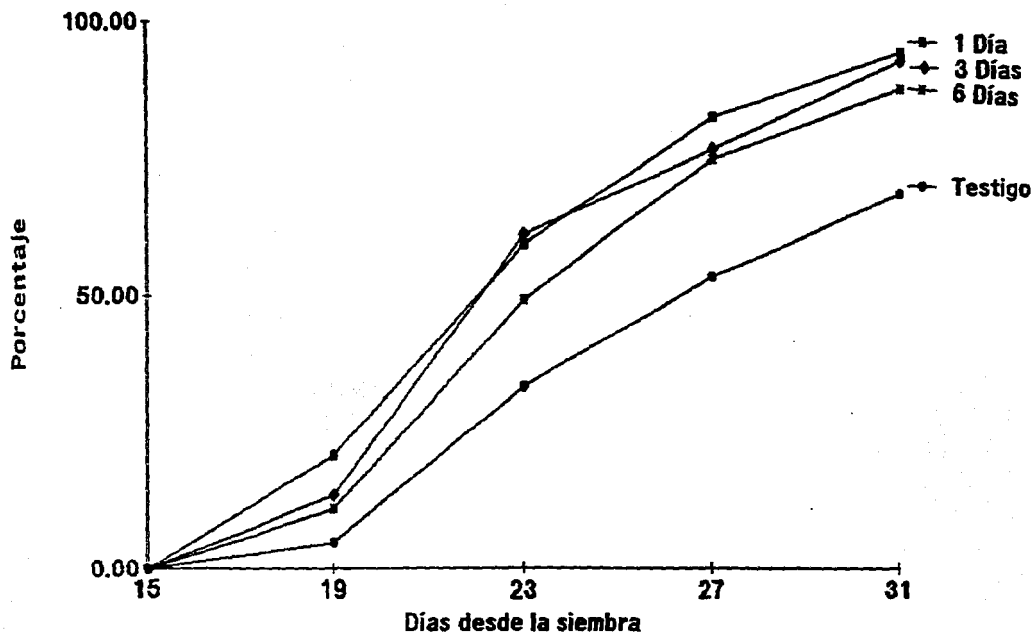


Figura 3. Desarrollo de la germinación del *Prunus serotina* ssp *cauli* en relación con la aplicación de remojo y secado.

De acuerdo con la prueba de medias realizada con los datos obtenidos en el experimento realizado con semillas de Capulín, el índice de Maguire no detecta diferencias significativas entre el testigo y la inmersión en ácido así como con la aplicación de remojo por 1 y 3 días cuando las diásporas se sembraron embebidas (Cuadro 6). Un periodo más prolongado de remojo seguido por la siembra produjo una germinación significativamente inferior a la del testigo.

Cuadro 6. Índice de Maguire obtenido durante la germinación de las diásporas *Prunus serotina* ssp *capuli* en relación con el tratamiento de remojo, secado e inmersión en ácido sulfúrico concentrado (Valores obtenidos en relación con la media del testigo).

Tratamiento pregerminativo	Índice de Maguire
Testigo.	100.0 c
Acido 60 min	96.9 cd
Idem. 90 min	95.6 cd
Remojo un día siembra inmediata.	106.0 c
Idem. tres días.	114.5 bc
Idem. seis días.	65.7 d
Remojo un día con secado previo a la siembra	148.4 a
Idem. tres días.	142.7 ab
Idem. seis días.	128.0 abc

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

La aplicación de remojo a las diásporas de capulín por 1 y 3 días seguido por un día de secado en invernadero, por el contrario, produjo una germinación estadísticamente superior a la obtenida con las diásporas sin tratamiento. Aunque prolongar el

tratamiento a 6 días no produjo efectos perjudiciales, la diferencia respecto al testigo dejó de ser significativa.

En esta especie se encontró una coincidencia completa entre lo que es visible en el análisis gráfico y el índice de Maguire, lo cual evidencia las ventajas de este último, el cual permite ponderar las características de la curva germinativa y realizar un análisis estadístico numérico, como lo mencionan Camacho y Morales, 1992).

El cotoneaster, tuvo una germinación más lenta y pobre que el capulín. Con la aplicación de ácido en un análisis gráfico se observa que los dos tratamientos aplicados tendieron a mejorar la germinación (Figura 4).

Esta misma tendencia se observa cuando las diásporas se remojaron y se sembraron embebidas, los tratamientos aparentemente son mejores que el testigo (Figura 5).

Por el contrario, cuando las diásporas se sembraron secas, únicamente al aplicar el tratamiento por 3 días se nota una germinación evidentemente mejor que la del testigo (Figura 6).

En el cotoneaster la calidad de germinación obtenida con el índice de Maguire, indicó que los tratamientos que superaron significativamente al testigo fueron: la inmersión en ácido sulfúrico por 90 min y el remojo por 3 días sin importar que las semillas se sembraran secas o embebidas (Cuadro 7).

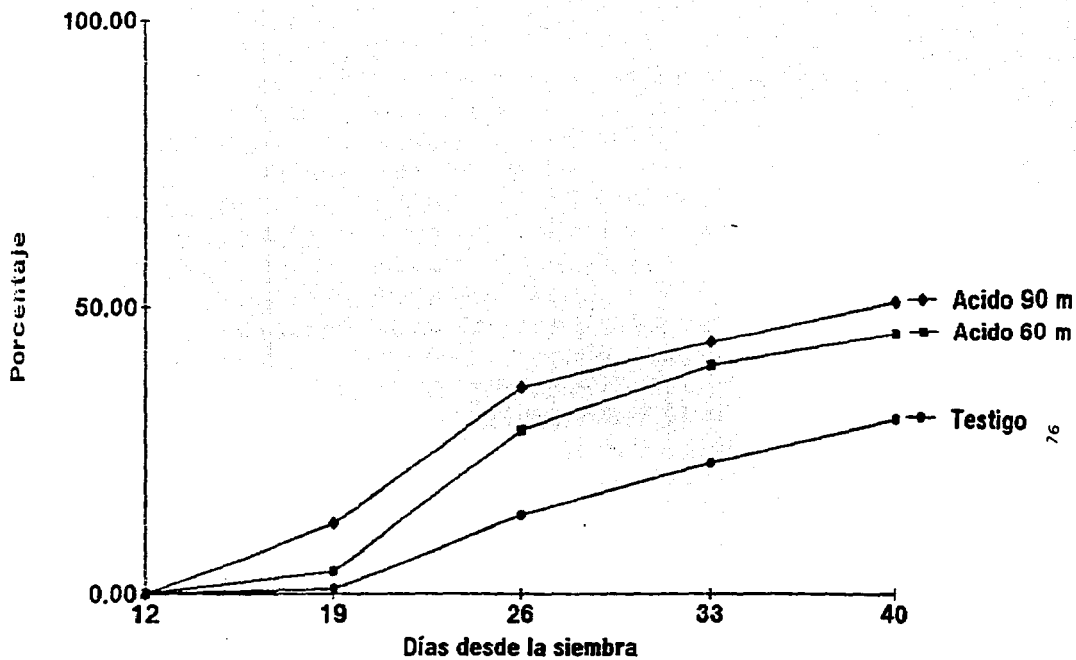


Figura 4. Desarrollo de la germinación del *Cotoneaster pannosa* en relación con la inmersión en ácido sulfúrico.

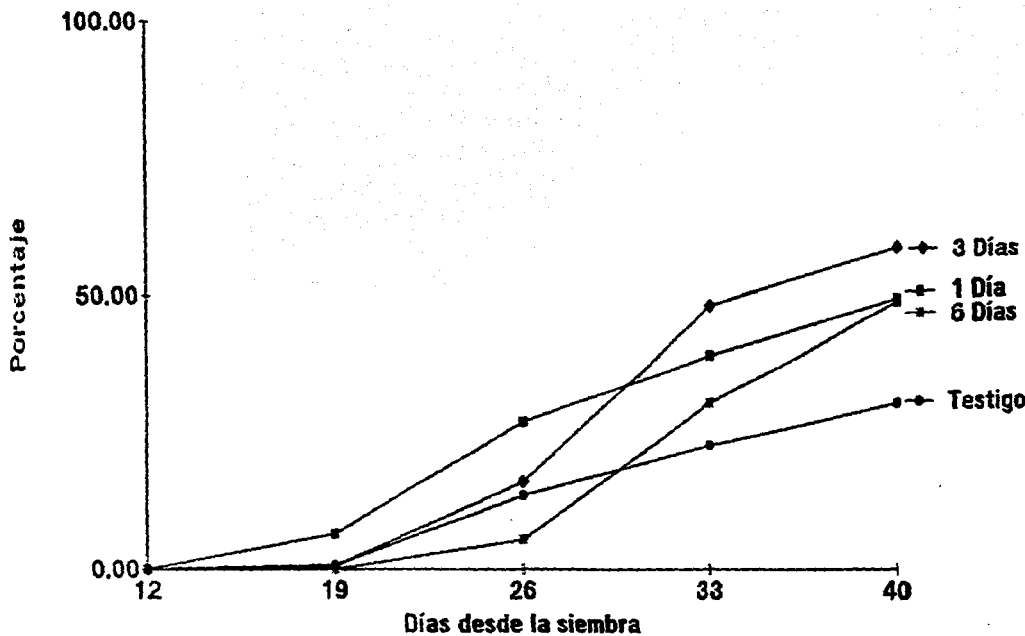


Figura 5. Desarrollo de la germinación del Cotoneaster pannosa en relación con la aplicación de remojo y siembra inmediata.

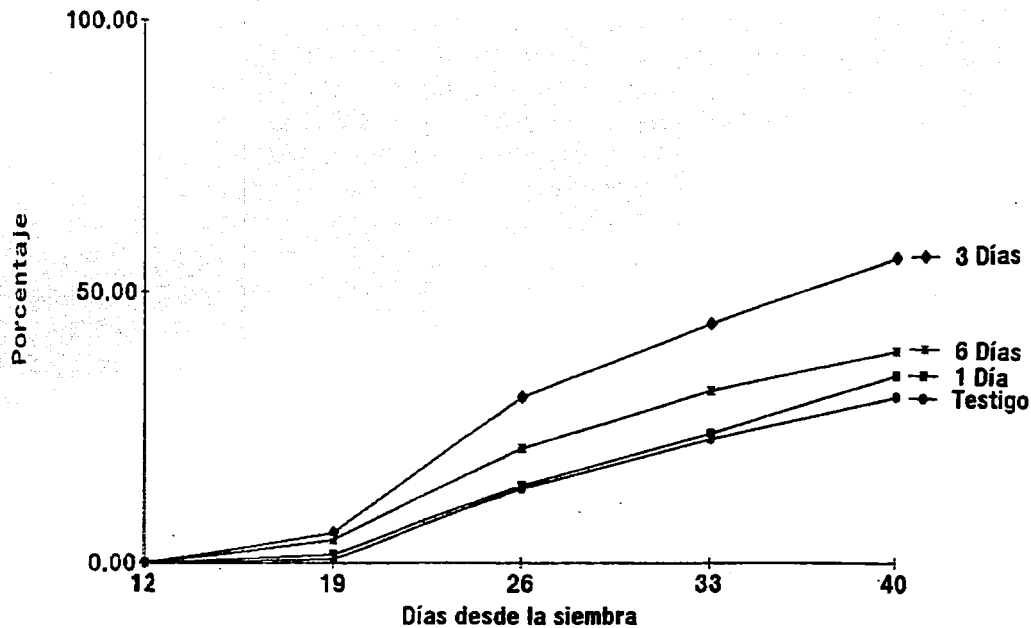


Figura 6. Desarrollo de la germinación del *Cotoneaster pannosa* en relación con la aplicación de remojo y secado.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Aunque las diferencias obtenidas por estos tratamientos respecto al testigo fueron significativas, no lo fueron con el resto de los tratamientos. Hay que mencionar que en estas especie, la peor germinación se obtuvo con las diásporas sin tratamiento.

En esta especie también se encontró una coincidencia completa entre lo que es visible en el análisis gráfico y el índice de Maguire.

Cuadro 7. Índice de Maguire obtenido durante la germinación de las diásporas *Cotoneaster pannosa* en relación con el tratamiento de remojo, secado e inmersión en ácido sulfúrico concentrado (Valores obtenidos en relación con la media del testigo).

Tratamiento pregerminativo	Índice de Maguire
Testigo.	100.0 c
Acido 60 min	164.6 abc
Idem. 90 min	196.9 a
Remojo un día siembra inmediata.	175.7 abc
Idem. tres días.	184.4 ab
Idem. seis días.	141.8 abc
Remojo un día con secado previo a la siembra	112.4 abc
Idem. tres días.	197.0 a
Idem. seis días.	138.4 abc

En cada columna, las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí, Tukey 0.05.

De todas las especies trabajadas, el tejocote fue la que tuvo la germinación más lenta y más pobre. Al analizarla gráficamente se encontró que el testigo prácticamente no germinó y que el tratamiento con ácido (Figura 7) y en menor medida los de remojo con secado (Figura 9) produjeron un estímulo germinativo.

En cambio, la siembra de diásporas sin remojar no ayudo al proceso (Figura 8).

Es evidente que las gráficas tendieron a volverse horizontales, lo cual indica que la germinación manifestó una tendencia a estabilizarse.

El índice de Maguire en el análisis estadístico indico que a pesar de que con la inmersión en ácido y el remojo con secado se conseguía una calidad de germinación muy superior a la del testigo, solo con los tratamientos con ácido sulfúrico se consiguió un estímulo significativo (Cuadro 8).

En esta especie la coincidencia entre lo que es visible en el análisis gráfico y el índice de Maguire, es menos clara que en las demás, a pesar de que los valores obtenidos al remojar y secar superaron varias veces lo logrado por el testigo, no se obtuvieron diferencias significativas. Existen otras formulas que con un funcionamiento parecido al índice de Maguire, entre ellas se pueden citar a la de Timpson (1965), Czabator (1962) y la Dajavenshir y Pourbeik (1976).

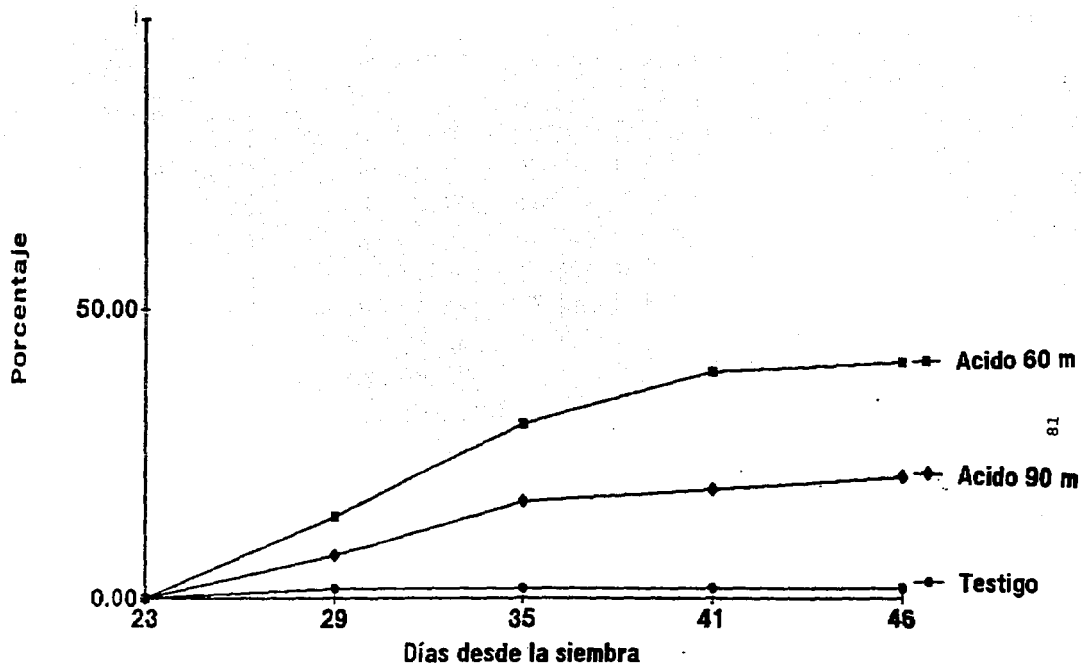


Figura 7. Desarrollo de la germinación del *Crataegus pubescens* en relación con la inmersión en ácido sulfúrico.

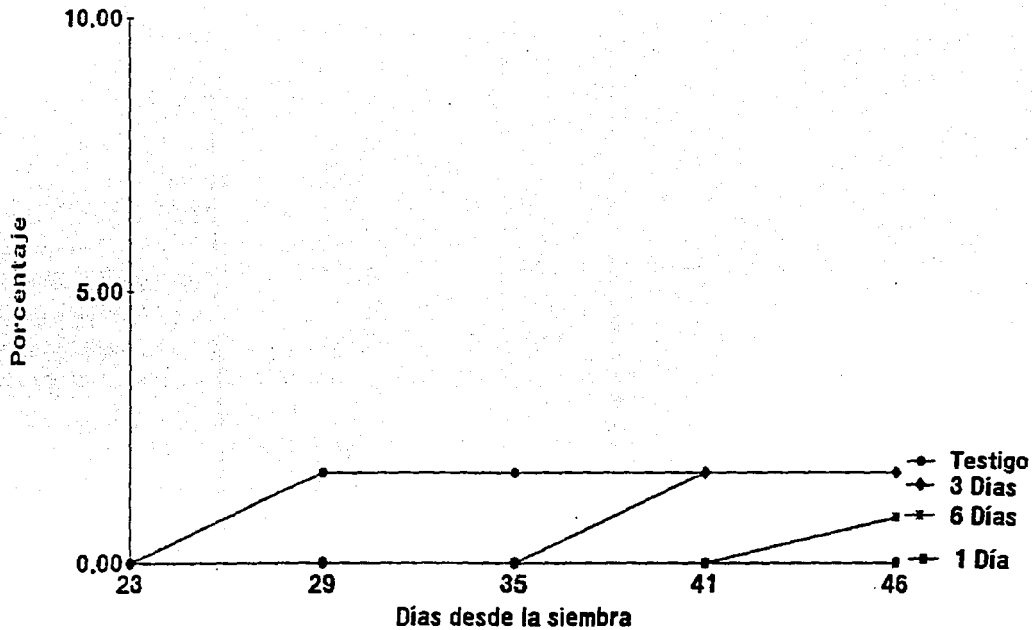


Figura 8. Desarrollo de la germinación del *Crataegus pubescens* en relación con la aplicación de remojo y siembra inmediata.

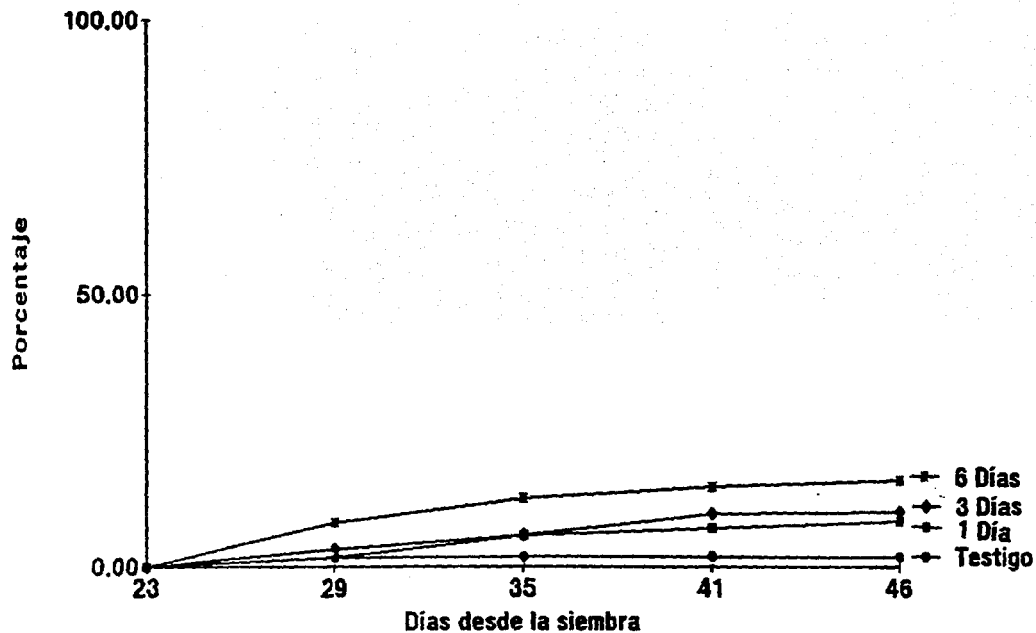


Figura 9. Desarrollo de la germinación del *Crataegus pubescens* en relación con la aplicación de remojo y secado.

Cuadro 8. Índice de Maguire obtenido durante la germinación de las diásporas *Crataegus pubescens* en relación con el tratamiento de remojo, secado e inmersión en ácido sulfúrico concentrado (Valores obtenidos en relación con la media del testigo).

Tratamiento pregerminativo	Índice de Maguire
Testigo.	100.0 c
Acido 60 min	2100.0 a
Idem. 90 min	1083.0 b
Remojo un día siembra inmediata.	0.0 c
Idem. tres días.	66.7 c
Idem. seis días.	33.3 c
Remojo un día con secado previo a la siembra	416.0 bc
Idem. tres días.	500.0 bc
Idem. seis días.	850.0 bc

En cada columna, las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí, Tukey 0.05.

6.2. PORCENTAJE DE GERMINACION.

En el capulín los menores porcentajes de germinación se obtuvieron en el testigo, con las semillas que se sometieron la inmersión en ácido sulfúrico y con el remojo por seis días y siembra inmediata. En estos casos se registraron valores entre el 57 y el 68 %, sin que hubiera diferencias significativas entre estos tratamientos (Cuadro 9).

Los mejores resultados, un poco más del 90 % de germinación, se obtuvieron con la aplicación de remojo y secado por uno y por tres días. La diferencia respecto al testigo fue estadísticamente importante.

Estos datos indican que es preferible secar las semillas remojadas antes de sembrarlas, y que basta con aplicar un solo secado antes de sembrar, por lo que no resulta práctico alternar el remojo con el secado como lo recomendaron García y Camacho (1988).

El efecto estimulante del remojo se puede atribuir a la lixiviación de los inhibidores presentes en los endocarpios y semillas del capulín.

La falta de estímulo germinativo observada en las semillas remojadas y sembradas embebidas, se ha atribuido a la restricción del intercambio gaseoso debida a la presencia de una capa de agua entre la semilla y el endocarpio (Hartmann y Kester, 1987; McDonough, 1977; Norton, 1980).

En el cotoneaster, los porcentajes de germinación promedio obtenidos variaron entre el 30 y el 60 %, únicamente hubo diferencias significativas entre el testigo y las diásporas que se remojaron por tres días, las cuales obtuvieron las mayores germinaciones.

Estos últimos datos sugieren que la inhibición del proceso germinativo debida al endocarpio, pueden resultar de las sustancias solubles que contiene, ya que únicamente fue eliminarlas por lavado con agua, sin que el secado produjera un estímulo adicional debido al secado. Esto se relaciona con el fenómeno llamado dormición química por Camacho (1994 a).

Es posible que el incremento de índice de Maguire registrado

con el tratamiento con ácido sulfúrico (Cuadro 8), sea resultado de un aumento persistente de las tasas de germinación a lo largo del fenómeno, dicho índice se fundamenta en una tasa germinativa que relaciona porcentaje y tiempo (Maguire, 1962).

Cuadro 9. Porcentaje de germinación de las diásporas de tres rosáceas en relación con el tratamiento de remojo, secado e inmersión en ácido sulfúrico concentrado.

Tratamiento pregerminativo	Porcentaje germinativo en:		
	Capulín	Cotoneaster	Tejocote
Testigo.	68.3 bc	30.5 b	1.67 c
Acido 60 min	63.3 c	45.5 ab	40.8 a
Idem. 90 min	62.5 c	51.5 ab	20.8 b
Remojo un día siembra inmediata.	74.2 abc	49.5 ab	0.0 c
Idem. tres días.	89.2 ab	59.0 a	1.7 c
Idem. seis días.	57.5 c	49.0 ab	0.8 c
Remojo un día con secado previo a la siembra	94.2 a	34.5 ab	8.3 bc
Idem. tres días.	92.5 a	56.5 a	10.0 bc
Idem. seis días.	87.5 ab	39.0 ab	15.8 bc

En cada columna, las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí, Tukey 0.05.

Comparado con el capulín y el cotoneaster, el tejocote registro los menores porcentajes de germinación, con valores inferiores al 5 % en el testigo y las semillas que se remojaron y se sembraron inmediatamente (Cuadro 9).

Con la aplicación de remojo y secado, el tejocote alcanzó porcentajes entre el 8 y el 16 %, sin que hubiera diferencias significativas respecto del testigo. Se requiere mayor estudio de los efectos del remojo con secado en el tejocote, ya que en otros trabajos este tratamiento ha estimulado la germinación (Camacho y Morales, 1991), es conveniente probar periodos más

prolongados de remojo previo al secado; esto se justifica en que hubo una relación directamente proporcional entre dichos períodos y el porcentaje de germinación.

También resulta interesante intercalar uno o más secados, pues la aplicación de 4 ciclos de remojo y secado han mejorado significativamente la germinación del tejocote (Camacho y Morales, 1991).

Los resultados obtenidos en el tejocote, con la inmersión en ácido sulfúrico concentrado son alentadores, el 41% obtenido con una hora de tratamiento, indica una germinación bastante completa (Cuadro 9), pues en esta especie generalmente hay un 50 % de endocarpios sin semillas (Borys *et al*, 1984a; Borys *et al*, 1984b).

Respecto a la posibilidad de mejorar lo obtenido en el presente trabajo, incrementando la duración del tratamiento, cabe mencionar que con 90 min se tuvo menos germinación que con 60 min, lo que indica que pudieron ocurrir daños a las semillas. En todo caso el intervalo a explorar es de 30 a 60 min.

No es conveniente evaluar lapsos de tratamiento menores a 30 min, pues en un trabajo anterior Manjarrez *et al* (1984) obtuvieron germinaciones similares a la del testigo.

Durante el tratamiento con ácido hubo carbonización del endocarpio, la cual fue superficial en la mayor parte de la cubierta, pues desapareció durante el lavado; no así en las suturas cuya carbonización definió una línea que permaneció

después del lavado. Es posible que el debilitamiento del endocarpio ocurra en esta parte como lo menciona Nikolaeva (1969).

El tratamiento con ácido sulfúrico, estimuló la germinación del tejocote y del cotoneaster, el efecto de esta sustancia se ha atribuido al debilitamiento de la cubierta, aunque también puede actuar inactivando los inhibidores presentes en ella (Camacho, 1994 a). En el capulín, la falta de efecto de este tratamiento puede resultar de que los inhibidores se localicen en el interior de la diáspora, como lo encontró Camacho (1987).

6.3. TIEMPO DE GERMINACION

Con esta variable se mide lo en promedio que tardaron las semillas en germinar. En el capulín la germinación requirió entre 21 y 23 días para realizarse en el testigo, las semillas sometidas a remojo y secado y las tratadas con ácido sulfúrico (Cuadro 10). Con el remojo y la siembra inmediata, la germinación requirió de más tiempo para efectuarse, este retraso fue significativo con la aplicación de tres y seis días de tratamiento.

Los valores obtenidos en el presente trabajo son cercanos a los presentados por Camacho (1990), que midió el tiempo de germinación mediante los días al 75%, índice que tiende a producir valores mayores a los días medios.

Cuadro 10. Tiempo medio de germinación de las diásporas de tres rosáceas en relación con el tratamiento de remojo, secado e inmersión en ácido sulfúrico concentrado.

Tratamiento pregerminativo	Días medios a la germinación:		
	Capulín	Cotoneaster	Tejocote
Testigo.	22.6 bc	28.2 abc	26.8 a
Acido 60 min	21.2 c	25.2 bc	32.5 a
Idem. 90 min	21.2 c	24.6 c	31.7 a
Remojo un día siembra inmediata.	23.1 bc	26.5 bc	----
Idem. tres días.	24.8 b	28.9 ab	38.0 a
Idem. seis días.	28.2 a	30.8 a	44.0 a
Remojo un día con secado previo a la siembra	21.1 c	28.7 ab	35.0 a
Idem. tres días.	21.3 c	26.7 bc	32.0 a
Idem. seis días.	21.9 c	26.3 bc	31.4 a

En cada columna, las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí, Tukey 0.05.

En cotoneaster el tiempo promedio de germinación no registro diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos, obteniéndose valores entre los 26 y los 31 días, lo que indica una germinación más lenta que en el capulín. Para el cotoneaster no se dispuso de información anterior referente a su velocidad de germinación en suelo, no obstante Camacho y González (1993) mencionan un tiempo de emergencia inferior al observado en el presente trabajo, de 12 a 15 días.

El tejocote tuvo una germinación aún más lenta, ya que sus tiempos promedios oscilaron entre 26 y 44 días, e incluso con un día de remojo y la siembra inmediata, no fue posible calcular el tiempo medio, pues no hubo germinación. Tampoco hubo diferencias entre el testigo y los tratamientos, aunque estos tuvieron valores más altos que los obtenidos sin tratamiento (Cuadro 10).

Los datos obtenidos en el presente trabajo son cercanos a los presentados por Camacho y Morales (1991), quienes trabajaron en laboratorio y midieron el tiempo de germinación mediante los días al 75%, índice que tiende a producir valores mayores a los días medios. También son similares a los obtenidos por Manjarrez et al (1984) a pesar de que estos autores emplearon el tiempo al inicio de la germinación.

6.4. INTERVALO DE GERMINACION.

Esta variable evalúa el período en que ocurre la germinación, es decir el lapso que transcurre entre las primeras y las últimas germinaciones.

En el capulín la germinación se realizó en un periodo que fue de los 7 a los 9 días en el testigo y la mayoría de los tratamientos, el valor significativamente más bajo, fue el obtenido por las diásporas sometidas a remojo por seis días y sembradas embebidas, esta germinación tan uniforme estuvo relacionada con un bajo porcentaje, por lo que no constituyo ventaja alguna (Cuadro 8 y 11).

En el cotoneaster el lapso en que ocurrió la germinación fue de los 7 a los 14 días, sin que hubiera diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos aplicados, los menores valores se registraron con el remojo por 3 y 6 días con siembra inmediata y la inmersión en ácido por 60 min (Cuadro 11).

Cuadro 11. Intervalo de germinación de las diásporas de tres rosáceas en relación con el tratamiento de remojo, secado e inmersión en ácido sulfúrico concentrado.

Tratamiento pregerminativo	Desviación típica en:		
	Capulín	Cotoneaster	Tejocote
Testigo.	8.8 a	11.8 abc	2.2 a
Acido 60 min	7.2 a	9.8 abc	9.4 a
Idem. 90 min	8.0 a	13.2 a	11.2 a
Remojo un día siembra inmediata.	9.0 a	13.0 ab	---
Idem. tres días.	7.4 a	8.4 bc	0.2 a
Idem. seis días.	3.2 b	7.6 c	0.2 a
Remojo un día con secado previo a la siembra	8.2 a	11.8 abc	5.6 a
Idem. tres días.	8.8 a	12.6 ab	8.6 a
Idem. seis días.	7.8 a	12.2 abc	10.8 a

En cada columna, las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí, Tukey 0.05.

En el tejocote hubo una gran variación en los intervalos de germinación, sin embargo no se tuvieron diferencias significativas, los valores menores a un día registrados, se debieron a que en varias repeticiones no hubo germinación, cuando se aplicó remojo y se sembraron las diásporas embebidas, a esto también se debió el bajo promedio obtenido por el testigo. En cambio los tratamientos en los que se tuvo una germinación superior al 5 % (Cuadro 9), el intervalo de germinación estuvo comprendido entre los 5 y los 12 días (Cuadro 11).

6.5. ELECCION DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS PRAGERMINATIVOS.

Camacho (1994) sugiere que el mejor tratamiento para eliminar la latencia de las semillas de una planta será el que sea: más barato, fácil de aplicar y que involucre menos peligros.

Con base en estos criterios las recomendaciones para las especies trabajadas se presentan a continuación.

En Prunus serotina con un día de remojo seguido por secado se obtuvieron buenos resultados, el remojo se puede prolongar hasta 3 días, En esta planta no hizo falta alternar el remojo con el secado como lo utilizaron y recomiendan Garcia y Camacho (1988).

En Cotoneaster pannosa lo más recomendable es aplicar remojo por 3 días pero no por 6 días, las semillas embebidas se pueden sembrar inmediatamente, o bien pueden secarse para almacenarlas por un período corto.

En Crataegus pubescens los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de ácido sulfúrico por una hora.

La respuesta de las tres especies a la inmersión en ácido no fue uniforme, pues mientras que en tejocote y en cotoneaster fue benéfica, en el capulín no tuvo efecto, aunque no manifestó el efecto negativo que se ha reportado anteriormente (Camacho et al, 1985).

7. CONCLUSIONES.

- 1) En todas las especies trabajadas los testigos tuvieron una germinación mas baja que la que se obtuvo con algunos tratamientos.
- 2) En Prunus serotina con un día de remojo seguido por secado se obtuvieron buenos resultados, el remojo se puede prolongar hasta 3 días. Pero no es bueno remojar por 6 días aunque se seque al final.
- 3) En Cotoneaster pannosa lo más recomendable es aplicar remojo por 3 días pero no por 6 días, las semillas embebidas se pueden sembrar inmediatamente, o bien pueden secarse para almacenarlas por un período corto.
- 4) En Cotoneaster pannosa tambien se puede usar con buenos resultados la inmersión en ácido sulfúrico concentrado de 60 a 90 min.
- 5) En Crataegus pubescens los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de ácido sulfúrico por una hora.
- 6) En general fue mejor remojar y secar las diásporas con endocarpio, que sembrarlas embebidas; los peores resultados se obtuvieron con 6 días de remojo y siembra inmediata.
- 7) En todas las especies hubo diferencias significativas respecto al testigo en los porcentajes de germinación, y estas no ocurrieron con los días medios y la desviación típico.

B. BIBLIOGRAFIA

Almaguer, V. G; Vidal, L. E. y Borys, M. W. 1988. Caracterización del crecimiento vegetativo y reproductivo en Tejocote Crataegus pubescens H. B. K. Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. Soc. Mex. de Fitogenética. México. pp. 383.

Avitia G, E. y Castillo G, A. M. 1988. Estudio de la diferenciación floral en el capulín (Prunus serotina Ehrh.). Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. Soc. Mex. de Fitogenética. México. pp. 106.

Avitia G, E. y Muratalla L, A. 1982. Estudio de la germinación del capulín. Avances de la Investigación en el Colegio de Postgraduados. México. Colegio de Postgraduados. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. pp 256-257.

Báez V, H. 1986. Evaluación del porcentaje de germinación de una selección de capulín criollo (Prunus capuli Cav.) en la región de Cd. Serdán, Pue. Tesis Profesional. Ingeniero Agrícola. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. México. UNAM. 178 pp.

Barrientos, A. V; Nieto, A. R. y Borys M. W. 1988. Huerto fenológico de tipos criollos y cultivados de tejocote Crataegus pubescens (H.B. K.) de la República Mexicana. Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. Soc. Mex. de Fitogenética. México. pp. 153.

Baytelman, B. 1928. Etnobotánica del Estado de Morelos. Secretaría de Educación Pública, Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 225 p.

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.

Besnier R., F. 1989. Semillas; biología y tecnología. Mundi-Prensa. España. 637 p.

Bonner, F. T. 1976. The storage and stratification recommendation for pecan and shagbark hichory. Tree Planters Notes. 27(4):3-5

Bonner, F. T.; McLemore, B. F. and Barnett, J. P. 1974. Presowing Treatment of Seed to Seed Germination. Shopmeyer, C. S. (Ed). USDA. Forest Service, Agricultural Hand Book No. 450, USA. pp. 126-135.

Borys, M. W. 1991. Valor ecológico del tejocote Crataegus spp. Memoria del I Encuentro Nacional de Tejocote; Agronomía e Industrialización. Gob del Edo de Mich. CIFAP-Mich, ITJ, CIDEM, UMSNH y FIRA. México. pp 10-22.

Borys, M. W. y Vega, C. A. 1984. Selección de tipos de tejocote Crataegus pubescens H. B. K. en los estados de Chiapas, Puebla y México. Revista Chapingo. 9 (45-46): 193 - 199.

Borys, M. W.; Gravina T. A. y Almaguer V. G. 1984. Algunas características viveristas de semillas de tejocote Crataegus pubescens H. B. K. coleccionados en los estados de Chiapas, México y Puebla. I Presencia de embriones. Revista Chapingo 9 (45-46): 153 -156 .

Borys, M. W.; Gravina T. A. y Almaguer V. G. 1984. Algunas características viveristas de semillas de tejocote Crataegus pubescens H. B. K. coleccionados en los estados de Chiapas, México y Puebla. II presencia de poliembrionia. Revista Chapingo 9 (45-46): 157 - 163.

Brent, B.; Breedlove, E. and Raven, P. H. 1974. Principles of Tzeltal plant classification. Academic Press. (Nueva York) EUA. pp 125-257.

Brinkman, K. Z. 1974. Crataegus L. Hawthorn. En Shopmeyer, C. S. (Ed). Washington. USA Forest Serv. Agric. Handbool No. 450. pp 220-221.

Brom, R. E. 1962. Técnica de termoestratificación de semillas de frutales. Revista Técnica del Colegio de Ingenieros Agrónomos de México. 2: 42-44.

Bustamante, O. F. y Borys, M. W. 1984. Evaluación preliminar de producción de dos huertos de tejocote mejorado Crataegus pubescens H. B. K. Revista Chapingo. 9 (45-46): 189 -192.

Calderón R, G. 1979. Rosaceae. En: Rzedowski, J. y Rzedowski, G. Flora fanerogámica del Valle de México. CECSA. México. pp. 266.

Camacho M, M. E. R. 1987. Mecanismos que inhiben la germinación del capulín (Prunus serotina) y forma de contrarrestarlos. Tesis Profesional. Ing. Agrícola. Fac. Est. Sup. Cuautitlán. UNAM México. 70 pp.

Camacho M, F. 1985. Determinación de tipos de dormición en semillas forestales. III Reunión Nacional Sobre Plantaciones Forestales. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. pp 153- 159. (Publicación Especial No. 48.)

Camacho M, F. 1994 a. Dormición de Semillas; causas y tratamientos. 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. 1990. Eliminación de la dormición de semillas de capulín (Prunus serotina ssp capuli (Cav.) Mc Vaugh.) Ciencia Forestal en México. México. 15 (67): 63 -74.

Camacho M, F. y González K, V. 1993. Guía tecnológica para el cultivo de cotoneaster (Cotoneaster pannosa Franch.); especie ornamental y útil en la recuperación de suelos. INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Guía Tecnológica No. 1. México. 27 p.

Camacho M, F.; González K, V. y Juárez C, M. 1992. Propagación y uso de Cotoneaster pannosa Rosaceae en la recuperación de áreas tepetatasas. Memorias del XII Coloquio de Investigación. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. UNAM. México. pp 78. (Resumen).

Camacho M, F y Morales V, G. 1991. Germinación de semillas de tejocote en relación con el remojo previo a la siembra. Memoria del I Encuentro Nacional de Tejocote; Agronomía e Industrialización. Gob del Edo de Mich. CIFAP-Mich, ITJ. CIDEM, UMSNH y FIRA. México. pp 35-36.

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 Coyacacán. Publicación Especial Número I. SARH. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, CECOY. México. pp 282-290.

Camacho M, F.; Morales V, G. y Camacho M, R. 1987. Estudio de los mecanismos que inhiben la germinación del tejocote (Crataegus pubescens HBK). Act. Mex. Ciencia y Tecnol. 5(20): 79-83.

Camacho M, F.; Villagómez A, Y. y Morales V, G. 1985. Observaciones acerca de la germinación del capulín (Prunus capuli Cav.). Resúmenes del I Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. México. SOMECH. pp 69.

Camacho M, F. y Ramírez P, M. 1987. Dormición química de pirú (Schinus molle L.) en tres tipos de siembra. Revista Ciencia Forestal. México. 12 (62): 15-31.

Carvalho, F. 1981. Estratificación de semillas. México. Coplamar. Col Tec. No. 13. 7.p.

Cruz, C. D; Nieto, A. R. y Borys, M. 1988. Evaluación preliminar del desarrollo floral, polinización, amarre y desarrollo de frutos en tejocote. Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. Soc. Mex. de Fitogenética. México. pp. 108.

Cuevas R., R. A. 1985. Situación Actual de los viveros de algunos estados de la República Mexicana. III Reunión Nacional Sobre Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación Especial No. 48. México. pp. 320-337.

Czabator, F. J. 1962. Germination value; an index combining speed and completeness of pine seed germination. For. Sci. 8 (4): 384-396.

Chanes, R. 1979. Deodendron: árboles y arbustos de jardín en clima templado. II Ed. Blume. España. pp 322-323.

Chávez M, F.; Nieto A. R. y Borys, M. W. 1988. Efecto de la producción en la compatibilidad vegetativa de cultivares de manzano y tejocote injertados en tejocote. Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. Soc. Mex. de Fitogenética. México. pp. 139.

De la Garza, L.P. y Nepamuceno, M. F. 1986. Análisis radiográfico de semillas forestales en México. Ciencia Forestal 11 (59): 1-13.

Delgado, B. P. A; Herrera, G. A. J y Borys, M. W. 1984. Estado nutricional de 2 huertos de tejocote (Crataegus pubescens) H. B. K. II Tamaño de la hoja del brote fructífero y vegetativo. Revista Chapingo. 9 (45-46): 164-167.

Delgado, B. P. A; Pérez M. C. A.; Herrera, G. A. J. y Borys, M. W. 1984. estado nutricional de dos huertos de tejocote Crataegus pubescens H. B. K. III Concentración de nutrimentos en el follaje. Revista Chapingo 9 (45-46): 168-175.

Delgado, B. P. A; Herrera G. A. J y Borys M. W. 1984. Estado nutricional de dos huertos de tejocote Crataegus pubescens H. B. K. IV Influencia del número de injertos por patrón y del número de árboles por cepa. Revista Chapingo 9 (45-46): 176-178.

Delgado, B. P. A; Ruiz, B. A.; Herrera G. A. J y Borys M. W. . 1984. Estado nutricional de dos huertos de tejocote Crataegus pubescens H. B. K. I Características de los suelos. Revista Chapingo, 9 (45-46): 159-163.

Díaz G, J. y Ríos T, J. 1993. Identificación de la regeneración natural de árboles tropicales por la morfología de sus estadios iniciales. Revista Forestal del Perú 20 (1): 31-61

Djavanshir, K. and Pourbeik, H. 1976. Germination value; a new formula Silv. Gen 25 (2): 78-83.

Espinoza, E. J. R; Borys, M. W. y Almaguer V. G. 1984. Rendimiento y crecimiento del tejocote mejorado (Crataegus pubescens) H. B. K. y cuatro cvs de pera Pyrus communis L. injertados por enchapado lateral sobre C. pubescens H. B. K. Revista Chapingo 9 (45-46): 200-205.

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.

Fabián I, I. Lemus L, O. y Quintero S, R. 1988. Caracterización del capulín (Prunus capuli) en la Meseta Purépecha. Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. Soc. Mex. de Fitogenética. México. pp 104.

Fairlamb, J. y Davidson, J. 1976. Germination of teak seed: preliminary evidence of a chemical inhibitor. En: Asakawa, S. (ed.). Proc Sec. Int. Symp. Physiol. of Seed Germ. IUFRO. Japón. pp 73-80.

Galloway, G. y Borgo, G. 1984. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la sierra peruana. Proyecto FAO/Holanda/INCAFOR. Perú. pp33.

García C, S. E. 1987. Efecto del tratamiento de remojo y secado en la semilla de Prunus capuli. Tesis Profesional Biólogo. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 51 p.

García, C. S. E. y Camacho, M. F. 1988. Efecto de remojo y secado sobre la germinación de Prunus serotina ssp capuli (Cav). Memorias del VI Simposio Ciencias en Sistemas Biológicos. Fac. de Ciencias. UNAM pp 82-91.

Garzón C, C. E. 1988. Establecimiento y desarrollo de tres especies forestales en tepetates del AEF Matlalohcan, Tlax. Primera Reunión Científica Forestal y Agropecuaria de Tlaxcala. CIFAP-Tlaxcala, INIFAP. México. pp 15.

Ginzo, H.D. 1980. Fisiología de la germinación. En: Sivori, E. (Ed.) Fisiología Vegetal. Hemisferio Sur. Argentina. pp. 613- 628.

González L., J y Aguirre J., L. 1993. Importancia de Prunus serotina ssp capuli (Cav.) McVaugh en la agricultura regional de Huamantla, Tlax. Resúmenes del XII Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Mex. de Botánica. México. pp 116.

Grizes, T. J. 1974. Prunus L. En: Shopmeyer, C. S. (Comp.). Seeds of Woody Plants in United States. Agric. HandBook No. 450. USA. pp 658-673.

Hartmann, H.T. y Kester, D.E. 1987. Propagación de plantas; principios y prácticas. Td. A. Marino. C.E.C.S.A. México 760 p.

Herwing, R. 1981. Enciclopedia de plantas de jardín. Td. Costa, M. Omega. España. pp 130-131.

Heydecker, W. 1976. Clarity in recording germination data. Nature. Londres. 210: 753-754.

Higareda R, A. 1991. Conocimiento y aprovechamiento agroindustrial del tejocote. Memoria del I Encuentro Nacional de Tejocote; Agronomía e Industrialización. Gob del Edo de Mich. CIFAP-Mich, ITJ. CIDEM, UMSNH y FIRA. México. pp 23-33.

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.

Koller, D. 1972. Environmental control of seed germination. En: Kozlowsky, T.T. (Ed.). Seed Biology. Academic Press. USA. Vol. 2 pp 2-101

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.

López G, A.; Nieto A, R. y Borys, M. W. 1988. Germinación de semillas de tejocote (Crataegus pubescens H. B. K.), durazno (Prunus persica L.) y capulín (Prunus capuli Cav). Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. Soc. Mex. de Fitogenética. México. pp 137.

Maquire, J. D. 1962. Speed of germination aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2:176-177.

McDonough, W. T. 1977. Seed Physiology. Sosebee R. E. (Ed.). Range Science Ser. No. 4. Soc. Range Manage. EUA. pp. 155-184.

Malpica R, G. 1985. Propagación in vitro de capulín (Prunus serotina Cav.) a partir de yemas axilares. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 90 p.

Manjarrez S, P.; Graviña T, A. y Grajeda G, J. E. 1984. Estudio preliminar de pregerminación en semillas de tejocote (Crataegus spp). Revista Chapingo. 9 (45-46): 179 - 184.

Martínez, M. 1959. Plantas útiles de la flora Mexicana. Botas. México. pp 128 p.

Martínez, M. 1969. Plantas medicinales de México. Botas. México pp 61-62.

Martínez, 1979. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas. Fondo de Cultura Económico, México. 157 p.

Morales G., B. 1979. Elaboración de mermelada de capulín. SDimposio Nacional de Desarrollo Agroindustrial y el Apoyo Tecnológico de las Instituciones de Enseñanza Superior. Folleto 5774. México. 116 p.

Morales V, G. y Camacho M, F. 1985. Formato y Recomendaciones para evaluar germinación. III Reunión Nacional Sobre Plantaciones Forestales. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidrául-

licos. pp 123- 138.(Publicación Especial No.48.).

Muratalla L, A. y Rodríguez A, J. 1988. El capulín (Prunus serotina) variedad capullí. Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. Soc. Mex. de Fitogenética. pp 103.

Niembro R, A. 1982. Caracterización morfológica y anatómica de semillas forestales. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Serie Premio Nacional No. 5. México. pp 65

Nieto, A. R. y Borys, M. W. 1988. Efecto de la interacción vegetativa manzano/tejocote y membrillo/tejocote. Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. Soc. Mex. de Fitogenética. México. pp. 139.

Nieto, A. R. y Borys, M. W. 1988. Efecto de la interacción vegetativa de cultivares de pera injertados en tejocotes. Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. Soc. Mex. de Fitogenética. México. pp. 140.

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

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.

Norton, C. R. 1980. Deletereous metabolic and morphological changes resulting from seed soaking prior to sowing. Proc. Inter. Plant. Prop. Soc. 30: 132 - 134.

Pañella, B. J. 1972. Arboles del Jardín. OIKOS/TAV. España. 217 p.

Parraguirre L, J. F. C. y Camacho M, F. 1992. Velocidad de germinación de veintiún especies forestales tropicales: Ciencia Forestal en México. 17 (72): 3-26.

Pérez, M. A; Nieto, A. R. y Borys M. W. (1981). Algunas características viveristas de semillas de tejocote (Crataegus pubescens H.B. K.) de diferentes procedencias en Congr. Nac. de Frut. Guadalajara, Jal. México Resúmenes pp 181.

Pérez, M. A; Nieto, A. R. y Borys M. W. 1984 Germinación de semillas y crecimiento de plántulas de tejocote Crataegus pubescens (H. B. K.) de diferentes procedencias. Revista Chapingo 9 (45-46): 185-188.

Popenoe W. and Pachano, J. 1922 . The Capulin cherry. J. Heredity 13-51-62.

Pretell C, J.; Ocaña V, D.; Jon J, R. y Barahona Ch, E. 1985. Apuntes sobre algunas especies forestales en la sierra peruana. Perú. Proyecto FAO/INFOR. pp 21-2316.

Quintana S., M. E. 1989. Contribución al conocimiento de algunos factores que disparan la germinación de Echinocactus platyacanthus LKO. Tesis Profesional. Biología. Escuela Nacional de Estudios profesionales Iztacala. UNAM. 100 p.

Reyes, P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Trillas, México 344 pp.

Rodríguez L, A. y Álvarez, A. L. I. 1992. Tratamientos para estimular la germinación en semillas con problemas de latencia. Tesis Profesional. Biología. Facultad de Ciencias. UNAM, México. 301 p.

Rolston, M.P. 1978. Water Impermeable Seed Dormancy. The Botanical Review. 44(3):365-396.

Romero M, R.; Nieto, A.; Borys, M. W. y Barrera G, J. L. 1983. Primer año de comportamiento vegetativo de cuatro cultivares de manzano injertados en tejocote (Crataegus spp) de recolección. Fitotecnia 4(5): 147 - 156.

Sánchez, 1980. Flora del Valle de México. Herrero. México. pp 191-192.

Sharma, H. C. and Singh, R. N. 1978. Effect of stratification temperature, stratification period and seed coat on seed germination of peach cultivar "Sharavati". Sci. Hortcul. 9(1): 43-53.

Silva R, D. ; Quintero S, R. y Lemus L, O. 1988. Caracterización y modelos productivos de tejocote (Crataegus mexicana Moc. et Sessé) del municipio de Nahuatzen, Mich. Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. Soc. Mex. de Fitogenética. México. pp. 105.

Slabaugh, P. E. 1974. Cotoneaster B. Ehrh. Cotoneaster. En: Shopmeyer, C. S. (Ed). Seeds of woody plants in the United States. USDA Forest Service Agric. HandBook No. 450. USA. pp 349-352.

Timson, J. 1965. New method of recording germination data. Nature U. K. 207: 216-217.

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.

Venero, A. 1966. El capulí, su comportamiento en la provincia de Buenos Aires. Rev. Fac de Agronomía de la Plata. 42: 143-160.

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