

187
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

TRATAMIENTOS PARA ESTIMULAR LA GERMINACION
EN SEMILLAS CON PROBLEMAS DE LATENCIA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A N :

ADRIANA RODRIGUEZ LUCATERO

LAURA ILIANA ALVAREZ AÑORVE



MEXICO, D. F.

1992

TESIS CON
FOLIO 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.

INDICE

Resumen general	1
Introducción general	5
Consideraciones metodológicas generales	
Tipo de siembra y sustrato	12
Unidad y diseño experimental	12
Incubación	13
Evaluaciones	13
Análisis estadístico	14
Bibliografía del capítulo	16
Conceptos sobre latencia de semillas y tratamientos para eliminarla	
Resumen	17
Conceptos sobre latencia	18
Causas y tipos de latencia de semillas	19
Importancia de la latencia de semillas	23
Aplicación de tratamientos para eliminar la latencia de semillas	26
Tratamientos para eliminar la latencia	31
Bibliografía del capítulo	56
Análisis de la germinación	
Resumen	60
Curvas de germinación y su interpretación	61
Indíces para estudiar la germinación	69
Utilidad de los índices para estudiar la germinación	73
Criterios para analizar los índices germinativos	75
Estado de las semillas al término de un experimento	77
Métodos gráficos	80
Efecto de la intensidad de los tratamientos sobre el estado de las semillas	84
Análisis de efectos	88

Clave para la clasificación de los tratamientos aplicados a las semillas de una especie de acuerdo con el efecto conjunto de éstos	95
Bibliografía del capítulo	99
Falso estímulo a la germinación de semillas de <u>Schinus molle</u> inducido por tratamientos prolongados de remojo	
Resumen	102
Introducción	104
Antecedentes	
Taxonomía	106
Clasificación Taxonómica	106
Descripción de la especie	107
Distribución	108
Usos e importancia	108
Propagación	110
Objetivos	113
Hipótesis	113
Metodología	114
Resultados	117
Efecto de los tratamientos de acuerdo con el valor germinativo	120
Discusión	122
Conclusiones	124
Influencia del nitrato de potasio y de solventes orgánicos sobre la germinación de <u>Schinus molle</u> .	
Resumen	125
Introducción	126
Objetivos	127
Hipótesis	128
Metodología	129
Resultados	130
Comportamiento e los testigos	137
Análisis de efectos	138
Discusión	141
Conclusiones	143
Bibliografía del Capítulo	144

Ruptura de la latencia de semillas de <u>Cassia tomentosa</u>	
mediante inmersión en agua caliente	
Resumen	148
Introducción	149
Antecedentes	
Taxonomía	151
Descripción de la especie	152
Distribución	154
Propagación	155
Usos	155
Objetivos	157
Hipótesis	157
Metodología	158
Resultados	
Análisis del experimento Factorial	159
Relación del valor germinativo	
con otros índices	159
Comportamiento de los testigos	164
Efecto de los tratamientos	
de acuerdo con el valor germinativo	166
Análisis de efectos	167
Discusión	175
Conclusiones	176
Bibliografía del capítulo	178
Ruptura de la latencia de semillas de <u>Cassia didymobotrya</u> mediante	
inmersión en agua caliente.	
Resumen	180
Introducción	181
Antecedentes	
Taxonomía	182
Descripción de la especie	182
Distribución	183
Objetivos	184
Hipótesis	184
Metodología	185
Resultados	
Análisis del experimento Factorial	187
Relación del valor germinativo	
con otros índices	190

Efecto de los tratamientos de acuerdo con la velocidad germinativa	191
Comportamiento de los testigos	192
Efecto de los tratamientos de acuerdo con el valor germinativo	193
Análisis de efectos	194
Discusión	200
Conclusiones	201
Bibliografía del Capítulo	202
Ruptura de la impermeabilidad de <u>Acacia farnesiana</u> mediante HNO ₃	
Resumen	203
Introducción	205
Antecedentes	
Descripción de la especie	207
Clasificación Taxonómica	209
Distribución	209
Importancia	210
Propagación	213
Objetivos	217
Hipótesis	217
Metodología	218
Resultados	
Análisis del experimento factorial	220
Relación del valor germinativo con otros índices	224
Efecto de los tratamientos de acuerdo con la velocidad de germinación	225
Comportamiento de los testigos	227
Efecto de los tratamientos de acuerdo con el valor germinativo	229
Efecto de los tratamientos de acuerdo con la Uniformidad germinativa	232
Análisis de efectos	233
Discusión	241
Conclusiones	247
Bibliografía del capítulo	249

Germinación de <u>Crataegus pubescens</u> bajo la influencia de tratamientos de remojo	
Resumen	253
Introducción	255
Antecedentes	
Descripción de la especie	258
Clasificación taxonómica	258
Distribución	259
Usos e importancia	260
Propagación	262
Análisis radiográfico de semillas forestales en México	266
Objetivos	272
Hipótesis	273
Metodología	274
Resultados	
Descripción de resultados del análisis radiográfico	279
Relación del valor germinativo con otros índices	282
Efecto de los tratamientos de acuerdo con la velocidad germinativa	283
Comportamiento de los testigos	285
Efecto de los tratamientos de acuerdo con el valor germinativo	286
Análisis de efectos	288
Discusión	295
Conclusiones	296
Bibliografía del capítulo	297

RESUMEN GENERAL

El fenómeno de la latencia se puede definir como el estado en que se encuentra una semilla que no germina a pesar de poseer las condiciones necesarias para hacerlo (húmedad, temperatura, aereación, etc.); Los mecanismos causantes de la latencia pueden estar tanto en la cubierta más expuesta al medio ambiente como en los tejidos internos por lo que es importante conocer el tipo de latencia que se presenta en las semillas y con base en ésto seleccionar y aplicar los tratamientos para inducir su germinación.

El presente trabajo no obstante de poseer una importancia visible para la agronomía, posee una importancia biológica puesto que en él se establecen las bases bajo las cuales se encuentran sustentados los experimentos que de hecho es el trabajo que nosotros como biólogos debemos llevar a cabo. En éste trabajo se emplearon las semillas de las siguientes especies, Schinus molle, Cassia tomentosa, Cassia didymobotrya, Acacia farnesiana y Crataegus pubescens.

En las semillas de Schinus molle las cuales presentan latencia química, con el fin de demostrar la existencia de un falso estímulo a la germinación debido a la forma en que se instalan los testigos y establecer un tratamiento adecuado para eliminar la latencia se emplearon los siguientes tratamientos: Testigo, remojo continuo durante 1, 3 y 5 días y remojo durante 24 horas con secado; con el fin de evaluar la efectividad de los solventes para eliminar la latencia y probar la efectividad de una sustancia remojada en agua los tratamientos empleados fueron : Xilol al 10%, Alcohol al 96% ; Acetona

al 98%, Agua y una solución de KNO_3 al 0.05% (Para evaluar la efectividad del nitrato de potasio se utilizó un testigo sin tratamiento y un testigo remojado en agua).

En relación a las retamas Cassia tomentosa y Cassia didymobotrya en las cuales se presentan porcentajes importantes de semillas impermeables se probaron tratamientos de inmersión en agua caliente a diferentes temperaturas e intervalos de tiempo; 62°C , 72°C , 82°C y 92°C con intervalos de 3, 6, 9 y 12 minutos en la primera y 72°C , 82°C , 92°C a intervalos de 3, 6 y 9 minutos en la segunda, en ambas especies se empleó un testigo y un testigo con escarificación para medir el efecto de los tratamientos.

En la especie Acacia farnesiana también se presenta un problema de impermeabilidad y por lo tanto un bajo porcentaje de germinación por lo cuál se consideró el empleo de tratamientos con ácido nítrico con 3 tiempos de inmersión 75, 90 y 105 minutos, además de inmersión en agua hirviendo por 15 minutos; se dispuso de 2 testigos, un testigo con escarificado y uno sin tratamiento.

En la especie Crataegus pubescens en la cuál las semillas presentan latencia mecánica se emplearon 20 tratamientos y 2 testigos los cuales consistieron en ciclos de remojo y secado, remojo continuo con un secado final, ciclos de remojo continuo y diferentes daños a la cubierta ; se emplearon 2 testigos a uno no se le hizo nada y al otro se le quitó el endocarpio para poder medir el efecto; aunado a esto y con el fin de encontrar una metodología adecuada para detectar endocarpios vacíos, se relacionó la morfología de los endocarpios con la presencia ó ausencia de endocarpios llenos, clasificándose los endocarpios por el número de valles presentes en éstos y realizándose un análisis radiográfico en el cuál se sometieron los endocarpios a diferentes intensidades y tiempos

de exposición con el fin de encontrar el óptimo (intensidades de 15, 30 y 45 kv. a intervalos de tiempo de 7, 14 y 21 segundos).

Con respecto a los tratamientos aplicados en todas las especies . podemos decir que en Schinus molle debe tenerse cuidado en cuanto a la disposición de los testigos, hay que disponerlos cuidadosamente en el tiempo sobre todo si las semillas se embeben, cuando se emplean sustancias vía un solvente es recomendable poner un testigo en agua ó lo que se esté utilizando de solvente para poder discriminar si el estímulo se debe al solvente ó al soluto, en ésta especie no es recomendable la utilización de solventes aunque es necesaria una mayor investigación y desarrollo de experimentos al respecto.

Cuando se trabaja con semillas impermeables de Cassia tomentosa y Cassia didymobotrya, la aplicación de agua caliente es efectiva, aplicando inmersiones a 82° C de 6 a 12 minutos en la primera e inmersiones a 72° C de 6 a 9 minutos en la segunda, las germinaciones obtenidas en éstos tratamientos son altas.

En Acacia farnesiana teniendo en cuenta que fueron 2 procedencias las que se evaluaron, se encontró que para la procedencia de Palo Blanco el agua caliente produjo mejores resultados y para la procedencia de General Cepeda la inmersión en ácido fué significativamente superior a lo obtenido en el resto de los tratamientos.

Finalmente en Crataegus pubescens la mejor germinación se obtuvo con el tratamiento de eliminación del endocarpio y los tratamientos de remojo tuvieron poco efecto, el análisis radiográfico nos indicó que las exposiciones por 14 y 21 segundos a una intensidad de 30 kilovolts fueron las óptimas para una identificación precisa de las estructuras; los endocarpios que presentaron 2 valles registraron un mayor porcentaje de endocarpios llenos, mientras que los endocarpios con 4

valles registraron el menor porcentaje de endocarpios llenos.

Como conclusión general del trabajo podemos decir que en todas las especies trabajadas es necesario emplear un tratamiento para eliminar el problema de la latencia y obtener un incremento en la germinación, es importante la utilización de testigos adecuados para poder medir el efecto de los tratamientos.

INTRODUCCION GENERAL

El mecanismo de propagación de las espermatofitas básicamente el sexual son las semillas; en ocasiones no conviene hablar tanto de semillas sino más bien de unidades de dispersión ó propágulos puesto que muchas semillas se hacen acompañar por otros tejidos que pueden ser del fruto ó de sus partes florales, éstas estructuras son parte integral de esa unidad de dispersión y la protegen del medio ambiente.

Las semillas con frecuencia manifiestan un fenómeno conocido como latencia el cuál en términos generales es un abatimiento de las funciones metabólicas, que se puede dar por 2 vías: 1) Las condiciones ambientales son desfavorables ya sea por bajas temperaturas, falta de oxígeno, humedad etc; cuando el ambiente es el causante de que las semillas germinen se emplea el término quiescencia. 2) Cuando las plantas disponen de un mecanismo que le impida germinar aunque las condiciones sean buenas para lo cuál se emplea el término latencia.

El fenómeno de la latencia se puede definir como el estado en el que se encuentra una semilla que no germina a pesar de poseer las condiciones necesarias para hacerlo (húmedad, temperatura, aereación). Los mecanismos causantes de la latencia pueden estar tanto en la cubierta más expuesta al medio ambiente como en los tejidos internos, por lo que es importante conocer el tipo de latencia que se presenta en las semillas y con base en ésto seleccionar y aplicar los tratamientos para inducir su germinación.

La latencia causa varios problemas al hombre pues se desperdicia semilla que es cara y tiene que comprarse mucha semilla porque se

presentan bajos porcentajes de germinación causando una derrama económica importante, además si las semillas tardan mucho en germinar van a estar en desventaja con las malezas y plantas parásitas debido a que éstas presentan altos y rápidos porcentajes de germinación, además de no requerir condiciones controladas para su desarrollo y ese tiempo se tiene que pagar de riego y de labores.

El empleo de tratamientos es indispensable para propagar por semilla, especies de importancia económica y obtener así un mayor aprovechamiento de éste recurso; sin la aplicación de éstos, se obstaculizarían muchas labores como: la siembra, trasplante, injertos y control de malezas entre otras. Por ello en éste trabajo se pretende incursionar en el empleo de diversos tratamientos con base en el tipo de latencia presentada por cada especie en sus semillas.

Debido a que el presente trabajo incluye una parte importante de revisión bibliográfica y la descripción de varios experimentos, se le ha dividido en capítulos interconectados, pero formalmente independientes.

En el presente trabajo se toma en consideración que el análisis de la germinación, presenta problemas en cuanto a la forma de como disponer los testigos y en cuanto a las variables que deben analizarse; es por ello que se parte de un extenso marco conceptual, cuyo desarrollo fué previo a la realización de los experimentos.

Lo referente a ésta parte se presenta en las secciones denominadas: Conceptos sobre latencia de semillas y tratamientos para eliminarla; y análisis de la germinación.

Este se presenta en forma independiente para cada una de las

especies trabajadas desarrollando los puntos referentes a Resumen ,
Introducción, Antecedentes, Metodología , Resultados, Discusión y
Conclusiones.

El presente trabajo consistió de los siguientes experimentos:

- 1) Falso estímulo a la germinación de semillas de Schinus molle.
- 2) Influencia del nitrato de potasio y de solventes orgánicos sobre la germinación de Schinus molle.
- 3) Ruptura de la latencia de semillas de Cassia tomentosa mediante inmersión en agua caliente.
- 4) Ruptura de la latencia de semillas de Cassia didymobotrya mediante inmersión en agua caliente.
- 5) Ruptura de la impermeabilidad de Acacia farnesiana mediante ácido nítrico.
- 6) Germinación de Crataegus pubescens mediante la influencia de tratamientos de remojo.

Los dos primeros experimentos fueron de orden metodológico en cuanto a la disposición de testigos en el tiempo y cuando se emplean sustancias que están involucrando a un solvente; los experimentos restantes son más aplicativos y en ellos se procuró encontrar los tratamientos óptimos para cada especie dependiendo del problema de latencia presente en sus semillas.

En la presente Introducción se muestra en forma esquemática (Cuadro 1) los nombres, problemas y usos de las 5 especies trabajadas.

Con el fin de evitar la repetición de algunos conceptos, se presentan las consideraciones metodológicas bajo las cuales se desarrolló el trabajo práctico ; dichas consideraciones anteceden la exposición de los experimentos realizados.

En cuanto a la literatura empleada ésta se dispuso en forma independiente en cada uno de los capítulos.

OBJETIVO GENERAL.

El objetivo general de éste trabajo fué buscar los métodos de disposición de testigos y de medición de la germinación que nos permita evaluar adecuadamente el efecto, así como encontrar los mejores tratamientos para la ruptura de la latencia en diferentes especies dependiendo del tipo de latencia presente en sus semillas.

Cuadro 1.1 Especies utilizadas, nombre vulgar, problema que presentan y usos.

Especie Acacia farnesiana.

Nombre vulgar	Problema	Usos
Hulzache	Los tratamientos con calor no han sido efectivos, para eliminar la impermeabilidad sin matar las semillas por lo que se consideró el empleo de ácidos.	alimenticio, industrial, reforestación, perfumería y médico.

Especie Crataegus pubescens

tejocote	Se evaluó la posibilidad teórica de que el remojo y secado puede acortar el tiempo de latencia.	alimenticio, refoerestación, mejoramiento de frutales, Industria química farmaceutica y médica.
----------	---	---

continúa....

Continuación del cuadro 1.1.

Especie Schinus molle.

Nombre vulgar.	Problema	Usos.
pirú	Se evaluó la posibilidad teórica de eliminar la dormición química mediante solventes orgánicos. Se evaluaron también estrategias para disponer los testigos en el tiempo cuando se utiliza un tratamiento en cuya aplicación puede realizarse la germinación de la semilla. Se demostró experimentalmente la utilidad de incluir testigos que únicamente se hayan tratado, con el solvente, cuando se hacen tratamientos con reguladores de crecimiento. No se espera que tengan efecto.	Industrial, reforestación, médico.

continúa.....

Continuación del cuadro 1.1.

Especie Cassia tomentosa

Nombre vulgar	Problema	Usos
retama de tierra calien te.	En viveros de Iztapalapa ha presentado problemas para germinar. No se en- contró ninguna referencia bibliográfica.	Ornamental y medicinal.

Especie Cassia didymobotrya

moco de chillo te.	En viveros de Iztapalapa ha presentado problemas para germinar. No se en- contró ninguna referen- cia bibliográfica.	Ornamental.
-----------------------------	--	-------------

CONSIDERACIONES METODOLOGICAS GENERALES

Tipo de siembra y sustrato

Las siembras se realizaron en cajas de petri de vidrio de 9 cm. de diámetro . El sustrato empleado dependió del tiempo de observación requerido lo cual estuvo dado por la especie. Cuando los experimentos tuvieron una duración de un mes o menos se usó un disco de papel filtro; si el período fué mayor se utilizó una capa de arena silica de 1 cm. de espesor ésto es debido a que la arena retiene por mayor tiempo el agua. Ambos sustratos se aceptan internacionalmente para pruebas rutinarias de germinación (Moreno, 1984).

Las cajas de petri se prepararon con su sustrato y se procedió a su esterilización en autoclave a 2 libras de presión por una hora.

Unidad y diseño experimental.

En cada caja de petri estéril se colocaron 50 semillas seleccionadas al azar de las colecciones disponibles, de cada tratamiento se realizaron 4 repeticiones. Las cajas de petri se distribuyeron en las incubadoras siguiendo el diseño de bloques al azar o completamente al azar dependiendo de los requerimientos técnicos de los tratamientos que se aplicaron.

Incubación.

Las cajas de petri se depositaron en una germinadora Seedburo modelo 1500 ajustada a una temperatura constante de 22^oC. Debido a que las puertas de la incubadora son transparentes las siembras tuvieron una iluminación natural (por aproximadamente 12 horas) y una humedad relativa de aproximadamente 70% . Las siembras se repartieron en charolas con 16 cajas de petri, éstas charolas tuvieron un arreglo vertical. La temperatura usada estuvo dada porque es la temperatura que se emplea en las siembras rutinarias del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del D.F. que es la Institución que facilitó el equipo.

Evaluaciones:

Durante la duración de los experimentos se contó diariamente el número de semillas germinadas; se consideró una semilla germinada cuando emitió una radícula de 1 cm. de longitud.

Al término de los experimentos las semillas se partieron para examinar sus tejidos internos y se clasificaron en duras firmes y muertas (Ramírez y Camacho, 1987).

En los casos en que fue difícil distinguir entre semillas firmes y muertas se empleó la prueba de Tetrazolium utilizando un vitascopio; se utilizó una solución de 1.5% de ésta sustancia en la cual las semillas permanecieron por una hora; el reactivo utilizado fue Chloride 2,3,5 - Trifenil tetrazolio (IUPAC) el cuál tinte de rojo los tejidos vivos (Hartmann y Kester, 1971).

Se consideraron semillas firmes aquellas que se tñieron de color rojo intenso y las muertas fueron aquellas que permanecieron sin tñirse.

Análisis estadístico:

Con los datos de las evaluaciones realizadas durante el experimento se determinó:

Días medios a la germinación; Desviación típica del tiempo a la germinación y Valor germinativo de Maguire (Morales y Camacho, 1985). Al término del experimento se determinaron los porcentajes de semillas germinadas, duras, firmes y muertas.

Para cada variable se hizo un análisis de varianza, en caso de que el experimento fuera factorial se calcularon las sumas de cuadrados de los factores y las interacciones. De acuerdo con las significancias obtenidas se efectuó la prueba de Tukey al nivel 0.05 (Reyes, 1978).

Cuando no se presentan gráficas de germinación acumulada a través del tiempo se establecieron mediante correlación las relaciones del valor germinativo con el tiempo a la germinación, La uniformidad germinativa y el porcentaje de germinación.

El estado de las semillas al término de un experimento se representó mediante el método gráfico descrito anteriormente (Mott y Mackeon, 1977). En las figuras se señaló la importancia de las diferencias estadísticas, también se realizó el análisis de efectos

mediante el método de Ramírez (1985) modificado como se expone en el presente trabajo. Para lo anterior se dispuso un testigo sin latencia; que en caso de tratarse de semillas impermeables se les cortó una parte de la testa del lado opuesto a la ubicación de la radícula (Rolston, 1978).

Cuando se consideró conveniente resaltar las sinuosidades que se presentaron en el proceso germinativo se utilizaron gráficas de germinación acumulada.

BIBLIOGRAFIA

Hartmann, H. T. y Kester D. E. 1971. Propagación de plantas; principios y prácticas, Trad. Marino A.A. CECSA. México. 809 pp.

Morales, V. G. y Camacho, M. F. 1985. Formato y recomendaciones para evaluar germinación. III Reunión Nacional de plantaciones. Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos (48); pp 123-138.

Moreno, M. E. 1984. Análisis físicos y biológicos de semillas agrícolas. Dir. Gral de Pub. UNAM. México pp 179-184.

Mott, J. J and G. Mckeen 1977. Effect of heat treatments in breaking hardseededness in four species of Styiosanthes . Seed physiology and Technology 7 (1) 15-25 pp.

Ramírez, O. G. 1985. Ruptura de la latencia de diferentes semillas de leguminosas mediante tratamientos con agua caliente. Tesis .Prof. Biólogo Fac. Ciencias. UNAM 103 pp.

Ramírez, O. G. y Camacho, M. F. 1987. Tratamientos de semillas latentes de plantas de importancia económica Biología 6 (1-4); pp 36-42.

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

CONCEPTOS SOBRE LATENCIA DE SEMILLAS Y TRATAMIENTOS PARA ELIMINARLA.

RESUMEN.

Se hace revisión bibliográfica acerca del fenómeno de latencia, encontrándose que se puede dividir en tipos con base en los mecanismos que la causan y las condiciones requeridas para eliminarla. Se analiza su importancia haciendo énfasis en la influencia que tiene sobre las labores de cultivo y se hace una descripción de los tratamientos que se han empleado para eliminarla.

CONCEPTOS SOBRE LATENCIA

Según Camacho (1987) en el idioma castellano se han usado las palabras: dormancia, dormición, latencia, letargo, reposo y vida latente; para referirse a la ausencia o inhibición del crecimiento vegetal y de la germinación en particular.

Como latencia se entiende 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 (Salisbury y Ross 1978) .

El término- quiescencia - se emplea para referirse a la falta de germinación debida a un medio ambiente desfavorable para ella.

Hay autores que llaman semillas no latentes a las que están en quiescencia , en este trabajo se llamará a dichas semillas quiescentes para indicar la causa de la falta de germinación .

Se puede afirmar que en las poblaciones de semillas hay latencia cuando su germinación tiene una o más de las siguientes características (Camacho, 1987) :

1) Es incompleta pues una parte de las semillas que las componen permanecen mucho tiempo firmes, o sea que se embeben pero no germinan ni se pudren; o bien permanecen duras, esto es que ni siquiera se embeben.

2) Es lenta debido a que las semillas individualmente o en conjunto tardan en completar su germinación .

3) Es extremadamente sensible al medioambiente, ya que para realizarse requiere de condiciones determinadas de iluminación, temperatura o composición de la atmósfera entre otros factores.

CAUSAS Y TIPOS DE LATENCIA

De acuerdo con Nikolaeva 1977 los mecanismos causantes de la latencia pueden estar tanto en las cubiertas más externas al medio ambiente como en los tejidos internos, ésta autora, propuso una clasificación de tipos de latencia fundamentada tanto en el mecanismo inhibitorio presente como en las exigencias para eliminarlo (Cuadro 4) .

Del análisis del trabajo se tiene que los mecanismos causantes de la latencia son :

- a) Impermeabilidad al agua.
- b) Baja permeabilidad a los gases.
- c) Resistencia mecánica al crecimiento del embrión.
- d) Permeabilidad selectiva a los reguladores del crecimiento.
- e) Bloqueos metabólicos .
- f) Presencia de inhibidores.
- g) Embriones rudimentarios.
- h) Adquisición de mecanismos inhibitorios.

A continuación se presenta un extracto de la descripción de los tipos de latencia tomado de Ramírez y Camacho (1987).

Latencia física.

Se debe a la presencia de una cubierta impermeable al agua que debe ser perforada para que se realice la germinación ;ejemplos de especies con latencia física son: Prosopis juliflora (mezquite) y Leucaena leucocephala (guate). La germinación se estimula artificialmente aplicando inmersiones en agua caliente, ácidos , o bien con el lijado de la testa entre otros métodos .

Latencia química.

La cubierta más expuesta al medio ambiente contiene sustancias solubles en agua que inhiben el crecimiento vegetal, las cuales se denominan inhibidores;para que la germinación ocurra se requiere que dichas sustancias sean eliminadas junto con el tejido que las contiene o sea, lixiviadas por el agua , lo cuál puede lograrse eliminando toda la cubierta manual ó mecánicamente, aunque es más fácil remojar las semillas en agua, de preferencia corriente.

Un ejemplo bien conocido de semillas con latencia química son las de Tectona grandis, otro las de Schinus molle (piró).

Latencia mecánica.

Cuando una semilla presenta una cubierta gruesa y dura como lo es el endocarpio, el letargo puede atribuirse a que la cubierta opone una resistencia mecánica al crecimiento del embrión. No obstante de que

esto es una posibilidad teórica aceptable, se citan casos en que el bloqueo de la germinación no se debe tanto a la dureza de la cubierta como a su contenido de inhibidores y al obstáculo selectivamente permeable que opone a la lixiviación de los contenidos en sus tejidos internos:

Para eliminar el efecto inhibitorio de una cubierta dura se puede aplicar la estratificación cálida, que consiste en colocar las semillas dentro de un sustrato como por ejemplo arena no esterilizada y suficientemente húmeda para que las semillas se embeban, todo esto se incuba a temperaturas mayores de 10 ° C. otro método efectivo consiste en remojar las semillas después de secarlas, esto se repite de dos a cuatro veces dependiendo de la especie. (Fairlamb y Davidson 1976).

Latencia morfológica.

En muchas especies el retraso de la germinación puede resultar de la presencia de un embrión rudimentario, o sea poco desarrollado o no diferenciado en el momento en que la semilla madura. Es una característica de las especies que no dependen del período transcurrido desde la fertilización hasta la maduración de las semillas.

Para que la germinación se realice se requiere que el embrión haya completado su desarrollo, lo cual puede acelerarse artificialmente con aplicación de estratificación cálida u hormonas vegetales. Elaeis guineensis (palma de aceite africana) como otras palmeras presenta latencia morfológica, asimismo los embriones de semillas de los géneros Anona y Magnolia son rudimentarios.

Latencia fisiológica.

En este caso la inhibición es resultado de cubiertas poco permeables a los gases y bloqueos metabólicos en el embrión. Este es el tipo de latencia más estudiado, las manifestaciones de este tipo de latencia van desde casos como Lactuca sativa (lechuga) en donde la inhibición sólo se presenta en semillas recién cosechadas, ciertas temperaturas altas y en ausencia de luz, mientras que en otros como Acer tataricum (abedul) la inhibición es tal que sólo se elimina cuando las semillas se someten varios meses a enfriamiento en condiciones húmedas, que consisten en que las semillas permanezcan embebidas en un substrato y a temperaturas menores de 10° C .

La germinación se estimula artificialmente con el enfriamiento en condiciones húmedas o con la aplicación de reguladores de crecimiento, en algunos casos puede ser útil el empleo de inhibidores de la respiración. Los tipos de letargo expuestos pueden combinarse y para obtener la germinación resulta necesario la combinación de los tratamientos.

Por otra parte la latencia fisiológica puede profundizarse e incluso semillas quiescentes pueden adquirirla bajo condiciones de baja aereación, altas temperaturas, almacenamiento prolongado o una prolongada exposición a la radiación rojo lejano entre otras causas. Este fenómeno se conoce como latencia secundaria (Nikolaeva, 1969).

IMPORTANCIA DE LA LATENCIA

En las semillas latentes para que se realice la germinación es necesario que los mecanismos fisiológicos que la inhiben sean eliminados , lo cual ocurre bajo la influencia de ciertos eventos ambientales que no siempre corresponden a las exigencias de las semillas quiescentes para germinar. Este requisito previo para la germinación tiene de acuerdo con la revisión de Camacho ,1987 el siguiente significado adaptativo :

1) Los eventos mencionados son frecuentemente señales de que el lugar y el momento son adecuados para la germinación y desarrollo de las plántulas por un periodo lo suficientemente largo como para que se realice el establecimiento o la reproducción.

2) Permite que las plantas dispongan de un banco permanente de semillas viables en el suelo dispuestas a germinar tan pronto como el ambiente sea propicio lo cual es necesario para aprovechar las oportunidades de colonizar áreas en que la vegetación ha sido alterada.

3) La germinación de estos bancos se reparte en varios años o estaciones de crecimiento, lo cual es necesario; pues se pueden presentar las señales mencionadas sin que lo hagan condiciones que favorezcan el crecimiento .

4) Incrementa las posibilidades de que las semillas se dispersen alejadas de la planta que las produjo; en pocas palabras la latencia preserva la viabilidad de las semillas porque impide que la

germinación se haga en forma indiscriminada, es decir permite que las plantas la programen.

Para entender lo anterior hay que considerar las estrategias germinativas (Camacho, 1987) que son :

a) Cuando el medio es muy desfavorable para el crecimiento la germinación se realiza sólo si hay buenas posibilidades de que las plantas producidas lleguen a la madurez reproductiva.

b) Se pospone la germinación del fin de una estación de crecimiento para el principio de la siguiente para esquivar un periodo con condiciones meteorológicas desfavorables para el crecimiento.

c) Se dispone de mecanismos fisiológicos que permitan retrasar la germinación hasta una mejor oportunidad, si las condiciones del microhábitat indican que no sobrevivirán las plántulas; las semillas que requieren luz tienen ésta estrategia pues si están tan enterradas que los tallos no alcanzarían a salir del suelo, la germinación se pospone hasta que algún evento coloque las semillas cerca de la superficie del suelo (Camacho, 1987).

d) Que las exigencias para eliminar los mecanismos inhibitorios de un mismo lote sean variables y permitan que sólo una parte de las semillas de una misma producción germinen bajo una condición ambiental particular.

e) Que la germinación se realice rápida y completamente en un amplio intervalo de condiciones ambientales; éste es el patrón

germinativo de las semillas quiescentes entre las que se encuentran muchas de las cultivadas en las que los cuidados del hombre substituyen los mecanismos naturales para asegurar la supervivencia.

No obstante, las semillas latentes no permiten provechar al máximo la capacidad germinativa de los lotes y dificultan las labores de siembra por lo lento e incompleto de su germinación. Además, frecuentemente se requiere de tratamientos caros, largos, peligrosos o complejos para que puedan germinar (Camacho, 1987).

La latencia tiene un papel importante en la adaptación de las plantas al medio ambiente; su presencia obedece a mecanismos fisiológicos que varían con la especie y tienen la función de repartir en el tiempo y el espacio la germinación de la población de semillas. La anulación de éstos mecanismos inhibitorios requiere que ocurra un evento ambiental que indique que las condiciones del medio son adecuadas para que las plantas producidas tengan una probabilidad alta de alcanzar a reproducirse (Khan, 1977).

Un aspecto importante por estudiar en las semillas latentes son los tratamientos que deben aplicarse con el fin de propagar por semilla especies de importancia económica y leguminosas forrajeras ya que sin la aplicación de los tratamientos se obstaculizan muchas labores de siembra, transplante, injerto y control de malezas entre otras debido a lo lento y poco uniforme de la germinación, además se tendría frecuentemente un establecimiento limitado del cultivo en el campo por lo bajo de los porcentajes obtenidos lo cual implica un desperdicio enorme de semilla.

APLICACION DE TRATAMIENTOS PARA ELIMINAR LA LATENCIA

El principal problema que se tiene con las semillas latentes es la de elegir el mejor tratamiento para estimular la germinación con el fin de :

1)Aprovechar al máximo la capacidad de un lote para producir plantas.

2)Lograr una germinación rápida completa y uniforme que facilite las labores y ayude al establecimiento del cultivo.

3)Disminuir la magnitud de la contaminación de suelos agrícolas con semillas de malezas y plantas parásitas induciendo su germinación para destruir las plántulas resultantes por medios mecánicos,químicos o por la ausencia de hospedantes (Camacho,1987).

Para entender a qué se pretende llegar cuando se intenta establecer un tratamiento para estimular la germinación de semillas latentes es necesario decir que éste consta de :

a)Un método o tipo de tratamiento definido por el material requerido para aplicarlo,las condiciones ambientales proporcionadas o el efecto que tiene sobre las semillas.

b) Una variante pues la mayoría de los tratamientos pueden aplicarse en más de una forma y su efectividad en muchos casos puede depender de ésta.

c) Una intensidad que es la magnitud con la que actúan los factores que determinan el efecto del tratamiento sobre la viabilidad y la latencia de las semillas.

Se tienen los siguientes métodos para establecer el tratamiento requerido para eliminar la latencia en las semillas de una especie.

a) Evaluación del efecto de varios tratamientos sin conocer el tipo de latencia presente, generalmente se prueban pocas intensidades de cada tratamiento. Estos trabajos se fundamentan evidentemente en que al probar varios métodos de tratamiento es posible que alguno de ellos elimine el mecanismo inhibitorio presente.

b) Evaluación de varias intensidades de pocos tratamientos que se sabe que eliminan o pueden eliminar el tipo de latencia presente, es frecuente que en éste tipo de trabajos se prueben tratamientos o variantes de éstos que tengan ventajas desde un punto de vista práctico, económico o ayuden a entender los mecanismos de pérdida de latencia (Camacho, 1987).

Entre los trabajos realizados con éste método son frecuentes los que consisten en evaluar un mismo intervalo de intensidades de un tratamiento en varias especies con un mismo tipo de latencia. Los que permiten establecer los lineamientos generales de alguna variante. Como ejemplo se puede citar el trabajo de Crawford 1977 quien logró establecer los niveles en que el tratamiento con microondas estimula la germinación y en los que es perjudicial para la semilla de varios cultivares de Trifolium y Medicago.

El primer método tiene aparentemente la ventaja de no requerir conocer el tipo de latencia, pero ésta en realidad es una seria limitante pues por una parte se hace trabajo inútil al probar tratamientos que no pueden contrarrestar el mecanismo inhibitorio presente, por otra en caso de que un tratamiento no estimule la germinación no se le puede desechar pues no se sabe si éste se debe a que no podía contrarrestar los mecanismos inhibitorios presentes o a que le faltó intensidad. Finalmente, si un tratamiento estimula la germinación no se garantiza que sea la opción más conveniente desde un punto de vista práctico y económico (Ramírez y Camacho, 1987).

Con fundamento en lo dicho hasta aquí se pueden proponer los siguientes criterios para elegir los tratamientos a probar en las semillas latentes de una especie:

a) La posibilidad teórica de que un tratamiento o variante pueda eliminar los mecanismos inhibitorios presentes.

b) Consideraciones acerca de la conveniencia práctica y económica de un tratamiento, en general puede decirse que es mejor elegir los que no requieran aparatos o sustancias caras o difíciles de conseguir, son convenientes los tratamientos a corto plazo que no requieran de un substrato voluminoso, un estricto control de temperatura y que dejen las semillas secas; todo lo cual facilita las labores y el almacenamiento.

La elección del tratamiento es un problema experimental en el cual se está determinando la efectividad para eliminar la latencia; de

éstos criterios surgen dos problemas: La identificación de los tipos de latencia y la forma de medir la efectividad de los tratamientos.

La identificación de los tipos de latencia se ha tratado de efectuar mediante la anatomía y morfología de las semillas, el grupo taxonómico al que pertenece la especie, el clima que tiene, el hábitat y la aplicación de diversos tratamientos; todo esto no siempre permite identificar con seguridad el tipo de latencia presente pero brinda alguna información (Camacho, 1987).

La identificación del papel de las partes de la semilla en la germinación es el camino más recomendable para tratar el problema planteado, el método fue expuesto por Nikolaeva 1969 y consiste en hacer siembras en cajas de petri con papel o arena de semillas intactas y de semillas con cada una de las cubiertas eliminadas o dañadas hasta llegar al embrión extraído, los experimentos se hacen tanto a temperaturas óptimas para la germinación (oscilantes) de 10 a 20° C como a temperaturas óptimas para el enfriamiento en húmedo oscilantes de 0 a 10° C).

Paralelamente se obtienen datos acerca de la imbibición y respiración de las semillas sin cada una de las cubiertas, también se evalúa el efecto inhibitorio de los extractos acuosos de cada una de las cubiertas sobre los embriones extraídos o bien sobre semillas de otras especies. Finalmente, se observa el desarrollo de los embriones extraídos germinados cuando se les transplanta al suelo (Camacho, 1987).

Este método permite tanto la identificación de las partes de la semilla que inhiben la germinación como de la propiedad por la cual lo

hace; una alternativa que merece estudiarse más a fondo es la identificación de mecanismos que inhiben la germinación mediante el efecto que tiene dañar de diferentes maneras la cubierta. Se ha propuesto que pinchar una cubierta únicamente elimina su impermeabilidad ; debilitarla mediante cortes en donde emerge la radícula o abrirla por presión elimina tanto la impermeabilidad como la resistencia mecánica y el obstáculo a la lixiviación de inhibidores contenidos en el interior pero no elimina el efecto de los inhibidores presentes en la cubierta, para ello se requiere quitarla por completo; así una semilla en la que pincharla estimula la germinación tanto como quitar la cubierta debe considerarse que ésta es impermeable, si lo es al agua se tendrán semillas duras; cuando pinchar la semilla no estimula la germinación y debilitarla elimina la latencia también como quitarla, la propiedad inhibitoria presente es la resistencia mecánica al crecimiento del embrión y / o impermeabilidad al paso de reguladores de crecimiento; si lo único que estimula la germinación es quitar la cubierta ésto se debe a la presencia de inhibidores (Camacho, 1987).

En cuanto a la medición de la efectividad de los tratamientos para eliminar la latencia, no conviene evaluar considerando únicamente el porcentaje de germinación; hay que determinar la cantidad de semillas latentes y muertas que quedan al término de los experimentos, así como la velocidad con que ésta se realiza (Atwater, 1980; Brant et. al. 1971; Czabator, 1962; Djavanshir y Pourbeik, 1976; Maguirre, 1962; Orchard, 1977 y Timson, 1965).

TRATAMIENTOS PARA ELIMINAR LA LATENCIA

A continuación se describen algunos métodos usados para eliminar la latencia; el texto se extrajo de Camacho, 1987 mientras no se refiera a otros autores.

En el cuadro 2.1 aparecen las claves de los tratamientos descritos; también se presenta en que tipos de latencia han demostrado ser útiles (Cuadro 2.2), así como sus ventajas y limitaciones (Cuadros 2.3 y 2.4).

Tratamientos con agua.

Remojo.

La lixiviación de los inhibidores puede lograrse mediante un periodo de remojo continuo en agua o alternando éste con periodos de secado, presenta dos modalidades: a) remojo continuo b) ciclos de remojo y secado: el remojo y secado elimina la FI (latencia fisiológica leve) para evitar que las semillas emitan la radícula en el agua se usan soluciones de manitol, polietileno, glicol y fosfato de potasio.

Los ciclos de remojo y secado pueden debilitar una cubierta dura además de lixiviar los inhibidores pues las tensiones que provoca el humedecimiento y la pérdida de humedad pueden incluso abrir el endocarpio (Fairlamb and Davidson 1976; Wilan, 1984).

Agua fría ó tibia:

El empapado de la semilla de Acacia en agua a menos de alrededor de 40° C resulta eficiente en provocar la germinación sólo en aquellas

semillas que ya tienen un tegumento permeable (semillas blandas). Es común encontrar una pequeña proporción (< 10 %) de semillas blandas en lotes de semillas de Acacia pero algunas especies tienen una elevada proporción de semillas blandas si fueron cosechadas antes que las vainas se secaran; sin embargo la mayoría de las semillas desarrolla la impermeabilidad a medida que maduran sobre el árbol o durante su almacenamiento posterior.

Agua hirviendo.

Una práctica frecuentemente seguida es la de sumergir la semilla en cuatro- diez veces su volumen de agua hirviendo (100° C), retirar el calentador , y dejar que las semillas se embeban en el agua que va enfriándose progresivamente, durante 12 a 24 horas; este método es de uso generalizado, pero puede dar resultados erráticos; este método parece dar mejores resultados con Acacias Australianas que con la mayor parte de las especies Africanas. Con las Acacias de Africa es frecuente y es más efectivo el pretratamiento con ácido sulfúrico concentrado.

Agua caliente.

Este tratamiento esteriliza la superficie de las semillas, la temperatura y duración del tratamiento son los factores que determinan su efecto sobre la impermeabilidad y viabilidad de las semillas y puede realizarse en tres variantes: a las camas de siembras; Inmersión larga (12 a 48 horas) e Inmersión corta (3 a 15 minutos). Para varias Acacias Australianas es eficiente la sumersión de las semillas a 80° C durante 1-10 minutos.

Otros tratamientos húmedos.

En escala de laboratorio se han empleado etanol, metanol, y acetona para tratamientos de semillas de Acacia pero con resultados variables (Cavanagh 1980) y puesto que tienen limitada ventaja sobre el tratamiento con agua no parece probable que lleguen a ser empleados en forma extensiva.

Enfriamiento en húmedo.

Consiste en poner las semillas de modo que permanezcan húmedas con buena aereación y a bajas temperaturas; las modalidades para aplicar el tratamiento son : a) Sin sustrato : las semillas bien escurridas se colocan dentro de bolsas de polietileno; b) Con medio : las semillas se colocan rodeadas por un sustrato que puede ser arena, musgo, perlita, vermiculita, o turba; c) Siembra directa en otoño : Las siembras se hacen directamente en almácigos o en el suelo del vivero durante el otoño y las semillas germinan en la primavera del año siguiente.

Congelamiento.

Este tratamiento estimula la germinación de semillas con F1 de algunas especies en las cuales hace subir la germinación alrededor del 50 % . presenta dos modalidades : gases líquidos y refrigeración.

Escarificación en ácido.

El embebido en ácido sulfúrico concentrado es el método más común para el tratamiento de las semillas de Acacia. El efecto sobre el tegumento de las semillas es similar al del hervido prolongado y el tegumento queda flojo y perforado superficialmente.

El que sigue es un procedimiento para la escarificación ácida, según Bonner et al. (1974) :

a) Hacer que la semilla llegue a temperatura del aire y asegurarse que la superficie de la semilla sea seca.

b) Sumergir completamente la semilla dentro del ácido no diluido (1.200 ml por Kg de semillas) durante el periodo requerido. El tratamiento se desarrolla mejor a 20-27⁰ C ; temperaturas más bajas requerirán tiempos de imbibición más largos.

c) Retirar las semillas del ácido, lavarlas inmediatamente y muy bien en agua corriente fría durante 5 a 10 minutos para eliminar toda traza de ácido. Emplear una gran cantidad de agua al inicio del lavado y revolver con cuidado.

d) Desparramar la semilla sobre una superficie de secado en un estrato delgado, a menos que se prefiera sembrar mientras está húmeda.

Escarificación física.

La escarificación tiene por finalidad lijar el tegumento de la semilla para permitir la absorción de agua. la escarificación física puede hacerse a mano, especialmente para fines de laboratorio, o empleando máquinas diseñadas especialmente.

Escarificación manual.

Perforar, astillar, mellar o lijar la testa de semillas individuales con agujas montadas, con cuchillo, lima de mano ó papel de lija es una técnica especialmente adaptada para pequeñas cantidades de semilla. Es suficiente escarificar el dorso de la semilla a un cuarto de la distancia desde el micrópilo a lo largo de la circunferencia (ISTA, 1980) ó remover un milímetro cuadrado del tegumento de la semilla en la extremidad del cotiledón (Maguirre, 1962).

Escarificación mecánica.

Existe en el mercado una cantidad de máquinas que funcionan según el principio de revolver o aventar la semilla dentro de un tambor o mezclador recubierto con una superficie abrasiva.

Otros tratamientos en seco.

Calentamiento en seco.

Este tratamiento consiste en incrementar la temperatura de las

semillas durante cierto tiempo colocándolas sobre una plancha térmica o dentro de un horno presenta dos modalidades: hornos u otros dispositivos y quemado de paja sobre almácigos.

Almacenamiento en seco.

En este tratamiento las semillas están secas y bien ventiladas y no emplea refrigeración presenta dos modalidades : Sin control de temperatura y con control de temperatura.

Atmósfera controlada.

Una forma de aumentar la concentración de CO₂ es hacer germinar las semillas dentro de una bolsa cerrada de polietileno.

Energía de microondas.

Se trata de una técnica de reciente desarrollo por la cual las semillas se calientan con energía de microondas; grandes cantidades de semillas pueden ser tratadas con tiempos de exposición desde 20 segundos hasta 4 minutos. la técnica tiene un efecto similar al de agua hirviendo; pero las semillas se mantienen secas.

Aceptores de electrones.

Compuestos como el azul de metileno, cloruro de trifenil tetrazolio, nitratos, nitritos y peróxido de hidrógeno eliminan la FI porque actúan como reoxidantes alternos del NADPH ó inhiben la catalasa. Las sustancias que se usan son los nitratos y el agua

oxigenada. Este tratamiento presenta tres modalidades que son : aplicación al medio de siembra; remojo continuo (se han empleado soluciones de nitrato de potasio del 1 al 4% en que las semillas se remojan por 24 horas antes de sembrarlas) y ciclo de remojo y secado.

Cáusticos.

Estos tratamientos se han recomendado para estimular la germinación de las plantas que tienen semillas con cubiertas duras; otros consideran que su efecto se relaciona con la aportación de iones los que pueden favorecer la actividad de la vía de las pentosas.

Se han utilizado los ácidos a concentraciones bajas y han resultado útiles el nítrico, cítrico, clorhídrico, sulfúrico e incluso la sosa se presentan dos alternativas : Inmersión y método de la pila.

Control de luz y temperatura.

Este tratamiento presenta dos modalidades fecha de siembra y con equipo especial; en el laboratorio con equipo especial se pueden obtener temperaturas y fotoperíodos que favorezcan la germinación de semillas con Fl. En el campo estas condiciones pueden lograrse al sembrar en una época determinada del año y para cubrir las exigencias de luz hacer siembras superficiales .

Estratificación cálida.

Presenta dos modalidades: a) El tratamiento con medio consiste en revolver las semillas con un substrato que puede ser turba musgo ó una mezcla de arena y estiércol y ponerlas dentro de un recipiente a temperaturas mayores de 10 ° C ; es importante que el substrato empleado no esté esterilizado pues requiere de la actividad microbiana

para que el tratamiento sea efectivo. Este tratamiento proporciona condiciones óptimas para que se desarrollen los embriones; b) En el tratamiento sin medio se ponen las semillas húmedas en una bolsa de plástico bien cerrada a una temperatura de 38 a 40° C, de 48 a 60 días.

Fermentación.

La descomposición de las cubiertas sobre todo si son carnosas puede lograrse poniendo las semillas en agua o revolviéndolas con estiercol y dejándolas fermentar varios días. Los restos de las cubiertas y el estiercol se separan mediante un colador y agua a presión.

Intemperización.

Consiste en dejar las semillas varias semanas expuestas al sol y a la lluvia, es evidente que éstos tratamientos dan resultados variables pues no hay control de otros factores .

Hormonas vegetales.

Las sustancias más empleadas son las gibberelinas, las cito-cininas , cinetina, benziladenina y 6 aminopurinas, el etileno y la fucocinina. La dosificación de tratamientos hormonales se hace en partes por millón y la concentración depende de la especie el estado de las cubiertas, método de aplicación, duración del tratamiento, temperatura y mezcla de hormonas. En cuanto a los métodos de aplicación se tienen: a) Aplicación al medio: se disuelven las hormonas en un poco de alcohol, alcali o ácido y posteriormente en una

cantidad mayor de agua, con la solución preparada se hace el riego de siembra y los demás riegos se hacen con agua; b) remojo continuo: Las semillas se ponen a remojar en una solución acuosa de la hormona; c) solución en solventes orgánicos: La hormona se disuelve en acetona, etanol, éter ó metanol; se sumergen las semillas, se extraen de la solución y se deja que el solvente se evapore.

Inhibidores de la respiración.

Unicamente tienen efecto sobre la FI; son útiles tanto los inhibidores de la glucólisis como los del ciclo de Krebs y los de la fosforilación oxidativa. Los productos terminales de la fermentación también actúan como inhibidores de la respiración activando la vía de las pentosas fosfatadas.

Radiación y tratamientos sónicos.

Se ha probado la aplicación de gas, plasma, rayos infrarojos y radiofrecuencia en las semillas de varios pinos. Se han empleado también microondas, rayos x, gamma y vibración sónica (Heydecker and Coolbear 1977; Ostroshenko, 1977; Tanaka, 1976).

Las modalidades son : rayos infrarojos, radio frecuencia, radiación de alta frecuencia, radiación gas plasma, microondas, ultrasonido y radiación gamma.

Solventes orgánicos.

El efecto de los solventes orgánicos se puede atribuir a la lixiviación de inhibidores, liberación de promotores y a cambios en la permeabilidad de cubiertas y membranas.

Tiourea y compuestos sulfídricos.

El compuesto más usado es la tiourea que se puede aplicar directamente al medio de germinación en siembras de laboratorio, en soluciones acuosas de 0.2 % . También se puede emplear el remojo continuo en soluciones de 0.5 % a 3 % . Al término del remojo las semillas deben lavarse con agua corriente (Hartmann y Kester 1971; Radwan, 1976). También se han empleado soluciones con solventes orgánicos (Heydecker and Coolbear 1977).

Modalidades: al medio de germinación; remojo continuo y solución en solventes orgánicos.

Cuadro 2.1 Clave de los tratamientos descritos para eliminar la latencia y sus modalidades.

(De Camacho,1987).

Tratamientos	Clave	Modalidades
Acceptores de elec- troneg.,	A E	Aplicación al medio de siembra Remojo continuo Ciclos de remojo y secado.
Agua caliente	A C	A las camas de siembra Inmersión larga Inmersión corta
Almacenamiento en seco.	A.S.	Sin control de temperatura Con control de temperatura
Atmósfera contro- lada.	ATC	
Calentamiento en seco.	C S	Hornos u otros dispositivos. Queinado de paja sobre almácigos.
Cáusticos.	Ca	Inmersión. Método de la pila.
Congelamiento.	Co	Gases líquidos. Refrigeración.

Continuación....

Cuadro 2.1

Control de luz y temperatura.	CnLT	Fecha de siembra Con equipo especial.
Enfriamiento en húmedo.	E H	Sin sustrato o medio. Con sustrato. Siembra directa en otoño.
Escarificación mecánica.	E M	Manual. Abrasión con material suelto. Abrasión contra superficies rugosas. Percusión.
Estratificación cálida.	E C	Con medio. Sin medio.
Fermentación	F	
Intemperización.	I	
Hormonas vegetales	H	Al medio de germinación. Remojo continuo. Solución en solventes orgánicos.

Continuación

Cuadro 2.1

Inhibidores de la I R
respiración.

Remojo	R	Continuo. Ciclos de remojo y secado.
--------	---	---

Radación y tratamientos sónicos.	R y S	Rayos Infrarojos. Radio frecuencia. Radación alta frecuencia. Radación gas plasma. Microondas. Ultrasonido. Radación gamma.
--	-------	---

Solventes orgánicos.	S O	
-------------------------	-----	--

Compuestos sulfídricos.	Su	Al medio de germinación. Remojo continuo. Solución en solventes orgánicos.
----------------------------	----	--

Cuadro 2.2 Efecto de los tratamientos descritos sobre los tipos de latencia.

Tratamientos	Tipos de latencia.					
	Física	Química	Mecánica	Intermedia Leve y profunda	Morfo- Secundaria logica	
A E				+	:	
A C	+	:			:	
As		:C		+	:C	:
ATC				+		
C S	+	:		+		
Ca	+	+	:+	+		
Co	+			:+		
CnLT				+		
E H		:		+	+	+
E M	+	+	+I	+I	+I	+I

.Continuación del cuadro 2.2.

E C			+			+
F			!+			
I			!+			
H				+	C+	C+ !+
I R				+		!+
R			+	+	!+	C+
R y S	1,2,3, 4,5 y 6			1,5 y 6	!	! 17
S O			!+	+		!+
Su				+		C+

Los números se refieren a las modalidades del tratamiento (Cuadro 13)

+ Todas las modalidades eliminan el tipo de latencia.

C Se requiere combinar el tratamiento con otro para eliminar la latencia.

! El efecto es dudoso, se requiere de mayor investigación.

Cuadro 2.3 algunas ventajas de los tratamientos descritos.

Característica	Tratamiento y modalidad
1) Se puede aplicar directamente al suelo.	AEI, ACI, CS2, CnLT1, EH3, EC, HI y IR.
2) Se puede aplicar al sustrato de siembra en laboratorio.	AEI, ATC, CnLT2, EH, EC, HI, IR y Su.
3) Generalmente no se requiere de equipo especial.	AE, AC, Asl, CS2, Ca, CnLT1, EH3, F, I, H, IR, R, SO y Su.
4) Las semillas quedan secas después de su aplicación.	AE3, As, Ca, Co, EM, I, R2 y R y S.
5) Generalmente las semillas pueden secarse después de su aplicación.	AE3, AC3, Ca, H2 y 3, R.
6) Esteriliza las semillas.	AE y Ac.
7) No se requiere manejar substancias.	Ac, As, ATC, CS, Co, CnLT, EH, EM, EC, F, I y R y S.

Continuación del cuadro 2.3

Característica	Tratamiento y modalidad.
8) Las sustancias requeridas son fáciles de conseguir en comercios no especializados.	AE, Ca, SO.
9) No es forzoso controlar la temperatura.	AE, AC1, y 2 AS1, CS2, Ca2, EM, F, I, H, IR, R, SO y Su.
10) No es forzoso controlar la aereación.	AE1, AC, Ca, Co, EM, I, HI, J, IR, R y S, SO y Sul.
11) Generalmente son tratamientos que duran unos minutos.	AE1, AC1, y 3, Ca, Co, CS2, EM, HI, IR y R y S.
12) Generalmente su aplicación dura de algunos minutos a unos cuantos días.	AE2, y 3, AC2, AS2, CSI, F, H2 y 3, R, SO y Su.
13) Facilitan la germinación por dejar las semillas embebidas.	AE, AC2, EH, EC, F, HI, y 2, RI y 2 y Su.

Cuadro 2.4 Limitantes de los tratamientos descritos.

Característica	Tratamiento y modalidad.
1) Se emplean sustancias cáusticas o muy tóxicas.	Ca y IR.
2) se requiere de aparatos caros, difíciles de conseguir o hacer.	AS2, CS2, CnLT2, EM, R y S.
3) Hay que emplear equipo de refrigeración.	Co2 y EH1 y 2.
4) Hay que poner las semillas en un sustrato voluminoso.	EH2 y EC1.
5) Es importante controlar la aereación.	AS, ATC, EH, F, R y en general todos los tratamientos que incluyen remojo como: AE2, AC2, H2 y Su.
6) Es forzoso el control de la duración del tratamiento.	AE2 y 3, AC3, AS2, CSI, Ca, Co EH, EM, EC, F, H2 y 3, R, R y S SO y Su.

continua...

Continuación del cuadro 2.4.

Característica	Tratamiento y modalidad.
7) Se debe controlar además la temperatura.	AC2, AS2, CS1, Ca1, Co, EH, EC, F, R y S.
8) Es posible que no siempre se obtengan los mismos resultados.	AC1 y 2, AS1, CS2, CaLT1, EH3, F y I.
9) Hay que emplear sustancias difíciles de conseguir.	H, IR y Su.
10) Se requiere dañar las cubiertas o golpearlas.	EM y H.
11) Generalmente son tratamientos a largo plazo (más de 15 días de duración).	AS2, EH y EC.
12) Las semillas quedan embebidas y es difícil manipularlas.	AE1, AC2, EH, EC, F, H2, R1 y Su.
13) Se emplean sustancias inflamables, volátiles y tóxicas.	H3, SO y Su3.

Cuadro 2.5 Clasificación de tipos de latencia de Nikolaeva.

(1977)

SIMBOLO	TIPO DE LATENCIA	EXIGENCIAS		
		CAUSA	PARA GERMINAR	EJEMPLO
A	Tipo de latencia exógena en que la inhibición reside en las cubiertas expuestas al medio ambiente.			
Af	Física	Impermeabilidad de la testa al agua.	Perforación de la testa.	<u>Gledichia spp.</u>
Aq	Química	Presencia de Inhibidores en la cubierta.	Eliminación de la cubierta o lixiviación de inhibidores.	<u>Fraxinus rynchophylla.</u>

Continúa.....

Continuación del cuadro 2.5.

SÍMBOLO	TIPO DE LATENCIA	CAUSA	EXIGENCIAS PARA GERMINAR	EJEMPLO
Am	Mecánica	Resistencia de las cubiertas al crecimiento del embrión.	Debilitamiento de las cubiertas.	<u>Eleagnus angustifolia.</u>
B y C	Tipos de latencia endógena, en que la inhibición reside en el embrión y en ocasiones las cubiertas que están en contacto directo con éste.			
B	Morfológica.	Presencia de embriones rudimentarios.	Temperaturas y humedad que permita crecer al embrión.	<u>Elaeis guineensis.</u>

Continúa.....

Continuación del cuadro 2.5.

SIMBOLO	TIPO DE LATENCIA.	CAUSA	EXIGENCIAS PARA GERMINAR.	EJEMPLO.
C	Fisiológica.	Bloqueos metabólicos en el embrión y baja permeabilidad de las cubiertas a los gases	Como hay grandes diferencias en la profundidad, se tiene subtipos con distintas exigencias para germinar.	
CI	Fisiológica leve.	Idem. Débil	Luz, ciertas temperaturas, almacenamiento en seco, daño a cubiertas, período corto de enfriamiento en húmedo.	<u>Triticum spp.</u> <u>Impatiens</u> <u>balsamina</u>

continúa.....

continuación del cuadro 2.5.

SIMBOLO	TIPO DE LATENCIA	CAUSA	EXIGENCIAS PARA GERMINAR	EJEMPLO
C2	Fisiológica Intermedia.	Idem. Inter media.	Periodo más largo de enfriamiento en húmedo que puede acortarse al dañarse las cutículas, o con estimulantes químicos.	<u>Acer negundo.</u>
C3	Fisiológica profunda.	Idem. profunda.	Únicamente un periodo prolongado de enfriamiento en húmedo.	<u>Acer tataricum</u> <u>Malus sylvestris.</u>
B-C	Morfofisiológica.	Combinación de embriones rudimentarios con latencia fisiológica.	Combinación de períodos con temperaturas altas con períodos de enfriamiento en húmedo.	Hay subtipos.

Continuación del cuadro 2.5.

SIMBOLO	TIPO DE LATENCIA	CAUSA	EXIGENCIAS PARA GERMINAR	EJEMPLO
B-C ²	Intermedia simple.	Idem.	Un período cálido y luego uno frío.	<u>Aralia mandshurica.</u>
B-C ³	Profunda simple.	Idem.	Idem.	<u>Panax ginseng.</u>
B-C ^a 3	Profunda simple epicotilar.	Idem. con inhibición del crecimiento del tallo.	Idem	<u>Viburnum opulus.</u>
B-C ^d 3	Profunda simple doble.	Idem. con inhibición del crecimiento del tallo y la raíz.	Idem. más un período cálido para el desarrollo de la raíz y otro de frío para liberar el crecimiento del tallo.	<u>Trillium spp.</u>

Continuación del cuadro 2.5.

SÍMBOLO	TIPO DE LATENCIA	CAUSA	EXIGENCIAS PARA GERMINAR	EJEMPLO
BC-C ₂	Intermedia compleja	Idem, pero el embrión requiere baja temperatura para crecer.	Un período prolongado de enfriamiento en húmedo.	<u>Aralia</u> <u>Continen</u> <u>talis.</u>
BC-C ₃	Profunda compleja.	Idem.	Idem.	<u>Tulipa</u> <u>tarda</u>

BIBLIOGRAFIA

Atwater, 1980. Dormancy and morphology of seeds of herbaceous ornamental plants. Seed Sci. and Technol. 8 (4): 523-573.

Bonner, F. T. Maclemore, B. F. and Barnett, J.P. 1974. Presowing treatment of seed to speed germination. En Shopmeyer C. S. (Ed) Seed of woody plants in the United States Agric. Hand Book N 450 126-135 pp.

Brant, R. E. Makee, G. W. and Cleveland, R. 1971. Effect of achemical and physical treatment on hard seeds of penngift crownvetch. Crop Sci. 11: 1-6.

Camacho, M. F. 1987. Dormición de semillas. Aspectos generales y tratamientos para eliminarla. Tesis. Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. 173 pp.

Cavanagh, A. G. and Tran, V. N. 1980. Microwave treatment of Acacia seeds with particular reference to Acacia longiflora. Aust. Plant. 10 (82): 203-287.

Crawford, A.E. 1977. Phytotoxicity theshould levels of microwave treatment radiation for Trifolium and Medicago seeds. Seed Sci. and Technol. 5 (4) 671-676.

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

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

Fairlamb, J. and Davidson, J. 1976. Germination of teak seed preliminary evidence of a chemical inhibitor. En: Asawa, S. (Ed) Proceedings of a second International Symposium of Physiology of seed germination. Japón; 73-80 pp.

Hartmann, H. T. y Kester, D.E. 1971. Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad. Marino, A. A. CECSA. México. 809 pp.

Heydecker, W. and Coolbear, P. 1977. Seed Treatments for improved performance survey and attempted prognosis. Seed Sci. and Technol. 5 (3): 353-425.

ISTA, 1976. Reglas para ensayos de semillas. Trad. Martínez L. y Cols. INSPV. España 184 pp.

Khan, 1977. Preconditioning and performance of seeds En: Khan, A. A. (Ed) Physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. Elsevier/ North Holland Biomedical Press. Holanda. 283-386 pp.

Khan, 1977. Seed dormancy changing concepts and theories En : Khan A. A. physiology and Biochemistry of seed dormancy and germination. Elsevier/ North Holland Biomedical Press. Holanda. 29-49 pp.

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

Nikolaeva, G. M. 1969. Physiology of seed dormancy in seeds Trad. Shapiro S. IPST. Press. 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 50-73 pp.

Orchard, T. J. 1977 Estimating the parameters of plant seedling emergence. Seed Sci. and Technol. 5 (1): 61-69.

Ostroschenko, V. 1977.Tratamientos de preselección en semillas de coníferas. Forst. Abst. 39 (1): ref. 40.

Radwan, M. A. 1976. Germination of casahuate seed. Tree Plant. Not 27 (2): 20-23 pp.

Ramírez, O. G. y Camacho, M. F. 1987.Tratamiento de semillas latentes de plantas de importancia económica. Biología 16 (1-4): pp 36-42 pp.

Salisbury, F. B. and Ross, C. W. 1978. Plant physiology. Wadsworth.
U.S.A. 422 pp.

Tanaka, Y. 1976. Stratification and other pretreatments of Douglas fir seed nursery bed germination. En: Asakawa, S. (Ed) Proceedings of Second International Symposium on Physiology of seed germination. Japón. 163-173 pp.

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

Wilan, R. L. 1984. A guide to forest seed handling; with special reference to the tropics. DANIDA Forst. Cent. Dinamarca. 394 pp.

ANALISIS DE LA GERMINACION

RESUMEN

Se exponen las diferentes formas que se han empleado para estudiar el proceso germinativo; se relaciona el análisis gráfico con el análisis numérico mediante índices. Se encuentra que éstos últimos se pueden clasificar en particulares y generales dependiendo de qué características de las curvas de germinación se tomen en cuenta. Se presentan los criterios para analizar los índices así como su utilidad tanto práctica como estadística. Se presenta una estrategia para el análisis del estado de la semilla al término de un experimento lo cual resulta prácticamente valioso cuando se trabaja con semillas con latencia.

Curvas de germinación y su interpretación.

Según Morales y Camacho (1985), dependiendo de las condiciones ambientales y de la especie, la germinación de una muestra de semillas se realiza dentro de un intervalo que puede abarcar desde varias horas hasta algunas semanas, generalmente se cumple una etapa de inicio, otra de incremento logarítmico y una de estabilización, como puede verse en la figura 3.1. La primera etapa va desde la siembra al momento en que una o más semillas emiten la radícula o emergen del suelo, posteriormente el número de semillas germinadas en cada unidad de tiempo describe una campana positivamente desviada, pues se incrementa con rapidez hasta un máximo y después disminuye lentamente. El número de semillas germinadas alrededor del máximo hace que la segunda etapa se caracterice por un aumento logarítmico de la germinación acumulada, que termina cuando la pendiente de la curva sigmoide que describe esta germinación empieza a cambiar. En este punto, la germinación media que es el cociente obtenido de dividir la acumulada entre el tiempo transcurrido desde la siembra, alcanza su máximo valor. Por último, como las semillas remanentes de la segunda etapa requieren de tiempos progresivamente más largos para germinar, las curvas de germinación tienden a ser horizontales.

En la gran mayoría de las ocasiones, la desviación de los datos de una muestra, con respecto a estas curvas es considerable (Morales y Camacho, 1985). Así se tiene en ocasiones que la germinación acumulada se ajusta mejor a algún polinomio de cualquier grado (Bould, A. y Avrol, B. K. 1981).

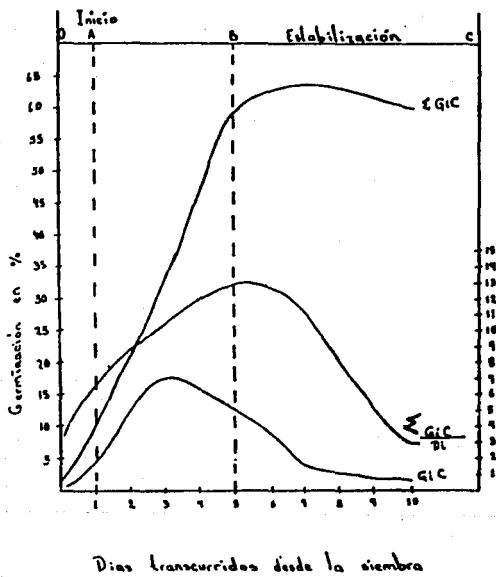
Una de las formas más sencillas y completa de estudiar la germinación, es analizar las gráficas que se obtienen al considerar:

- a) La cantidad de semillas germinadas y,
- b) El tiempo transcurrido desde la siembra.

La crítica más fuerte que puede hacerse al método es que no permite hacer comparaciones estadísticas, por lo cual hay riesgo de hacer apreciaciones subjetivas acerca de las diferencias existentes entre las curvas.

Hay que tener en cuenta que :

- 1) Las escalas usadas para hacer las gráficas pueden maximizar ó minimizar las diferencias. En éste sentido es recomendable usar un solo juego de escalas de tiempo y germinación en todas las gráficas que se elaboren; emplear diferentes escalas conducirá a una valoración desigual de las mismas. Además de respetar la escala de tiempo, o sea que si se decidió dejar 1 cm entre cada día transcurrido después de la siembra, es absurdo dejar un cm de espacio entre dos conteos sucesivos, cuando éstos se hicieron con cuatro días de diferencia. Por tanto, ésta sugerencia es importante si los conteos no están uniformemente espaciados.



Germinación media diaria en % por día.

Figura 3.1. Curva típica de germinación diaria, germinación diaria acumulada y germinación media diaria, según los datos de Morales y Camacho (1965).

2) Es difícil decidir que curva tiene mejor germinación cuando las gráficas son cercanas y se cruzan entre sí. Algunas recomendaciones para minimizar éste problema son :

a) El punto donde la curva toca al eje del tiempo, es la evaluación anterior al inicio de la germinación; si este inicio no se presentó en la primera evaluación, será absurdo unirlo con el origen, pues de hacerlo se tendrá una recta que indique germinación en evaluaciones en que ésta no se presentó.

b) Cuando el lapso transcurrido entre la siembra y el inicio de germinación es de varias unidades de tiempo, conviene trasladar el origen hasta la evaluación anterior al inicio de la germinación.

c) Referir todos los datos como porcentajes de germinación acumulada, lo cual permite hacer comparaciones aún con muestras de distinto tamaño y, da una referencia de lo completa que fue la germinación.

En las gráficas de germinación acumulada contra el tiempo es fácil ver cuándo la germinación de una muestra es superior a otra. En la figura 3.2. se aprecia que la germinación de las semillas sin endocarpio y de los embriones extraídos del capulín es mejor que las que tienen el resto de los tratamientos. Las semillas con endocarpio abierto tienen una germinación mejor a la del testigo las semillas perforadas y las selladas; pero es inferior a la de los embriones extraídos y las semillas sin endocarpio.

El estudio de la germinación graficada con respecto al tiempo, consiste en comparar la forma de las curvas obtenidas. Por tanto

conviene puntualizar acerca de los aspectos que caracterizan dicha forma y el valor práctico que tienen.

Gráfica de germinación acumulada contra el tiempo

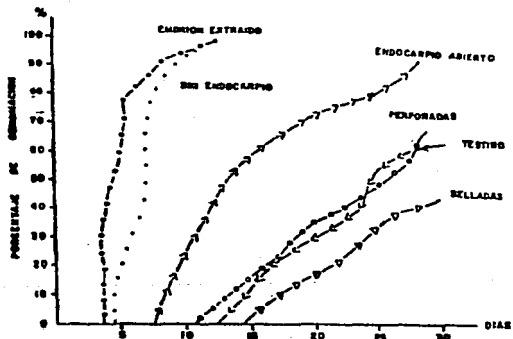


Figura 3.2. Germinación de *P. serotina* con relación al estado del endocarpio .

En una gráfica de germinación acumulada (figura 3.2), las características que más saltan a la vista son :

- I) La altura máxima alcanzada o sea el porcentaje de germinación.
- II) Las sinuosidades que tenga la curva, las cuales reflejan como se interrumpe y se reinicia la germinación, esto se puede apreciar claramente en la figura 3.3.

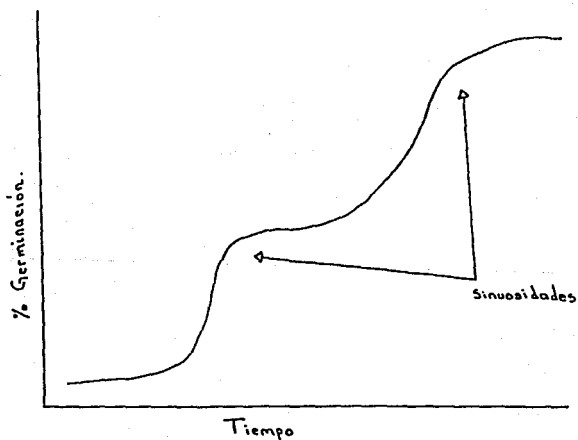


Figura 3.3. Curva de germinación sinuosa.

III) La cercanía de las curvas al eje de los porcentajes o sea el tiempo que las semillas tardan en germinar; éste factor refleja el tiempo que las semillas tardan en germinar, en la figura 3.4 se puede apreciar que dos curvas pueden tener el mismo porcentaje final de germinación y diferentes distancias al eje vertical. Esto también se puede ver en la figura 3.2. para los tratamientos embrión extraído, sin endocarpio y endocarpio abierto.

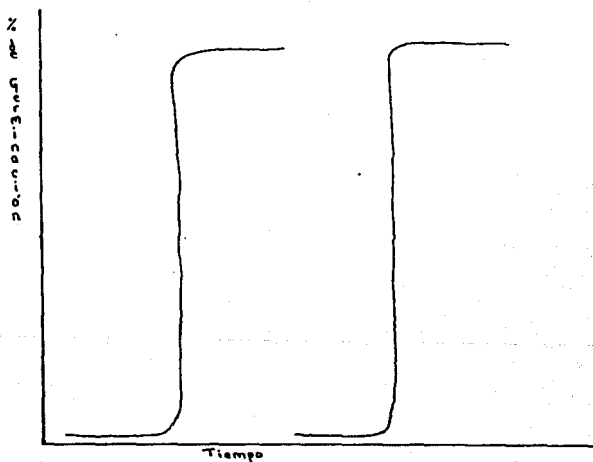


Figura 3.4. Curvas de germinación con igual porcentaje e inclinación y diferente tiempo a la germinación.

IV) La inclinación o verticalidad de la gráfica obtenida, esto refleja la velocidad de germinación y su uniformidad.

Así como es deseable que al aplicar un tratamiento se obtenga una mayor altura de la curva o sea un porcentaje de germinación final superior, también es conveniente que la curva esté más cerca del eje de los porcentajes y sea más vertical.

La velocidad con la que ocurre la germinación de las semillas de una muestra se refleja tanto en la cercanía de las curvas al eje de los porcentajes como en la inclinación de éstas.

A pesar de éste ligamiento puede tenerse la misma inclinación y diferentes distancias de la curva al eje de los porcentajes (fig. 3.4). En muchos casos se puede aceptar que las curvas tengan la misma distancia y diferente inclinación (Fig. 3.5).

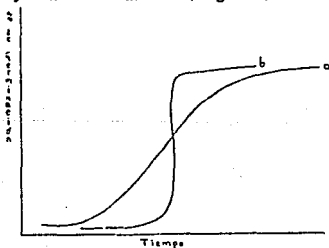


Fig. 3.5. Curvas de germinación con el mismo % de germinación en que se puede aceptar que tengan un tiempo a la germinación, similar y diferente uniformidad germinativa.

Un aspecto importante que se refleja en la inclinación de las curvas germinativas, son las diferencias en el tiempo de germinación, o sea la uniformidad de germinación de las semillas que componen la muestra.

Como explicación se tiene que al germinar un gran número de semillas en el mismo lapso producirán una curva más vertical que cuando germinan unas cuantas en el mismo intervalo.

Indices para estudiar la germinación.

Además de las interpretaciones gráficas de la germinación existen métodos numéricos que cumplen con el mismo objetivo, Morales y Camacho (1985) con el fin de dar a conocer las diferentes maneras de medir la germinación y facilitar los cálculos necesarios presentan un instructivo para determinar los índices para el estudio de la germinación. Estos índices son de dos tipos (fig.3.6):

A) Los generales.- que consideran todas las características de las curvas con el fin de dar un valor ponderado que sirva para medir la calidad de la germinación.

El uso de éstas formulas se entendería en términos gráficos como decidir a primera vista cuál es la mejor germinación; lo cual en la figura 3.2 correspondería a los tratamientos embrón extraído y sin endocarpio.

Como por ejemplo de este tipo de índice se tienen de acuerdo con los autores citados a los valores germinativos de Czabator, Maguirre, Máxima media y Djavanshir y Pourbeik.

B) Los particulares.- Que son los que se refieren a una característica dada de las curvas como son : su altura, su inclinación y su distancia al eje vertical.

Estos índices se refieren a características concretas y utilizables de la germinación, como la cantidad de semillas germinadas y el tiempo que tardaron en hacerlo.

Dentro de éstos índices se encuentran:

a) Capacidad germinativa.- Es el porcentaje final de germinación, su representación simbólica es (CG), resulta riesgoso usar la capacidad germinativa como único criterio para evaluar una prueba, pues las diferencias entre tratamientos pueden ignorarse o sobrevalorarse dependiendo de la duración de ésta (Czabator 1962 y Timson, 1965).

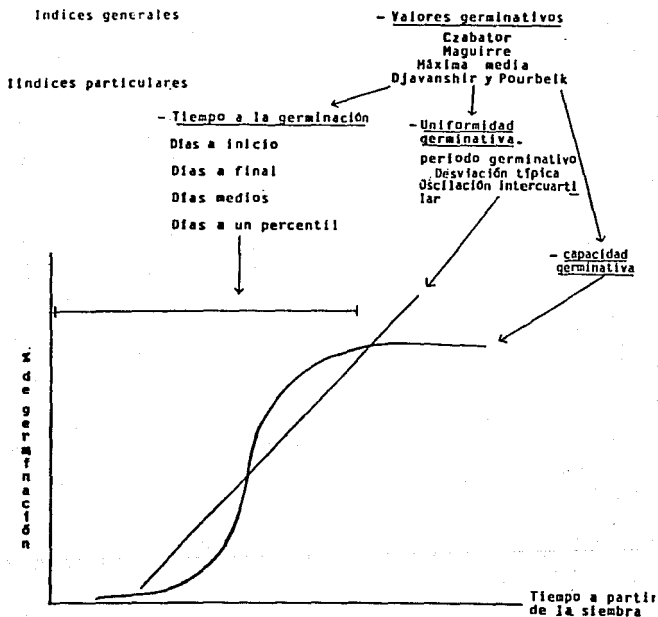


figura 3.6

1º Problema: Evaluación adecuada del proceso germinativo.

Solución : Indices particulares (Ip) como función de los indices generales (Ig).

$$I_p = f(I_g)$$

b) Velocidad germinativa .- Se ha propuesto que la velocidad de germinación es el tiempo que transcurre desde la siembra hasta un punto dado sobre las curvas de germinación, dicho punto puede ser de acuerdo con Morales y Camacho (1985):

I) El inicio o final de la germinación, que se abreviará con D_1 y D_{100} respectivamente.

II) El tiempo para alcanzar el 50% de la germinación final (D_{50}) o cualquier otro percentil.

III) El momento en el que porcentaje acumulado dividido entre el tiempo transcurrido desde la siembra alcanza su máximo valor. A dicho cociente se le conoce como germinación media diaria, por lo que ésta medida es el tiempo a máxima germinación media diaria (D_{mgmd}).

IV) El promedio del tiempo que las semillas de una muestra requirieron para germinar (D_m).

Por otra parte también se ha propuesto medir la velocidad de la germinación para los valores germinativos, en porcentaje alcanzado por unidad de tiempo de las siguientes maneras:

I) La suma de los cocientes que resultan de dividir el porcentaje sencillo entre el tiempo transcurrido desde la siembra (Maguire, J. D. 1962).

II) El máximo cociente que resulta de dividir el porcentaje acumulado entre tiempo transcurrido desde la siembra (Czabator, 1962).

III) El cociente anterior obtenido el último día que hay germinación (Czabator,1962).

IV) El promedio de los cocientes que resultan de dividir el porcentaje acumulado entre tiempo transcurrido desde la siembra, obtenidos durante el período en que hay germinación (Djavanshir y Foubelk, 1976).

Como el conocimiento de la velocidad de germinación se usa para planear labores de cultivo, tales como resiembra, transplante y deshierbes, entre otras, se requiere que los datos sean concretos por lo que es preferible medir la velocidad en tiempo requerido para alcanzar un punto dado, que en porcentaje por unidad de tiempo; pues éste último resulta abstracto cuando se usan máximos ó totales (Djavanshir y Pourbelk,1976) y como el promedio de los cocientes obtenidos no expresa la variabilidad que éstos tienen a lo largo del período de germinación, resulta poco representativo de la velocidad. Por otra parte la germinación acumulada al final del período germinativo siempre afecta a dichos cocientes, lo que no ocurre empleando el tiempo transcurrido de la siembra a un punto dado.

c) La uniformidad de germinación se evalúa con medidas de dispersión del tiempo de germinación (Morales y Camacho 1985), como: la desviación típica, oscilación intercuartilar, y el período germinativo.

Utilidad de los Índices para Estudiar la Germinación.

De acuerdo con lo anterior podemos decir que es mucho mejor que la semilla tenga un tiempo corto de germinación y que ésta se de con

mayor uniformidad (Villagomez et al 1979), ya que :

A. Una reducción en el tiempo que la germinación requiere es indiscutible por las razones siguientes :

I) Puede permitir que el cultivo emerja antes que las malezas, lo cual le permite competir con ventaja.

II) Puede permitir un aprovechamiento mayor de la estación de crecimiento.

III) Acorta el período que transcurre de la siembra a una labor tal como : transplante, aplicación de algunos herbicidas e injertación entre otras.

IV) Reduce el lapso en que las semillas pueden ser atacadas en el suelo.

Lo dicho es evidente cuando la diferencia es una o más semanas, aunque no pierde su validez cuando la diferencia es menor; sobre todo cuando se trabaja con especies que tienen plántulas muy pequeñas.

B. La utilidad de la uniformidad germinativa es indiscutible, pues una curva de germinación muy inclinada como la - a - de la figura 3.5. producirá pasado el tiempo plantas de diferentes edades y consecuentemente tamaños; las cuales dificultarán labores como la de injertación e incluso causarán problemas en la comercialización.

No obstante el aparente retraso de la germinación, sería preferible tener una curva germinativa del tipo de la " b " en la figura 3.5. con ella la mayor parte de la germinación obtenida llegará simultáneamente a cada una de las etapas del cultivo, requiriendo lapsos de tiempo relativamente cortos en cada labor. Esto puede conducir a ahorro en mano de obra.

C. En cuanto al porcentaje de germinación es útil para determinar necesidades de semilla para siembra (Hartman y Kester 1971) y como medida de la calidad de los lotes de semilla (Moreno, 1984).

D. En cuanto a los valores germinativos se ha sugerido que para tener una visión completa de lo que ocurre en la germinación, deben usarse éstos, los cuales producen cantidades abstractas que únicamente son útiles en comparaciones estadísticas para tener una interpretación objetiva de los resultados (Morales y Camacho 1985).

CRITERIOS PARA ANALIZAR LOS INDICES GERMINATIVOS

Al comparar el valor de un índice obtenido al aplicar un tratamiento con lo que se obtiene sin emplearlo (testigo), se pueden tener los siguientes efectos (De acuerdo con Ramirez y Camacho, 1987):

I) Positivo: con el tratamiento se obtienen valores significativamente mayores a los del testigo, se simboliza con + + .

II) Negativo : Con el tratamiento se obtienen valores significativamente menores a los del testigo, se simbolizará con - - .

III) Nulo: Los valores obtenidos con el tratamiento y con el testigo son semejantes, se simbolizará con " 0 - " .

Considerando lo expuesto en la sección anterior, lo deseable es obtener efectos positivos en la capacidad germinativa, y negativos en las medidas de tiempo a la germinación y en las de dispersión. Estos últimos indicarán un aumento en la velocidad y en la uniformidad germinativa, pues a menos tiempo el proceso se completa con más rapidez.

Para facilitar la exposición se supondrá que se tienen efectos comparables en cada variable. Con ésta finalidad los símbolos del efecto en cada una de éstas se anotará en el siguiente orden: Capacidad germinativa, tiempo a la germinación y uniformidad germinativa.

Los posibles resultados que pueden obtenerse al comparar un tratamiento contra un testigo son :

1) Estimulo : Cuando menos en una variable se obtienen mejores resultados que en el testigo, y en el resto se obtienen los mismos resultados que en éste, hay varias posibilidades.

1.1) Simple: +00, 00-, 0-0.

1.2) Doble: +0-, +-0, 0--

1.3) Triple: +--.

II) Detrimento: En una ó más variables se obtienen peores resultados que en el testigo y en el resto las mismas que en éste, las combinaciones son :

II.1) Simple: 0+0, 00+, -00

II.2) Doble: 0++, +0, -0+

II.3) Triple: -++

III) Anulante: se puede asumir que no se produjo un estímulo pues las ventajas obtenidas en una variable son compensadas por las desventajas obtenidas en otra, en la variable restante no hay efecto esto sucede cuando: ++0, +0+, 0+-, 0-+, -0+ y --0.

IV) Complejos: Dos variables indican estímulo y la restante no ó bien lo contrario. Se puede decir que el balance es :

VI.1 Favorable cuando: ++-, +-+. ---.

VI.2 Desfavorable si: +++-, --+, --+.

ESTADO DE LAS SEMILLAS AL TERMINO DE UN EXPERIMENTO

Por lo general al término de un experimento queda un remanente de semillas no germinadas, el cual puede proporcionar información acerca de la capacidad de los tratamientos para eliminar la latencia ó para dañar las semillas.

Aparte de los índices que evalúan la realización existente entre

las semillas germinadas y el tiempo, es necesario evaluar el estado en que se encuentren las semillas al término de un experimento, ya que con esto es posible detectar la presencia de semillas latentes y la de efectos letales de los tratamientos.

En las referencias consultadas (Mott y Mackeon, 1979 y Ramirez y Camacho, 1987) se encontró que se pueden reconocer las siguientes categorías de semillas y funciones respectivas :

a) Germinadas : aquellas en las que hubo emergencia de la radícula ; lo que esta variable indica, es la capacidad de una muestra para producir plantas.

b) Evidentemente muertas: Las embebidas con signos evidentes de descomposición, como deshacerse al ser tocadas, exudación de líquidos viscosos, y las vanas o sea las que carecen de embrión y / o tejidos nutritivos. Es frecuente la presencia de micelio en el exterior de la semilla, pero no necesariamente está podrida una semilla que tenga micelio en su exterior; las semillas podridas son el resultado de efectos letales de los tratamientos es decir el tratamiento resultó muy severo.

c) Firmes: Las que se embebieron pero no germinaron ni tienen signos evidentes de descomposición y es fácil cortarlas; éstas semillas son las que a pesar del tratamiento aplicado permanecen latentes. Las semillas firmes sirven para detectar tipos de latencia diferentes a la física como son química, fisiológica, morfológica etc.

d) Impermeables: Las que no se embeben y al tocarlas están tan duras como en el momento de haber sido sembradas, y tienen secos los

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

tejidos internos; lo que se manifiesta en que las semillas no cambian de volúmen. No resulta fácil cortar éstas semillas; las semillas duras ó impermeables indican la presencia de una restricción al paso del agua, es decir latencia física..

Ramirez (1965) sugiere que mediante el uso de la prueba del tetrazollo o alguna similar se puede evaluar con mayor exactitud cuales semillas permanecen firmes y cuales están muertas. Un tipo de semillas evidentemente muertas son las semillas vanas en cuya evaluación conviene emplear técnicas radiográficas.

Las semillas vanas son aquellas en las cuales no se presenta embrón no obstante podría presentarse la cavidad. (De la Garza L. P. y Martínez F. N. , 1986.).

El análisis del estado de las semillas al término de un experimento resulta ventajoso ya que nos permite saber que es lo que en realidad pasó con las semillas que no germinaron es decir si el tratamiento resultó favorable o les provocó un problema de latencia ó resultó tan severo que pudo haber provocado la mortandad de las semillas.

Un ejemplo de lo anterior se tiene en el cuadro 3.1 donde aunque los tratamientos B y C tienen el mismo porcentaje de germinación, su efecto sobre las semillas es distinto pues mientras uno deja un remanente importante de semillas duras, el otro incrementó notablemente la proporción de firmes y podridas. Así la conclusión es que si se toma A como testigo se tiene que a B le falta intensidad para eliminar la impermeabilidad mientras que en C el tratamiento fué muy intenso.

Cuadro 3.1.Efecto de algunos tratamientos supuestos sobre el estado de las semillas al término de un experimento.

Porcentaje de semillas:

Tratamiento	Germinadas	Duras	Firmes	Muertas.
A	30	60	0	10
B	60	30	0	10
C	60	0	10	30
D	0	20	70	10

METODOS GRAFICOS.

Para el análisis del estado de las semillas al término de un experimento se han utilizado métodos gráficos como los empleados por: Mott y Mckeon 1979 quienes consideran sólo germinadas, duras y muertas mientras que Ramírez y Camacho (1987) incluyeron además las firmes.

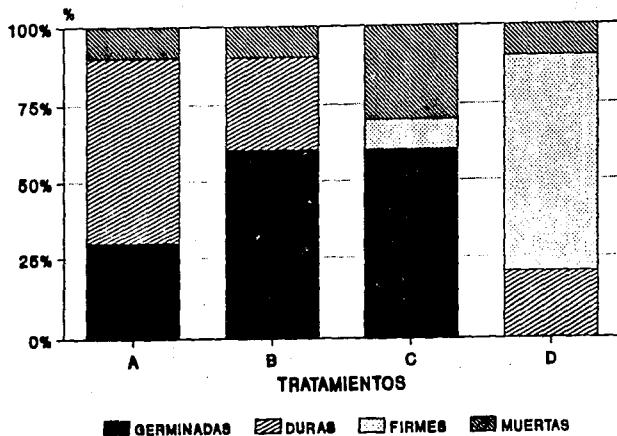
Para la realización de la gráfica en el eje de las X se colocan los tratamientos y en el eje de las Y los porcentajes (figura 3.1)

Es recomendable para una mejor interpretación de la gráfica que el primer tratamiento se coloque en el origen y se de preferencia a un testigo; ,la gráfica se realiza usando los datos del siguiente cuadro.

Cuadro 3.2. Datos para graficar el estado de las semillas al término de un experimento.

Tratamiento	Germinadas	Duras	Firmes	Muertas.
A	30	90	90	100
B	60	90	90	100
C	60	60	70	100
D	0	20	90	100

DATOS



Gráfica 3.1 Estado de las semillas al término de un experimento
(datos tomados de los cuadros 3.1 y 3.2).

Una vez realizada la gráfica se debe anotar en cada área la inicial de la variable G = Germinadas; D = Duras; F = Firmes y M = Muertas.

Para obtener los datos una vez, que se termina un experimento se cortan las semillas longitudinalmente a la mitad, se les observa y se les clasifica la información, se anota en un formato similar al del cuadro 3.1 realizando ésto se debe revisar si el total de las semillas para cada tratamiento suman el 100 % .Posteriormente se llena un segundo formato para graficar (Cuadro 3.2) se colocan de la siguiente forma :

Germinadas: porcentaje de semillas que germinaron.

Duras: porcentaje de semillas germinadas + porcentaje de semillas duras.

Firmes: porcentaje de germinadas + porcentaje de duras + porcentaje de firmes.

Muertas: es la suma de todas las variables anteriormente mencionadas (esto tiene que dar el 100 %).

Para la interpretación de la gráfica se debe de considerar el tamaño del área que ocupa cada variable; al hacer la comparación con el testigo se puede observar el aumento ó disminución con respecto al área que corresponde a cada variable.

EFFECTO DE LA INTENSIDAD DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL ESTADO DE LAS SEMILLAS.

La intensidad de un tratamiento está determinada en el caso de emplear una sustancia por la concentración y el tiempo de exposición

a ésta; cuando se manejan diferentes temperaturas ésta depende de los grados utilizados y el tiempo de exposición .

Con respecto a los ciclos de remojo la intensidad está dada por el tiempo de exposición y el número de ciclos; con respecto al remojo continuo la intensidad sólo depende del tiempo de exposición. Cuando se incrementa la intensidad de un tratamiento desde cero a valores cada vez mayores, ampliando la descripción de Martín Miller y Cushwa (1975), típicamente se tiene una campana en la que se pueden distinguir varias etapas.

a) Una en que el efecto del tratamiento es nulo, o sea en que la intensidad de éste no basta para afectar la germinación o los conteos de semillas duras, firmes y muertas, tampoco se afecta la velocidad de germinación. Esta etapa podría denominarse de subtratamiento.

b) Otra etapa que puede llamarse de tratamiento subóptimo, pues aunque el incremento de la intensidad aumenta tanto la capacidad como la velocidad germinativa, reduciendo el contenido de semillas latentes, no se alcanzan los máximos posibles.

c) En cierto intervalo de intensidad se tienen la etapa de tratamiento óptimo, en la cuál se eliminan por completo las semillas duras y firmes y se alcanza la máxima capacidad y velocidad germinativa, tanto en ésta como en la etapa anterior no se tienen incrementos en la cantidad de semillas muertas.

d) En seguida se presenta otro intervalo en que al incrementarse la intensidad de tratamiento se tiene un incremento en el contenido de semillas muertas, no se tienen semillas duras ó firmes y la capacidad germinativa es superior a la del testigo latente, frecuentemente se reduce la velocidad de germinación. Esta etapa puede denominarse de sobretratamiento.

e) Finalmente se tiene una etapa letal, en la que se tiene una germinación igual ó menor que la del testigo latente y ésto se debe a la gran cantidad de semillas muertas, pues se carece de semillas latentes ó firmes.

La descripción anterior es la de un caso ideal, puede haber ocasiones en que se pase la etapa de subtratamiento a la letal, e incluso que el incremento en la germinación no se relacione con la disminución del contenido de semillas latentes, sino con la disminución del contenido de muertas. Otra posibilidad que se tiene es que a ciertas intensidades no disminuya la germinación por el aumento del número de semillas muertas, sino debido al mayor contenido de semillas latentes.

Por otra parte cuando se tiene la combinación de tipos de latencia, puede ser que un tratamiento elimine sólo a uno de ellos sin afectar los restantes y por ello no se estimule la germinación, ésto es evidente principalmente cuando se combina la latencia física con la fisiológica (Rosales, 1986).

Un punto importante a tener en cuenta en la clasificación de los efectos conjuntos, es que, en ocasiones, una prueba se puede prolongar hasta que desaparezcan las diferencias en capacidad germinativa, y el estímulo producido por un tratamiento sólo se puede detectar mediante la velocidad de germinación (Czabator, 1962).

Considerando todo lo anterior y lo presentado por Ramirez (1985) se pueden clasificar los tratamientos de acuerdo con su efecto conjunto en los siguientes grupos :

a) Nulos: que no incrementan la capacidad y la velocidad de germinación, no afectan los contenidos de semillas duras, firmes y muertas.

b) Positivos: hay un incremento de la capacidad y de la velocidad de germinación, sólo se presentan semillas firmes o duras y hay una disminución del contenido de semillas latentes, nunca se presenta un incremento del número de semillas muertas.

c) Estimulantes perjudiciales: Los que incrementan la capacidad germinativa, sólo tienen semillas duras ó firmes, reducen el contenido

de semillas latentes, pero incrementan el contenido de semillas muertas o reducen la velocidad de germinación.

d) Letales: los que pueden o no reducir el contenido de semillas firmes ó duras, pero no estimulan la capacidad germinativa, siempre se tiene un incremento en el contenido de semillas muertas.

e) Incompletos: los que eliminan las semillas duras e incrementan las firmes o eliminan éstas y no afectan el contenido de semillas duras. Pueden o no incrementar la capacidad germinativa y la velocidad de germinación.

f) Sanitarios: los que reducen el número de semillas muertas, pueden incrementar la capacidad germinativa, no tienen efecto sobre la velocidad.

g) latentes: producen un incremento en el contenido de semillas duras ó firmes, con efectos negativos sobre la capacidad germinativa.

h) Acelerantes: pueden no tener efecto sobre la capacidad germinativa y contenidos de semillas duras, firmes o muertas ó producir un incremento de la capacidad germinativa relacionado únicamente con la reducción del contenido de semillas muertas, siempre incrementan la velocidad de germinación.

i) Debilitantes: como el anterior pero con reducción de la velocidad germinativa.

. ANALISIS DE EFECTOS.

Debido a que se presentan problemas en la Interpretación de resultados en más de una variable sobre todo cuando los grupos de medias intersectan, es útil aplicar el método empleado por Ramírez (1985). llamado análisis de efectos cuyos pasos son:

- 1) Determinar el estado de las semillas al término de un experimento.
- 2) Aplicar el análisis de varianza para cada variable y la prueba de medias.
- 3) Establecer el tipo de efecto: Positivo, Negativo o Nulo en base a la comparación con el testigo.
- 4) Codificar los tipos de efecto con una simbología preestablecida.
- 5) Ponerlos en un orden preestablecido el cuál nos permite analizar un efecto conjunto de acuerdo con la clave, es decir el tipo de tratamiento.

Ramírez (1985) consideró que el efecto de los tratamientos sobre las variables se divide en tres tipos: 1) positivo, cuando los valores superan estadísticamente al testigo; 2) nulo ó sin efecto, cuando

los valores son estadísticamente iguales al testigo; y 3) negativo, cuando los valores son estadísticamente inferiores al testigo.

Estos criterios para definir los efectos adolecen de las siguientes limitaciones:

- 1) No considera los máximos y los mínimos potenciales que se pueden alcanzar en cada variable.

- 2) No considera la posición del testigo dentro de la escala de medición.

Para establecer los máximos y los mínimos en cada tratamiento es necesario emplear además de los testigos sin tratamiento que usó Ramírez (1985) un testigo sin latencia es decir con un tratamiento que elimine por completo los mecanismos inhibitorios como por ejemplo en el caso de la latencia física se emplea la extracción del embrión ó se elimina un pedazo de la testa, si la latencia es química se remoja la semilla por un lapso prolongado ó se extrae el embrión.

Con respecto al máximo y mínimo valor posible de obtener en una variable el concepto es fácil de visualizar en variables como la capacidad germinativa y los contenidos de semillas firmes, duras y muertas, que se miden en porcentajes; el mínimo valor que es posible de obtener en éstos casos es un 0%, ya que no es irreal que con un tratamiento no se obtuviera ninguna semilla germinada, latente ó muerta. En cuanto al máximo posible es el valor de 100%, considerando el efecto de tratamientos sanitarios; para semillas germinadas también el máximo posible puede ser la proporción de semillas viables del lote, o sea la capacidad germinativa que se tiene

en un testigo sin latencia, la cual es frecuentemente menor del 100% ó el máximo valor real obtenido con otro tratamiento porque en la mayoría de los lotes se tiene una proporción de semillas muertas.

El mínimo posible para que el tiempo a la germinación corresponda al valor alcanzado por el testigo sin latencia; donde surge un problema es para establecer el máximo tiempo posible a la germinación pues a primera vista no es posible saber hasta donde un tratamiento puede atrasar la germinación; por otra parte también se tiene la dificultad de como tratar al testigo latente o a algún tratamiento en que la capacidad germinativa sea 0% y consecuentemente lo último brinda la posibilidad de establecer el máximo valor posible en dicha variable, pues cuando en una prueba no hay germinación lo que pasa es que la duración del experimento no fue lo suficientemente larga como para que se manifestaran semillas germinadas; lo cual es irreal si se considera por ejemplo que una muestra de semillas no germina en un periodo de 10 días y si lo hace en un periodo de 20, con ello, si el experimento hubiera durado 10 días no se hubiera podido calcular el tiempo a la germinación.

Una capacidad germinativa de 0% se puede obtener porque todas las semillas estén muertas o que todas las semillas viables sean latentes, sobre todo en el primer caso se puede asumir que el tiempo a la germinación es infinito, pues las semillas nunca van a germinar por ello no resulta descabellado proponer que cuando no hay germinación los días medios días a un percentil u otra forma de medir en tiempo la velocidad de germinación adquieren un valor tan grande que difieren significativamente del obtenido por cualquier muestra en

que la capacidad germinativa media sea mayor que 0. En resumen, el máximo valor posible se tiene cuando no se presenta germinación, es un valor muy grande y su magnitud es desconocida; suponiendo que en la variable de respuesta estudiada la media alcanzada por el testigo latente difiere significativamente tanto del máximo como del mínimo posibles se puede decir que un tratamiento puede tener los siguientes efectos:

a) Máximo positivo: si la media obtenida supera la alcanzada por el testigo latente y es estadísticamente igual al máximo posible.

b) Mínimo positivo: si la media obtenida es mayor que la del testigo latente y menor al máximo posible.

c) Nulo: si la media alcanzada no difiere significativamente de la del testigo latente.

d) Mínimo negativo : cuando la media que se tiene con un tratamiento es menor que la del testigo latente y mayor que el máximo negativo posible de obtener.

e) Máximo negativo: si la medida obtenida es menor a la del testigo latente y no difiere significativamente del mínimo posible.

Se propone asignar la letra - A - y - B - para los efectos máximo y mínimo positivos respectivamente, en cuanto a los efectos negativos se propone la - Z - para el máximo y la - Y - para el mínimo.

Cuadro 3.3 Que ejemplifica el establecimiento de los extremos para realizar el análisis de efectos.

Variables	Valor máximo	Valor mínimo	Testigo sin tratamiento.
Germinadas	testigo con tratamiento ó el valor máximo real	0	Valor que presenta el testigo sin tratamiento
Duras	100	0	Valor que presenta el testigo sin tratamiento.
Firmes	100 menos la proporción de muertas en el testigo sin tratamiento	0	Valor que presenta el testigo sin tratamiento
Muertas	100	0	Valor que presenta el testigo sin tratamiento.
Velocidad germinativa.		Valor del testigo sin latencia ó el valor menor real.	Valor que presenta el testigo sin tratamiento.

La representación del efecto nulo requiere más de un símbolo pues las medias obtenidas por el testigo latente pueden ser iguales al máximo, al mínimo posible o bien ser de una magnitud intermedia de éstos valores extremos, esto indudablemente puede tener implicaciones prácticas; por ello se propone usar el símbolo " 0 " para indicar un efecto máximo nulo que se tiene cuando las medias obtenidas por el testigo latente y las semillas tratadas no difieren del máximo posible; el símbolo " / " expresaría un efecto " nulo " que se presentaría cuando la media obtenida con el tratamiento no difiere de la del testigo y si del máximo y mínimo posibles de obtener; finalmente el símbolo " X " representa un efecto mínimo nulo que se tiene cuando las medias obtenidas por el testigo latente y con el tratamiento no difieren del mínimo valor posible de alcanzarse.

En el cuadro 3.3 se tienen los valores máximos y mínimos posibles de obtener en cada variable.

Finalmente la codificación sólo requiere definir el orden en que se escribe y se escribirán los símbolos que representarán el efecto conjunto de un tratamiento sobre cada una de las variables de respuesta consideradas, para ello se propone emplear el siguiente: de izquierda a derecha; capacidad germinativa, contenido de semillas duras, contenido de semillas firmes, contenido de semillas muertas y velocidad de germinación en tiempo.

Con ventajas evidentes de ésta codificación se tiene que con 5 símbolos se representan los resultados obtenidos. Esta representación indica la magnitud de los valores obtenidos y la diferencia con respecto a los testigos latentes y sin latencia..

Para determinar el tipo de tratamiento se elaboró una clave basada en la de Ramírez (1985). Cuando en ésta se menciona que una variable está ausente esto corresponde a un efecto nulo mínimo, es decir, que tanto el testigo latente como el tratamiento tienen valores que no difieren significativamente del mínimo posible; cuando se diga que una variable está anulada esto corresponde a un efecto máximo negativo, en el que la media obtenida con un tratamiento es significativamente menor que la del testigo sin latencia y no difiere del mínimo posible en la variable.

Clave para la clasificación de los tratamientos aplicados a las semillas de una especie de acuerdo con el efecto conjunto de éstos.

1) Predominio de efectos estimulantes: efectos positivos en capacidad germinativa, las latentes (firmes y duras) pueden estar ausentes o eliminadas ambas o una de ellas y en la restante haber un efecto negativo. Nunca con efecto máximo positivo en muertas, tampoco puede haber efecto positivo en latentes.

Si se tiene máximo nulo en capacidad germinativa y mínimo nulo en latentes debe tenerse efecto negativo en el tiempo a la germinación.

2) Sin efectos positivos en muertas y / o en el tiempo a la germinación.

3) Máxima capacidad germinativa (Máximo positivo o nulo máximo).

4) latentes anuladas o ausentes; efecto mínimo negativo ó mínimo nulo en el tiempo de germinación.....
.....Tratamiento máximo positivo.

4') No se tiene la anulación o ausencia de semillas firmes o latentes y/ o no se alcanza el máximo negativo para el tiempo a la germinación.....Tratamiento medio positivo.

3) Efecto mínimo positivo en capacidad germinativa.....
.....Tratamiento mínimo positivo.

2) Con efectos positivos en muertas y/o en el tiempo a la germinación.

5) Efecto máximo positivo en germinación y efecto positivo en muertas o en tiempo a la germinación. Si se tiene máximo nulo en capacidad germinativa, debe haber efecto negativo en el tiempo a la germinación.....Estimulante perjudicial mayor.

5) Efecto mínimo positivo en germinación.

6) latentes no anuladas ó ausentes.....
.....Estimulante perjudicial menor.

6) latentes anuladas o ausentes.....Perjudicial estimulante.

1) Sin predominio de efectos estimulantes.

7) Predominio de efectos letales o sea máximo positivo en muertas o efecto nulo en las demás variables y sólo efecto positivo en muertas, o con efecto negativo en duras y/o firmes con efecto positivo en muertas y sin efecto positivo en germinadas.....Tratamiento letal.

7') Sin predominio de efectos letales.

8) Efecto nulo en duras y firmes y sin efecto positivo en muertas. puede haber mínimo negativo en duras o en firmes, el cual puede estar acompañado por ausencia de las latentes restantes.

9) Efecto negativo sobre el tiempo de germinación.....
.....Tratamiento acelerante.

9') Sin efecto negativo sobre el tiempo de germinación.

10) Efecto positivo sobre el tiempo a la germinación.....
.....Tratamiento retardante.

10') Efecto nulo sobre el tiempo a la germinación.

11) Efecto negativo sobre el contenido de semillas muertas.....
.....Tratamiento sanitario.

11') Efecto nulo en semillas muertas.....Tratamiento nulo.

8') Sin efecto nulo en latentes y cualquier efecto en muertas.

12) Efecto positivo sobre semillas duras.....
.....Tratamiento impermeabilizante.

12') Sin efecto positivo en duras.

13) Sin efecto negativo en germinación y nunca duras y firmes ausentes; se acepta si las firmes están anuladas y hubo semillas duras.

14) Efecto negativo en duras y no máximo negativo en firmes...
.....Tratamiento incompleto fisiológico.

14') Efecto negativo en firmes.....
.....Tratamiento incompleto físico.

13') Efecto positivo en firmes con efecto negativo sobre la capacidad germinativa.

15) Efecto positivo en muertas.....
.....Tratamiento latente letal

15') Sin efecto positivo en muertas
.....Tratamiento letal latente.

BIBLIOGRAFIA

Bould, A. Abrol, B. K. 1981. A model for seed germination curves. Seed Sci. and Technol. 9 : 601-611.

Camacho, M. F. 1985. Identificación del mecanismo que inhibe la germinación de Schinus molle L. y forma de eliminarlo. Ciencia Forestal. 10(55): 35-49.

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

De la garza, L. P; y Martínez, N. F. 1986. Análisis radiográfico de semillas Forestales en México. Ciencia Forestal 11 (59): pp 1-13.

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

Hartmann, H. T. y Kester, D. E. 1971. Propagación de plantas ; principios y prácticas. Trad. Marino, A. A. CECSA. México. 809 pp.

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

Martin, R. E. y Miller, R. L. and Cushwa, C. T. 1975. Germination response of legume seeds subjected to moist and dry. Heat. Ecology 56:1441 -1445.

Morales, V. G. y Camacho, M. F. 1985. Formato y Recomendaciones para evaluar germinación. III Reunión Nacional de Plantaciones. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (48): pp 123-138.

Moreno, M. E. 1984. Análisis físicos y Biológicos de semillas agrícolas. Dir. Gral. de Pub. UNAM. México. pp 179-184.

Mott, J. J; and G. Mckeon. 1979. Effect of heat treatments in breaking hardseededness in four species of Stylosanthes. Seed Physiology and Technology. 7 (1): 15-25 pp.

Ramírez, O. G. 1985. Ruptura de la latencia de diferentes semillas de leguminosas mediante tratamientos con agua caliente. Tesis Prof. Biólogo. Fac. Ciencias. UNAM. 103 pp.

Ramírez, O. G. y Camacho, M. F. 1987. Tratamiento de semillas latentes de plantas de importancia económica. Biología 16 (1-4): pp 36-42.

Rosales, M. P. 1986. Efecto de tratamientos térmicos en presembrado de semilla dura e impermeable del género Acacia (Acacia ualigna). Labill H. Wendl.. Tesis. Prof. Ing. Agric. FESC-UNAM. 83 pp.

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

Villagomez, A. Y; Villaseñor, R. R. y Salinas, M. J. 1979.
Lineamientos para el funcionamiento de un laboratorio de semillas.
México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. Bol.
Div. (48) 23 pp.

FALSO ESTIMULO A LA GERMINACION DE SEMILLAS DE Schinus molle
INDUCIDO POR TRATAMIENTOS PROLONGADOS DE REMOJO.

RESUMEN

Schinus molle es un recurso forestal abundante originario de América del Sur y se ha naturalizado en América Central y México donde crece silvestre en pastizales secundarios y matorrales.

Su importancia es principalmente de tipo médica, Industrial y para reforestación; se ha visto que la germinación de la semilla de Schinus molle es lenta e incompleta ya que presenta latencia química, o sea la inhibición se debe a los compuestos solubles que contienen las cubiertas más expuestas al ambiente.

Al planear pruebas que evalúen la conveniencia de aplicar algunos tratamientos que eliminen la latencia de las semillas debe disponerse de testigos adecuados para demostrar que las ventajas que se lleguen a obtener son el resultado indiscutible de las técnicas aplicadas.

Con el fin de demostrar la existencia de un falso estímulo a la germinación debido a la forma en que se instalan los testigos, se realizó un experimento en el que las siembras se hicieron en cajas de petri con papel filtro, las cuales se distribuyeron en las incubadoras siguiendo un diseño de bloques al azar.

Se trabajó con Schinus molle (piró) para establecer la conveniencia de remojar las semillas más de 1 día y sembrarlas embebidas; como testigos se tuvieron semillas que se remojaron un día y se secaron al siguiente, de las cuales se hicieron siembras tanto al iniciar como al finalizar la aplicación de periodos de remojo continuo de 1 a 5 días.

Se encontró que la germinación de las semillas de pirú remojadas más de 1 día y sembradas embebidas, fué mejor que la del testigo al terminar el tratamiento de remojo continuo, pero no difirió de la que tenía el testigo sembrado al inicio de éste; lo cuál indica que las ventajas observadas en el primer caso resultan de que una parte de los procesos germinativos se realizaron durante la aplicación del tratamiento por más de 24 horas.

Se concluyó que al planear experimentos para evaluar tratamientos para eliminar latencia de semillas se tiene que disponer de testigos adecuados para evitar que las ventajas que se lleguen a observar resulten de que las semillas tratadas prácticamente se siembren varios días antes que los testigos.

INTRODUCCION (Schinus molle)

Schinus molle es un recurso forestal abundante originario de América del Sur, se ha naturalizado en América Central y México donde crece silvestre en pastizales secundarios y matorrales craticales de algunas zonas templadas y áridas; especialmente donde la vegetación primaria sufrió alteraciones.

Schinus molle L. posee importancia principalmente de tipo médica también industrial y de reforestación; en lo que respecta a la importancia médica la esencia de sus hojas y frutos se utiliza en tratamientos de enfermedades genitourinarias y la gomoresina para quitar manchas de la córnea, heridas y como purgante.

En lo concerniente al aspecto industrial la madera ha sido utilizada como combustible, para la fabricación de mangos de herramientas, estacas y enseres rurales. Este árbol se considera prioritario en la reforestación de áreas muy degradadas por soportar sequía, heladas, suelos ligeramente alcalinos y por que no lo consume el ganado (Camacho, 1985). En áreas tepetatosas de Naucalpan, Estado de México el pirú ha logrado colonizar sitios sumamente erosionados (Camacho y Rosales, 1986).

Esta semilla se puede sembrar en forma directa en bordes de terrazas sin tomar en cuenta la densidad de siembra con el objeto fundamental de restaurar física y biológicamente el suelo.

Ya que la germinación de la semilla de Schinus molle es lenta e

Incompleta se han hecho diversos estudios tanto para encontrar el motivo de ésto como para acelerar el proceso de germinación; las semillas de Schinus molle presentan lo que Nikolaeva (1969) llama latencia química, pues la inhibición se debe a los compuestos solubles que contienen las cubiertas más expuestas al ambiente; otra característica de la latencia química que se presenta en ésta especie es que la inhibición se pierde tanto al quitar completamente la cubierta externa como al eliminar los inhibidores con remojo en agua.

La evaluación de tratamientos a "largo plazo" como el remojo, en que es posible que parte de los procesos germinativos se realicen durante el tratamiento, requiere evaluar cual es el momento adecuado en que deben sembrarse los testigos; al iniciar ó al terminar el tratamiento de remojo; como las ventajas aparentes que se dan, en un caso al testigo y en otro al tratamiento, requieren una evaluación experimental, el presente trabajo se dedica a la resolución de éste problema.

ANTECEDENTES

TAXONOMIA

Clasificación Taxonómica.

Sánchez (1976) clasifica al pirú de la siguiente forma:

Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Sapinales
Familia	Anacardiaceae
Género	<u>Schinus</u>
Especie	<u>Schinus molle.</u>

Nombres comunes de Schinus molle L.

Martínez (1979), menciona los siguientes nombres comunes del

pirú:

Pirú (Valle de México)

Piról

Tsactomi

Tzantoni

Xasa (lengua otomí)

Xaza (lengua otomí)

Peloncuáhuitl (lengua azteca)

Yaga - cica (lengua zapoteca Oaxaca.)
 Yaga lache (lengua zapoteca, Oaxaca)
 Agua - cara - ybá (Paraguay)
 Molle (Paraguay)
 Mülli (Paraguay)
 Pepper tree (Estados Unidos)

DESCRIPCION DE LA ESPECIE

Es un árbol que mide de 4 a 10 metros de altura, perenifolio de ramas colgantes y tronco tortuoso; las ramas y hojas frecuentemente penduladas; hojas alternas imparipinadas, con 7 - 13 folíolos de forma lineal lanceolada y finamente aserrados. Arbol díoco, flores paniculadas, pequeñas de color amarillo verdoso; las flores masculinas son ligeramente alargadas y con los pétalos más erectos que las femeninas; las flores masculinas tienen un pistilo pequeño subdesarrollado y las flores femeninas presentan estambres más pequeños. Las unidades de dispersión del piró llamadas semillas, en realidad son frutos; drupas de 5-8 mm de diámetro cuyo endocarpio relativamente duro, contiene por lo general una semilla con un embrión bien diferenciado que llena toda la cavidad, la testa y el endospermo son delgados. El mesocarpio forma parte de la unidad de dispersión por estar firmemente adherido al endocarpio, dejando espacio a varios depósitos de resina, el epicarpio, delgado, quebradizo y seco, generalmente se pierde.

DISTRIBUCION

En México se distribuye ampliamente en la altiplanicie y mesa Central, principalmente en lugares secos, invade con facilidad cualquier tipo de terreno, generalmente se asocia con pocas especies de plantas (Anaya y Gómez, 1971).

Rzedowsky (1983), menciona que el pirú se presenta en pastizales secundarios, y entre los 2250 y 2400 m. s. n. m. con fuerte perturbación humana y donde predominan gramíneas anuales como Aristida adacensionis y Bouteloua simplex, también se presenta como eminencia árboles junto con Yuca filifera, en matorral xerófito de Opuntia straptacantha, Zaluzamia augusta y con Mimosa bluncifera.

Debido a que el pirú se encuentra en lugares de escasa vegetación conformada por pocas especies, se ha pensado que puede restringir el crecimiento de otras plantas, liberando compuestos tóxicos a través de sus hojas muertas, frutos y raíces. Hay evidencias que éstos tejidos contienen inhibidores del crecimiento (Anaya y Gómez, 1971; Nielsen y Muller, 1980).

USOS E IMPORTANCIA DE Schinus molle L.

Las partes utilizadas de ésta planta son los frutos, hojas, la gomoresina que exuda, troncos y ramas; con respecto a los frutos se ha visto que su composición química contiene glucosa; resina, aceite esencial, leptina, taninos, celulosa, sales y un ácido indeterminado.

Martínez, (1979), menciona que el fruto conforta y calienta el cerebro y el estómago, restringe el vientre, y da vigor a los miembros que están demasiado relajados.

En Paraguay, hacen un cocimiento de los frutos hasta la consistencia de jarabe, el cual administran de 3-4 cucharadas por día para curar la retención de orina. Martínez (1979), también menciona el uso del fruto en el tratamiento de la gonorrea o blenorragia. Con respecto a la esencia que se extrae de las hojas y frutos, ésta se tolera por el estómago y se elimina por los riñones y el pulmón. Se ha usado también con éxito en el tratamiento de enfermedades genitourinarias.

En Paraguay se usa la infusión de las hojas contra la estrechez y la uretritis de origen blenorragico. Para curar úlceras y heridas se ha empleado el "bálsamo de los jesuitas" que se prepara hirviendo las hojas hasta obtener un líquido espeso al que se añade alcohol de 80°.

La gomoresina está compuesta de un 40% de goma y de 60% de resina, siendo ésta última el principio activo; dicha gomoresina es blanco azulado, quebradiza, inodora y de sabor acre y amargo; funde a 40°C y forma con el agua una emulsión persistente.

La resina sola es amarilla semifluida al principio y después dura y quebradiza de olor balsámico; es soluble en los álcalis.

La emulsión de gomoresina se ha usado con resultados favorables para quitar las manchas de las córneas y como tópico poderoso en la curación de las heridas. La goma puede usarse también como purgante y como modificador del aparato respiratorio. Finalmente se emplea el jugo de las ramitas tiernas para combatir las neblinas de los ojos.

PROPAGACION DE Schinus molle.

Tanto en la naturaleza como en los viveros la propagación del pirú se realiza por semillas, sin embargo éstas muestran frecuentemente una germinación difícil (Camacho, 1985).

Varios autores han encontrado que el mesocarpio del fruto de ésta planta contiene sustancias inhibidoras de la germinación, principalmente, ácidos fenólicos, el terpeno felandreno y el alcohol terpenoide carvacol, que son solubles y volátiles (Anaya y Gómez, 1971; Camacho, 1985; León, 1979; Nielsen y Muller, 1980).

Para que éstas semillas germinen es necesario que los inhibidores se eliminen ó inactiven hasta un grado tal, que permita la ruptura del bloqueo germinativo (Salisbury y Ross, 1978). En la naturaleza ésto se produce mediante lixiviación por las lluvias, inactivación por el calor ó por la pérdida de las cubiertas cuando las semillas son ingeridas por animales (Camacho, 1987).

Camacho, (1985) encontró que quitando el mesocarpio que envuelve las semillas de pirú se produce una germinación tan rápida y completa como la de los embriones extraídos. Por otro lado, los extractos obtenidos en las drupas del pirú inhiben la germinación de las semillas sin mesocarpio (Anaya y Gómez, 1971; Camacho, 1985; León, 1979 y Nielsen y Muller, 1980).

Entre otros tratamientos que se han utilizado para estimular la germinación de semillas de pirú, Camacho (1987), menciona los siguientes: Escarificación mecánica del mesocarpio, inmersión en ácido

sulfúrico concentrado ó diluido, Inmersión en agua hirviendo y aplicación de hormonas.

Ramírez (1990) encontró resultados divergentes, en cuanto a la necesidad de tratamientos pregerminativos sobre dichas semillas, cuando empleó diferentes métodos de siembra ya que en siembras sobre papel filtro, los mejores tratamientos fueron el remojo durante 24 horas y la eliminación del mesocarpio, ambos causaron porcentajes de germinación notablemente mayores al de los testigos.

Por su parte Montero y Estevez (1983), evaluaron tratamientos pregerminativos en el pirú, de los cuales el mejor tratamiento fue en el que se utilizó la escarificación mecánica con lija para madera o esmeril y posteriormente inmersión en soluciones hormonales de giberelina y Kinetina, las cuales tuvieron un efecto considerable en el estímulo de la germinación para ésta especie.

Asimismo, Nielsen y Muller (1980), probaron 6 tratamientos pregerminativos en pirú, de los cuales el mejor fue cuando la semilla se sumergió en ácido sulfúrico al 10% por 5 minutos. Actualmente el tratamiento con ácido se emplea en algunos viveros en los que las semillas de pirú se sumergen algunos segundos en el ácido concentrado y se lavan después en agua corriente; antes de la siembra.

Finalmente, Camacho (1985) encontró que remojar las semillas de pirú de 12 a 24 horas en agua permite una germinación rápida y completa, como cuando se escarifica quitándoles el mesocarpio. El remojo resulta la mejor elección desde el punto de vista práctico y económico ya que no requiere de una sustancia cara y peligrosa como sucede con el ácido, así como un aparato especial como el necesario

para realizar la escarificación mecánica, ni exponer a que las semillas pierdan la viabilidad por sobrecalentamiento, además se puede tener un buen control de las variables que afectan el tratamiento, lo que no sucede con la intemperización que depende del estado del tiempo. La lixiviación de los inhibidores obtenida con el remojo aumenta con la duración del tratamiento, la temperatura y la renovación del agua .

En lo que respecta a la densidad de siembra en Schinus molle (Ramírez,1990) encontró que las siembras directas en envases son una buena alternativa de las siembras densas de almácigo ya que hasta con 5 semillas por envase no fue necesario ningún tratamiento pregerminativo; sin embargo en siembras densas efectuadas en botes el aumento de la densidad de siembra disminuyó el porcentaje de germinación. En siembras a densidades que cubrieran del 20% al 100% de la superficie de la tierra sólo con tratamientos a base de remojo se logró superar a la germinación de los testigos aunque el aumento en la densidad de siembra la afectó negativamente.

Por su parte (Terrazas, 1987) observó que el porcentaje de germinación decrece con el incremento de la densidad de siembra, el número de semillas germinadas se incrementa hasta un máximo para posteriormente decrecer, éste comportamiento no se debe a la competencia por agua y oxígeno entre las semillas; sino a la concentración de inhibidores contenidos en las semillas, y lixiviados en el suelo, que se tienen al incrementar la densidad de siembra.

Así, conforme aumenta la densidad de siembra baja el porcentaje de germinación y con bajas y elevadas densidades de siembra se obtiene un bajo número de plántulas.

OBJETIVO

La finalidad de este experimento es demostrar la existencia de un falso estímulo a la germinación debido a la forma en que se instalan los testigos.

HIPOTESIS

Si parte de los procesos germinativos se realizan durante un remojo prolongado entonces las semillas de Schinus molle sometidas a este tratamiento germinarán en forma similar a semillas remojadas y secadas, sembradas al inicio del tratamiento de remojo, por otra parte tendrán una germinación aparentemente más rápida que las semillas remojadas y secadas sembradas al terminar el tratamiento de remojo dando lugar ésta última opción a observar un falso estímulo germinativo, atribuible al momento en que se siembran los testigos.

METODOLOGIA

Se trabajó con semillas de Schinus molle L. recolectadas en la localidad de Atenco Estado de México en Junio de 1990.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- a) Testigo
- b) Remojo continuo durante 1, 3 y 5 días.

Las unidades experimentales estuvieron compuestas por 50 semillas, se colocaron dentro de bolsas de malla de mosquetero de plástico, y posteriormente se colocaron dentro de 1 frasco con agua a temperatura ambiente; se empleó un frasco de 1 litro de agua para cada unidad experimental; el agua se renovó diariamente.

Todas las unidades experimentales a las cuales se les aplicó remojo continuo, lo iniciaron simultáneamente; por lo que se retiraron del agua y se sembraron conforme se cubrieron las duraciones del tratamiento planteadas.

- c) Remojo durante 24 horas y secado posterior.

Como el anterior, una vez terminado el remojo las semillas se secaron al sol (Camacho 1985).

Con el fin de disponer de semillas preparadas de ésta forma en el momento en que se inició la aplicación del remojo continuo, el remojo y secado se efectuó 2 días antes, se hicieron siembras tanto de éste tratamiento como del testigo, el día que se inició el remojo continuo , así como 3 y 5 días después.

En el cuadro 4.1 se esquematiza la forma en que se aplicaron los tratamientos y se hicieron las siembras; éstas se hicieron en cajas de petri estériles con papel secante como sustrato.

La incubación se realizó en una germinadora a 22°C ; durante los 15 días que duró el experimento se efectuaron las evaluaciones diarias del número de semillas germinadas las cuales deberían tener una radícula de cuando menos 1.0 centímetro de largo.

Se hicieron 4 repeticiones por tratamiento y se distribuyeron en las charolas de la germinadora siguiendo un diseño de bloques al azar .

Cuadro 4.1 Calendario de tratamientos y siembras de Schinus molle

Tratamientos	DIAS									
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	
remojo continuo										
por 5 días			R	R	R	R	R	↓		
remojo continuo										
por 3 días			R	R	R	↓				
remojo continuo										
por 1 día			R	↓						
remojo y secado	R	S	↓							
remojo y secado										
do de 1 día.	R	S		↓						
remojo y seca										
do de 3 días	R	S				↓				
remojo y seca-										
do de 5 días	R	S						↓		
Testigo 0			↓							
Testigo 1				↓						
Testigo 3						↓				
Testigo 5								↓		

Simbología

R = remojo

S = secado

↓ = siembra

Schinus molle

RESULTADOS

Como se puede observar en las gráficas (Fig 4.1) las semillas remojuadas tuvieron una germinación superior a las de las semillas no tratadas ; ésto se cumplió no obstante que se hubiera aplicado secado posterior , el estímulo también se registró a pesar de las diferentes duraciones del tratamiento.

Las semillas que se remojaron en forma continua tuvieron una germinación que evolucionó en forma similar a la de las semillas que se remojaron, secaron y sembraron el día que se inició el tratamiento ; como podemos observar en las gráficas no se registraron diferencias grandes. En cuanto a las semillas que se remojaron , secaron y se sembraron el día que terminó el tratamiento se observa que las gráficas están desplazadas hacia la derecha y que esa distancia aumentó conforme se incrementó la duración del tratamiento ésto en apariencia indica que la germinación se realiza más lentamente.

Al separar las gráficas correspondientes a los tratamientos de remojo y secado y compararlos entre si se observa también que éstas gráficas tienden a estar desplazadas hacia la derecha conforme se dió más tiempo para realizar la siembra y ésto es una situación natural ya que las semillas que se siembran después van a tender a germinar más tarde (figura 4.2 a).

Si consideramos un inicio simultáneo de la germinación en todas éstas gráficas y se hace el espaciamento de la escala de medición de tiempo requerido se va a encontrar que éstas gráficas se cruzan y son muy cercanas entre si lo cuál indica que no hay diferencias entre éstos tratamientos (figura 4.2 b).

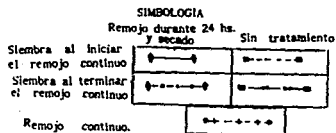
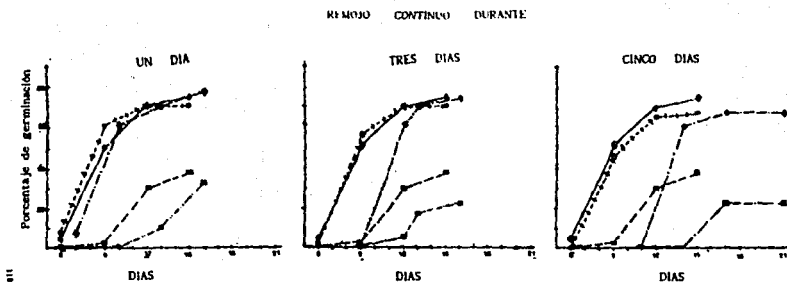


Figura 4.1 diferencias debidas a la duraci3n del remojo continuo de semillas de *Schinus molle* L. en relaci3n con el momento en que se siembran los testigos.

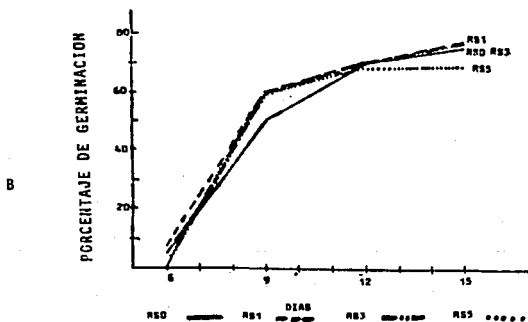
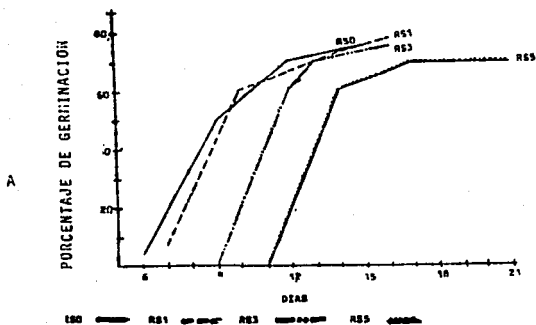


Figura 4.2 Diferencias debidas al momento en que se sembraron semillas de *Schinus molle* remojadas 24 horas y secadas: a) el tiempo se midió considerando el momento de siembra de RSO y b) el tiempo de germinación se midió considerando el momento de siembra de cada tratamiento. (Los números en las gráficas indican los días que transcurrieron de la siembra de RSO a la siembra de cada uno de los tratamientos restantes).

Efecto de los tratamientos de acuerdo con el valor germinativo

Al considerar el valor germinativo se encontró una gran concordancia con el análisis gráfico realizado. Los testigos siempre tuvieron una calidad germinativa inferior a la que se obtuvo aplicando el remojo sin importar que se hubieran secado las semillas después y que los tratamientos hubieran durado más o menos; también se encontró que cuando se remojaron y se secaron las semillas no hubo diferencias debidas al momento en que se sembraron es decir si se sembraron al inicio del remojo 1, 3 ó 5 días después, se obtuvo un promedio que no difería significativamente entre los tratamientos.

Cuando en el remojo continuo si se consideró el tiempo de germinación desde el inicio del remojo se encontró que no hubo diferencias tampoco respecto a lo que se obtiene remojando y secando las semillas; es decir la germinación evolucionó en forma similar. Sin embargo cuando se tomó el tiempo de germinación a partir de la siembra se encontraron ya diferencias significativas con 3 días de remojo continuo, si el tiempo de germinación se toma antes ó después del inicio del remojo, ó al final no hay diferencias significativas; sin embargo cuando el remojo se prolongó por 3 y 5 días, si se encontraron diferencias significativas; es decir se encontró que era mejor remojar la semilla continuamente y se observa entre los tratamientos de remojo continuo, que hay una tendencia a que la calidad de la germinación se incremente conforme se remojaron más tiempo las semillas.

Con un día de remojo continuo no hubo diferencias con lo obtenido al remojar y secar.

Cuadro 4.2 Valor germinativo de semillas de Schinus molle en relación con los tratamientos aplicados.

Tiempo de remojo ó día de la siembra tomado como base el inicio del remojo.	remojo con siembra inmediata con el tiempo de germinación tomado desde:			
	Testigo	24 Hr de remojo y secado	el inicio del remojo	la siembra
0	2.71d	7.21c	—	—
1	2.08d	7.66c	7.58bc	8.46bc
3	1.81d	6.93c	6.96c	10.13ab
5	1.82d	7.29c	6.12c	11.83 a

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

DISCUSION

El presente trabajo pretende dar respuesta a la interrogante referente al momento en que se deben de sembrar los testigos. La cuestión es la siguiente : se deben de poner los testigos al iniciar el tratamiento de remojo ó cuando termina éste ?

Las conclusiones que se obtienen con cada opción son diferentes ; si los testigos se siembran el día que se inicia el remojo no se encuentran diferencias entre el comportamiento de las semillas remojadas en forma continua por varios días con respecto a las que se remojaron y se secaron; si se siembran los testigos (en éste caso las semillas remojadas y secadas que es un testigo sin latencia) el día en que termina el tratamiento se van a encontrar diferencias muy grandes que indican que la germinación es mejor remojando en forma continua. Inmediatamente surge la siguiente pregunta : Cuales son las conclusiones válidas? la respuesta se encuentra en las gráficas las cuales indican en forma muy clara que la germinación de las semillas remojadas y secadas fué similar a las que se remojaron en forma continua.

El primer paso para que se realice la germinación de las semillas es la imbibición, pues la germinación puede desarrollarse en el agua siempre y cuando haya un buen contenido de oxígeno ; que gran parte de los procesos de germinación de las semillas se están realizando durante el tratamiento de remojo entonces el sembrar un testigo al término del tratamiento está dando una ventaja

falsa a éste; ésta ventaja es debida a que, prácticamente lo hemos sembrado antes,ésto se puede observar bien en la gráfica 4.2a donde se ve que las semillas que se sembraron antes germinaron aparentemente mejor que las que se sembraron después y a pesar de que es el mismo tratamiento está situación se vuelve a repetir con la primera gráfica pues siempre hay un desplazamiento hacia la derecha de los tratamientos de remojo y secado, nos encontramos ante una situación en la cual se presenta un estímulo a la germinación que es falso, esto es debido a que las semillas se sembraron antes.

CONCLUSIONES

--Las semillas remojadas y las semillas remojadas con secado posterior tuvieron una germinación superior a las semillas no tratadas debido a la lixiviación de inhibidores.

-- Si los testigos se siembran el día en que se inició el remojo no se encuentran diferencias entre el comportamiento de las semillas remojadas en forma continua por varios días con respecto a las que se remojaron y secaron.

-- Si los testigos se siembran (En éste caso las semillas remojadas y secadas que es un testigo sin latencia) el día en que termina el tratamiento se van a encontrar diferencias muy grandes que indican que la germinación es mejor remojando en forma continua, de hecho al remojarse varios días se tiene un adelanto importante de los procesos germinativos y no solo la lixiviación de inhibidores.

-- Al comparar las gráficas correspondientes a los tratamientos de remojo continuo y remojo y secado entre sí se observa que tienden a estar desplazadas hacia la derecha conforme se dió más tiempo para realizar la siembra debido a que las semillas que se siembran después tienden a germinar más tarde.

-- Si se considera un inicio simultáneo de la germinación, en todas las gráficas se encuentra que éstas se cruzan y son más cercanas entre sí lo cual indica que no hay diferencias entre éstos tratamientos.

--los testigos deben sembrarse en el momento en que se inicia un tratamiento que implique la imbibición de las semillas, éstos tratamientos pueden cubrir desde la estratificación fría, estratificación cálida y cualquier otro tratamiento que implique la imbibición de las semillas con largo tiempo de tratamiento.

INFLUENCIA DEL NITRATO DE POTASIO Y DE SOLVENTES ORGANICOS
SOBRE LA GERMINACION DE Schinus molle.

RESUMEN

Se ha considerado que la aplicación de solventes orgs. y de KNO_3 puede eliminar la latencia química. Con el fin de estimular la germinación de Schinus molle se hizo un experimento en cajas de petri con papel filtro, las cuales se distribuyeron en las incubadoras siguiendo un diseño de bloques al azar.

Se comparó el efecto de remojar 12 horas las semillas de pirú en las siguientes sustancias: Acetona, Xilol, Alcohol y una solución de Nitrato de potasio al 0.05 % con un testigo sin tratamiento y otro remojado 12 horas en agua.

Al emplear un testigo sin tratamiento para evaluar el efecto del remojo de las semillas de pirú en una solución de Nitrato de potasio se observó una notable mejora de la germinación, la cuál es similar a la que se obtiene al remojar las semillas en agua.

Se concluyó que al planear experimentos para evaluar tratamientos para eliminar latencia de semillas, se tiene que disponer de testigos adecuados para evitar que las ventajas que se lleguen a observar resulten de que el solvente empleado para aplicar una sustancia sea capaz de eliminar por sí sólo los mecanismos inhibitorios presentes.

La inmersión en los solventes orgánicos fué en detrimento de la germinación.

INTRODUCCION

Se ha planteado que las semillas de Schinus molle son un buen ejemplo de semillas con latencia química (Camacho, 1985 y Nielsen y Muller, 1980).

Existe la posibilidad teórica de que los solventes orgánicos puedan eliminar ese tipo de latencia con más eficiencia que el remojo con agua, pues se ha observado que la acetona y el diclorometano eliminan la latencia en lechuga (Crocker y Barton 1957), lo mismo que la inmersión de semillas de varias especies de Paspalum y otros pastos en cloroformo, etanol, éter, metanol y Xilol (Hendricks y Taylorson, 1980), (Taylorson y Hendricks, 1977), (Taylorson, R. B. 1979).

El efecto de los solventes orgánicos se puede atribuir a lixiviación de inhibidores, liberación de promotores y a cambios en la permeabilidad de cubiertas y membranas (Khan, 1977) además a éstos tratamientos se les puede atribuir como ventajas ser más baratos que las hormonas, servir de vehículo para éstas, ser fáciles de conseguir y no dejar las semillas mojadas pues se evaporan rápidamente; se conocen casos en que las semillas permeables han soportado inmersiones de hasta 3 meses de duración (Hendricks y Taylorson, 1980) (Khan, 1977).

OBJETIVOS

Evaluar la efectividad de ciertos solventes orgánicos como acetona, xilol, alcohol en las semillas que presentan latencia química.

Evaluar la efectividad de una solución de nitrato de potasio al 0.05% en las semillas que presentan latencia química, además de disponer de testigos adecuados para demostrar el falso estímulo a la germinación ocasionado cuando se utilizan sustancias disueltas en agua.

HIPOTESIS

Si los solventes orgánicos son efectivos para eliminar inhibidores presentes en la cubierta externa de Schinus molle sin dañar la viabilidad de las semillas, entonces se obtendrá una germinación superior ó igual a la obtenida al remojar las semillas en agua.

Si la germinación de Schinus molle depende de la lixiviación de los inhibidores por el agua y no es afectada negativamente por bajas densidades de KNO_3 entonces el estímulo obtenido al remojar en una solución acuosa de éste compuesto dará un estímulo germinativo similar al logrado por remojar únicamente en agua , como la germinación del testigo sin tratamiento es inferior, no disponer de semillas remojadas en agua conducirá a atribuir el estímulo germinativo al KNO_3 .

METODOLOGIA

Se trabajó con semillas de Schinus molle L. recolectadas en la localidad de Atenco Estado de México (1990); se probaron 5 tratamientos y 1 testigo ; los tratamientos aplicados fueron Inmersión por un lapso de 12 horas en las siguientes sustancias:

- a) Xilol al 10%
- b) Alcohol al 96%
- c) Agua
- d) Acetona al 98%
- e) Una solución al 0.05 de KNO_3

Para la inmersión, las semillas se metieron en bolsas de malla de mosquitero de plástico y se etiquetaron con sus respectivos tratamientos, el testigo se sembró el mismo día que los tratamientos.

La unidad experimental estuvo constituida por 50 semillas las que previamente tratadas se colocaron en una caja de petri estéril con papel absorbente humedecido. Se sembraron 4 repeticiones de los testigos y los tratamientos.

La incubación se realizó en una germinadora a $22^{\circ}C$; durante los 15 días que duró el experimento se efectuaron las evaluaciones del número de semillas germinadas.

RESULTADOS

En el experimento las correlaciones del valor germinativo fueron altas para los días medios y para el porcentaje de germinación, pues en ambos fueron mayores del 85% y son evidentemente significativos, se puede decir que en ambos el índice de Maguire fue sumamente afectado por las 2 variables mencionadas.

La correlación con la desviación típica obtuvo un valor muy bajo (0.111) y no fue significativa.

Cuadro 4.3 Correlación del valor germinativo de Maguire con otros índices germinativos en semillas de Schinus molle.

Índices Germinativos	Coefficiente de Correlación
Capacidad germinativa	0.891 **
Días medios de germinación	0.946 **
Desviación típica del tiempo a la germinación.	0.111 NS

NS = No significativo.

** = significativo con $\alpha = 0.01$

Con respecto al porcentaje de germinación podemos observar estadísticamente que los tratamientos correspondientes a agua, y KNO_3 reportaron los porcentajes más altos de germinación. los tratamientos correspondientes a Xilol, Alcohol, Acetona y al testigo tuvieron un porcentaje más bajo lo cual quiere decir que se comportaron similarmente entre ellos (cuadro 4.4).

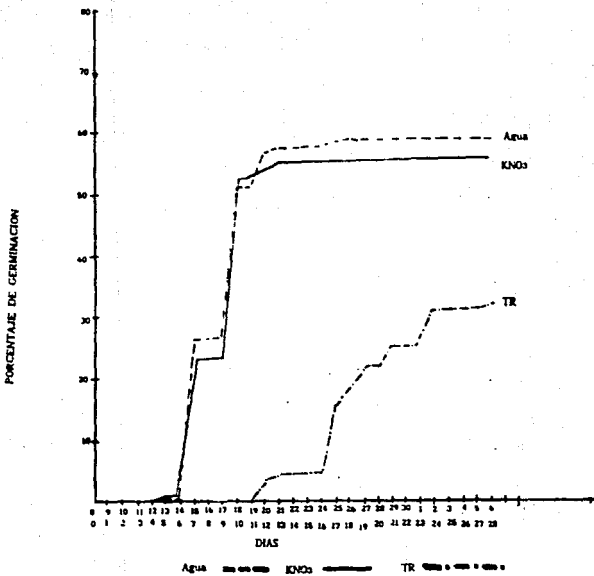
Gráficamente se observa que el agua presenta el mayor porcentaje seguida por el KNO_3 quedando los demás tratamientos con porcentajes mucho menores y similares entre sí.

En relación al porcentaje de semillas firmes podemos decir que estadísticamente el tratamiento de acetona obtuvo el mayor porcentaje; los tratamientos de Xilol, Alcohol y el testigo se comportaron similarmente obteniendo todos un porcentaje un poco más bajo y finalmente los tratamientos de Agua y KNO_3 obtuvieron los menores porcentajes.

Gráficamente podemos observar que la acetona presenta el más alto porcentaje de semillas firmes seguida por el testigo y el Xilol. El Alcohol presentó una cantidad menor a los tratamientos anteriores y al final quedaron los tratamientos de KNO_3 y Agua (gráfica 4.4).

Con respecto a las semillas muertas los tratamientos con mayor porcentaje son el Alcohol y el Xilol. El testigo y el tratamiento de acetona se comportaron similarmente entre sí obteniendo un porcentaje más bajo al anterior y el más bajo se obtuvo en el agua y el KNO_3 no obstante todos los tratamientos tuvieron un comportamiento estadísticamente similar (cuadro 4.4).

En la gráfica se puede apreciar que el Alcohol obtuvo el porcentaje más alto seguido por el Xilol , la Acetona; el Agua y el KNO_3 los cuales presentaron porcentajes más bajos (gráfica 4.4).



Gráfica 4.3 Efecto de los tratamientos de agua, KNO₃ y un testigo sobre la germinación de *Schlaus molle*.

Velocidad de germinación

Con respecto a los días medios (Velocidad de germinación) podemos observar en lo referente a la estadística que los tratamientos correspondientes a Xiloi y Agua obtuvieron la mayor velocidad de germinación; como se esperaba el testigo registró la menor velocidad (cuadro 4.5).

Tomando en cuenta las gráficas se puede observar en cuanto al tiempo a la germinación que la curva correspondiente a los tratamientos de Agua y KNO_3 presentan el menor tiempo al inicio de la germinación; esto puede observarse porque ambas curvas son las más cercanas al eje de las "Y" (Porcentaje de germinación) y en ambas la germinación comenzó al cuarto día de haberse sembrado las semillas.

El testigo presenta el mayor tiempo para el inicio de la germinación (al undécimo día de haber sido sembradas las semillas) y la curva obviamente se encuentra mucho más alejada del eje de las "Y" (gráfica 4.3).

Cuadro 4.4 Porcentaje de germinadas, firmes y muertas en semillas de Schinus molle en relación a los tratamientos aplicados.

Tratamiento	Germinadas	Firmes	Muertas
Agua	58.50 a	3.00b	38.50 a
Acetona	13.50 b	33.50 a	53.00 a
Xilol	15.00 b	23.50ab	61.50 a
KNO ₃	55.50 a	2.00 b	42.50 a
Alcohol	15.00 b	13.50ab	71.50 a
Testigo	15.50 b	27.00ab	57.50 a
D M H	31.47	25.24	33.13

En cada columna la misma letra agrupa valores iguales de acuerdo con la prueba de Tukey al 95 %.

D M H= Diferencia mínima honesta.

Calidad de la germinación

Los tratamientos con la mayor calidad de germinación son los correspondientes al Agua y al KNO_3 ; estos dos tratamientos tuvieron un comportamiento estadísticamente similar, todos los demás tratamientos registraron una calidad inferior y se comportaron similarmente entre ellos (cuadro 4.5).

Gráficamente en lo referente a la capacidad germinativa podemos decir que la mayor capacidad se obtuvo con el tratamiento de agua seguida por la curva correspondiente al tratamiento de KNO_3 (59% y 55% de germinación aproximadamente).

la menor capacidad germinativa estuvo representada por el testigo ya que la altura de la curva es mucho menor (32% aproximadamente) (gráfica 4.3).

Uniformidad germinativa

En relación a la uniformidad germinativa podemos decir que todos los tratamientos se comportaron de manera similar estadísticamente (cuadro 4.5).

Gráficamente las curvas con mayor uniformidad germinativa son las correspondientes al Agua y KNO_3 ya que presentan la misma pendiente (en ambas la pendiente es mas vertical).

El testigo presentó la mayor heterogeneidad puesto que su pendiente está muy inclinada con respecto a las otras dos (gráfica 4.3).

Cuadro 4.5 Tiempo de germinación, Uniformidad germinativa y Calidad germinativa en semillas de Schinus molle en relación a los tratamientos aplicados.

Tratamiento	Días medios (DM)	Uniformidad germinativa (S)	Maguire (MG)
Agua	7.74 b	1.88 a	6.92 a
Acetona	13.33 a	1.51 a	0.93 b
Xilol	7.52 b	0.98 a	1.06 b
KNO ₃	"13.71" a	1.46 a	6.57 a
Alcohol	"13.01" a	1.44 a	1.11 b
Testigo	"14.07" a	0.83 a	1.02 b
D M H	1.56	1.72	4.60

En las medidas entre comillas no hubo germinación en algunas repeticiones.

En cada columna la misma letra agrupa valores iguales de acuerdo con la prueba de Tukey al 95 %.

D M H = Diferencia mínima honesta.

Comportamiento de los testigos.

Las semillas en las cuales no se aplicó ningún tratamiento presentaron una germinación aproximadamente del 15%, con respecto a las semillas firmes podemos mencionar que aunque no se presentaron diferencias significativas en lo referente a las semillas remojadas en agua el porcentaje alcanzado fue de alrededor del 30% y las semillas muertas alcanzaron un porcentaje alto (mayor al 50%).

En cuanto a las semillas remojadas en agua podemos decir que presentaron un porcentaje relativamente alto de germinación aproximadamente al 60%. Con respecto a las semillas firmes el porcentaje fue muy reducido (no mayor al 5%). No obstante el porcentaje de semillas muertas fue relativamente alto (Aproximadamente del 40%).

Finalmente en la velocidad de germinación el remojo en agua presentó la mayor velocidad de germinación y su valor fue significativamente menor al obtenido por el testigo sin tratamiento.

Es importante mencionar que en ésta especie no hubo presencia de semillas duras como podemos observar en el cuadro ya que no existe un problema de Impermeabilidad.

Cuadro 4.6 Germinación de semillas de Schinus molle remojadas en agua y sin tratamiento.

	Germinadas	Duras	Firmes	Muertas	Días medios
Testigo	15.50 b	0.00 a	27.00a	57.50a	''14.07''a
Remojo en agua	58.50 a	0.00 a	3.00 a	38.50 a	7.74 b

Análisis de Efectos:

En el cuadro 4.7 se presentan las cantidades que se utilizaron para efectuar el análisis de efectos.

Cuadro 4.7 cantidades usadas para realizar pruebas de hipótesis para el análisis de efectos en semillas de Schinus molle tratadas con diferentes solventes orgánicos.

Variable	Valor Máximo	Valor Mínimo	Testigo sin tratamiento	Diferencia mínima Honesta *
Germinadas	58.50	0	15.50	31.47
Firmes	58.50	0	27.00	25.24
Muertas	100	0	57.50	33.13
Días medios	∞	7.52	14.07	1.56

∞ = Indeterminado

* = Tukey

Las pruebas de hipótesis efectuadas en las 4 variables consideradas produjeron 3 combinaciones distintas (Cuadros 4.7 y 4.8).

En casi todos los tratamientos el efecto sobre el tiempo de germinación fue nulo y sólo en uno de los casos fue máximo negativo (cuadro 4.8).

Cuadro 4.8 Efectos obtenidos con la aplicación de diferentes solventes orgánicos en semillas de Schinus molle .

Agua	Acetona	Xilol	KNO ₃	Alcohol
A /// Z	X ///	X ///	A ///	X ///

El tratamiento correspondiente al agua se colocó en la categoría de tratamiento máximo positivo ya que fue el único que presentó un máximo en la germinación mientras que la cantidad de semillas firmes y muertas fue mínima no obstante la velocidad de la germinación alcanzó un máximo negativo (Cuadros 4.8 y 4.9).

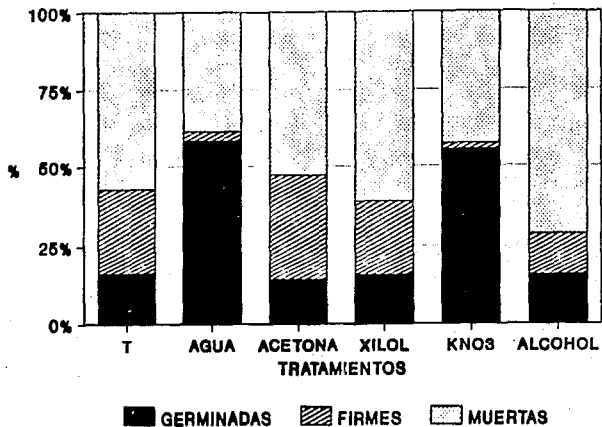
El tratamiento correspondiente a KNO₃ se colocó en la categoría de tratamiento medio positivo ya que presentó una gran cantidad de semillas germinadas obteniéndose un porcentaje nulo en todas las demás variables.

Los tratamientos correspondientes a Acetona, Xilol y Alcohol se colocaron en la categoría de tratamiento nulo es decir el porcentaje de germinación obtenido fué mínimo y en las demás variables el efecto fué nulo (Cuadros 4.8 y 4.9).

Cuadro 4.9 Tipos de tratamientos obtenidos con la aplicación de diferentes solventes orgánicos en semillas de Schinus molle .

Agua	Acetona	Xilol	KNO ₃	Alcohol
Tratamiento máximo Positivo	Tratamiento nulo		Tratamiento medio Positivo	Tratamiento nulo

Schinus molle



Grafica 4.4 Efecto de los tratamientos de Agua, Acetona, Xilol, KNOS,

Alcohol y un testigo sobre el estado de las semillas al término del experimento en Schinus molle.

DISCUSION

En éste experimento en el cual se probaron los tratamientos correspondientes a agua, acetona, alcohol, Xilol, Testigo y KNO_3 podemos decir que tanto el agua como el KNO_3 se comportaron de manera similar en todos los casos , ésto nos está reflejando el falso estímulo a la germinación proporcionado por el agua; por ello para el empleo de ésta substancia es necesario poner mucha atención en cuanto al tiempo y el tipo de testigos que se van a manejar pues, si únicamente se probara un testigo sin tratamiento no se podría observar que es lo que realmente ésta proporcionando estímulo a la germinación, es decir al evaluarel KNO_3 se encontraría que éste tiene un efecto estimulante en la germinación sin embargo al probar también un testigo remojado en agua nos podemos dar cuenta que el efecto estimulante del KNO_3 está dado por el solvente y no por el soluto.

Con ésto se puede inferir que el KNO_3 está proporcionando un falso estímulo a la germinación.

Haciendo referencia a los demás tratamientos no consideramos recomendable el empleo de disolventes como Alcohol, Acetona y Xilol ya que con éstos tratamientos se obtuvo un bajo porcentaje de germinación y alto porcentaje de semillas muertas por lo cual se deduce que son tratamientos inadecuados y tal vez severos.

Por todo lo anterior podemos deducir que el agua fue el mejor tratamiento para inducir la germinación pues obtuvo la mayor capacidad germinativa, el menor tiempo para el inicio de la germinación y además presenta la mayor uniformidad germinativa; como en términos prácticos

se busca el menor tiempo a la germinación para reducir costos consideramos más recomendable el empleo de este tratamiento.

Al planear experimentos para evaluar tratamientos para eliminar la latencia de semillas se tiene que disponer de testigos adecuados para evitar que las ventajas que se lleguen a observar resulten de que el solvente empleado para aplicar una sustancia sea capaz de eliminar por sí solo los mecanismos inhibitorios presentes.

CONCLUSIONES

-- Al emplear un testigo sin tratamiento para evaluar el efecto del remojo de las semillas de pirú en una solución de nitrato de potasio se observa un notable incremento de la germinación, la cuál es similar a la que se obtiene al remojar las semillas en agua lo que indica que el estímulo lo dió el solvente y no el soluto.

--La aplicación de Alcohol y Xilol fueron letales ya que con éstos se obtuvieron los porcentajes más altos de mortandad en las semillas posiblemente por interferencia con procesos metabólicos y lixivación de sustancias requeridas para la germinación.

--Los tratamientos con mayor calidad en la germinación, capacidad germinativa y Uniformidad germinativa correspondieron al agua y al KNO₃.

--En éstos tratamientos aplicados se registró una germinación superior a la encontrada en las semillas no tratadas lo que indica que en ésta especie para obtener una germinación favorable es necesario aplicar un tratamiento.

BIBLIOGRAFIA

Anaya, A.L. y Gómez, P. A. 1971. Inhibición del crecimiento producido por el pirúl. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural . 32:99-109.

Camacho, M. F. 1985. Identificación del mecanismo que inhibe la germinación de Schinus molle L. y forma de eliminarlo. Ciencias Forestales 10 (55):49 pp.

Camacho, M. F. 1987. Dormición de semillas, Aspectos generales y Tratamientos para eliminarla. Tesis Prof. Ing. Agron. Esp. en Fitotecnía Univ. Aut. Chapingo México p 174.

Crocker, W. and Barton , B . 1957. Physiology of seeds; an Introduction to the experimental study of seed germination problems. Chronica Botany Company U. S. A. 267 pp.

Doran, J. C; Boland , D. J. Turn , J. W. y Gum, B. V. 1983. Manual de semillas de Acacla en zonas secas. FAO. Italia. 114 pp.

Engstron, H. E. and Estockelet, P . 1941 Nursery Practice for trees and shrubs USDA for Ser. Mjc. Publ. N 30 U. S. A. 300 pp.

Hendricks, S. B. and Taylorson, R. B. 1980 . Reversal by presure of sed germination promoted by anesthetics. Planta 149 (2): 108-111.

Khan, 1977. Seed dormancy changing concepts and theories En : Khan ,
A. A. Physiology and Biochemistry of seed dormancy and Germination
Elsevier / North Holland Biomedical Press Holanda 29-49 pp.

Khan, 1977. Preconditioning, germination and performance of seeds
En Kahan, A. L. (Ed) Physiology and Biochemistry of seeds. En Khan
A. L. (Ed) Physiology and Biochemistry of seed Dormancy and
Germination Elsevier / North Holland Biomedical Press. Holand
283-316 pp.

León, L. J. 1979. Determinación de la posible acción de alelopáticos en
el pirú (Schinus molle L) sobre otras plantas. Tesis ENCB, IPN
México 56 pp.

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

Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos
de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México 767 pp.

Montero, N. C. y Estevez, M. J. E. 1983. Respuesta de las semillas de
16 especies forestales a diferentes tratamientos progerminativos.
Ministerio de Agricultura. Investigaciones Forestales (14) Columbia
pp : 1-25.

Nielsen, E. T. y Muller, W. H. 1980. Comparison of the relative naturalization ability of two Schinus species in the Southern California. Seed Germination. Bolletín of the Torrey Botanical Club . 107 (1): 51-56.

Nikolaeva, G. M. 1969. Physiology of seed dormancy in seeds. Trad Shapiro S. I. P. S. T. Press, Israel 220 pp.

Ramirez, P. J. 1990. Respuesta de la emergencia del pirú Schinus molle L. al remojo y al número de semillas por envase en siembra directa . Tesis Prof. Biol. Facultad de Ciencias UNAM, México. 48 pp.

Rzedowsky y Rzedowsky 1979. Flora fanerogámica del Valle de México . CECSA 288-291 pp.

Rosales, M. P. 1986. Efecto de tratamientos térmicos en presiembra de semillas dura e impermeable del género Acacia (Acacia saligna) Labill H. Wendl. Tesis. Prof. Ing. Agríc. FESC- UNAM 83 pp.

Sallsbury F. B. and Ross, C. W. 1978. Plant physiology Wasdworth U. S . A. 422 pp.

Sanchez, O. 1976. La flora del Valle de México.Herrero, México 519 pp .

Taylorson, R. B. and Hendricks , S. B. 1977. Dormancy in seeds An . Rev. Plant. Physiol. 28: 331-354 pp.

Taylorson, 1979. Overcoming seed dormancy with ethanol and ether anesthetics. *Planta* 145 (5) : 507-510.

Terrazas, P. D. 1987. Determinación de la densidad óptima de siembra en semillas para pirú (Schinus molle L.) Tesis Prof. Ing. Agrícola Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. México 65 pp.

RUPTURA DE LA LATENCIA EN SEMILLAS DE Cassia tomentosa MEDIANTE
INMERSION EN AGUA CALIENTE.

RESUMEN

Cassia tomentosa es un recurso forestal abundante en diversas zonas de nuestro país así como en Centro y Sudamérica. Esta especie es de importancia sobre todo ornamental.

En 1990 el personal de un Vivero ubicado en Iztapalapa solicitó el apoyo del CIFAP -DF para optimizar el uso de las semillas de las retamas, pues se obtenían germinaciones bajas; las observaciones preliminares indicaron que se tenían porcentajes importantes de semillas impermeables.

Con el fin de encontrar un tratamiento que eliminara éste problema se realizó un experimento factorial en el que se combinaron temperaturas de inmersión en agua (62, 72, 82 y 92°C) con duraciones del tratamiento (3, 6, 9 y 12 minutos). Las siembras se realizaron en cajas de petri con papel filtro y se acomodaron en una incubadora siguiendo un diseño de bloques al azar.

Se encontró que más del 85% de las semillas de Cassia tomentosa sin tratamiento son impermeables y que la mejor germinación se obtuvo con la inmersión a 82°C de 6 a 12 minutos.

El tratamiento con agua caliente a la temperatura adecuada permitió obtener más del 70% de germinación por lo que se recomienda su empleo mientras que la aplicación de agua hirviendo (92°C) fué letal para las semillas.

INTRODUCCION (Cassia tomentosa)

Cassia tomentosa es un recurso forestal abundante en diversas zonas de nuestro país, así como en Centro y Sudamérica; en México se le encuentra cerca de las viviendas, pues es utilizada como planta de ornato (Standley y Steyermark 1946).

Dentro del género Cassia podemos encontrar diversas especies las cuales poseen importancia de tipo médica, Industrial y comestible; en lo que respecta a su importancia médica, Cassia alata; C. biflora, C. grandis y C. occidentalis se utilizan para curar enfermedades cutáneas como sarna y tifa y otras infecciones de la piel; en animales domésticos destruyen insectos y otros parásitos (Standley y Steyermark 1946).

Por otra parte C. fistula; C. grandis; C. reticulata y C. tora poseen propiedades laxantes y ; algunas otras se emplean en la medicina doméstica como son C. hispida y C. rosei.

En lo concerniente al aspecto alimenticio los podos y la pubescencia de los tallos de C. emarginata sirven como alimento para caballos y mulas; las semillas de C. laevigata, C. occidentalis y C. tora se utilizan en México y Centroamérica como sustituto del café y la pulpa del fruto de C. bicapsularis es comestible ya que posee un sabor dulce semejante al del tamarindo.(Standley y Steyermark, 1946). Con respecto al aspecto Industrial se ha utilizado la madera de C. grandis como combustible y en menor proporción para construcción así como en la fabricación de jabones; en la India las semillas de C. tora se utilizan como cáustico para teñir la ropa de azul. Finalmente

las ramas de C. xipholdea frecuentemente se usan para hacer escobas rústicas o escobetillas (Standley y Steyermark, 1946).

Entre las especies de importancia ornamental se encuentra C. spectabilis a lo largo de las tierras bajas del Atlántico de Centroamérica y C. didymobotrya frecuente en cementerios y jardines en Centroamérica; (Standley y Steyermark, 1946); Cassia tomentosa se utiliza con fines medicinales pues sus hojas tomadas en infusión sirven como laxante. En paisajismo su valor ornamental se pone de manifiesto y es valioso auxiliar en la composición de conjuntos, también establecido de manera aislada en jardines, parques, banquetas y camellones.

Es importante mencionar que esta planta permanece verde y florece en las estaciones donde la mayoría de las plantas están marchitas; florece en las tierras altas en lugares donde hiela cada noche; en pleno verano encontrándose repletas de flor y adquiriendo un marcado color amarillo. Cassia tomentosa, presenta un crecimiento rápido y en corto tiempo alcanza su estatura promedio de entre 3 y 4 metros; su forma de arbusto frondoso la adquiere desde muy corta edad. Esta planta rústica es poco exigente en cuanto a suelos y se establece bien en climas cálidos o templados, su comportamiento en zonas urbanas ha sido bueno y se ha observado que no presenta problemas de plagas y enfermedades.

Desafortunadamente la propagación de Cassia tomentosa por semillas ha sido poco estudiada pese a que es frecuente que en los viveros se tenga una germinación lenta y escasa.

TAXONOMIA

Según Hutchinson (1973) y Cronquist (1981) el género Cassia pertenece a la familia Caesalpinaceae la cual se caracteriza por poseer árboles arbustos ó rara vez hierbas; flores más o menos zigomorfas con el pétalo grande superior (estandarte) dentro de los dos pétalos laterales (alas), 5 pétalos y 10 estambres (Jones, 1989).

Las hojas son pinnadas ó bipinnaticompuestas rara vez simples ó unifoliadas, en la mayor parte de los casos; estípulas ausentes. Inflorescencias, racimos, espigas ó rara vez cimosas; vistosas flores bisexuales zigomorfas rara vez subactinomorfas; cáliz de 5 sépalos los dos superiores algunas veces fusionados; corola de 5 pétalos ó menos ó ausente, el pétalo superior dentro de los dos pétalos laterales, androceo de 10 (rara vez numerosos) estambres libres o fusionados; gineceo de un pistillo simple de un carpelo con un lóculo, placentación marginal, ovario súpero.

fruto: una legumbre en ocasiones indehisciente a menudo alada (Jones, 1989).

Taxonomía del género

Cassia L.: árboles, arbustos o hierbas; estípulas de forma y tamaño variable, hojas paripinnadas rara vez reducidas a filodios, a menudo existe glándula peclolar; flores dispuestas en racimos axilares ó terminales, en paniculas terminales o subsolitarias y axilares; brácteas y bracteolas diversas; cáliz con el tubo corto y los 5 dientes imbricados; corola con 5 pétalos imbricados, casi iguales

entre sí o el inferior más grande, de color amarillo, rara vez blanco ó rosado; estambres de 5 a 10 casi iguales, a veces los superiores son más cortos; ovario sésil o estipitado, con numerosos óvulos, estilo corto ó alargado, estigma terminal; legumbre de forma y tamaño variable, cilíndrica, comprimida, leñosa, coriacea ó membranosa a menudo bivalvada, pero a veces indehisciente, rara vez alada, el interior continuo o separado; semillas dispuestas transversalmente, comprimidas ó rara vez tetragonas, subcilíndricas. Existen alrededor de 600 especies de distribución tropical y subtropical (Rzedowsky y Rzedowsky 1979).

Las especies norteamericanas están clasificadas en 28 géneros pero la mayoría de los autores han quedado satisfechos de colocar a todas en un sólo género que la mayor parte de los botánicos han podido visualizar como constituyendo un grupo definido.

La legumbre varía excesivamente en diferentes grupos del género y sería posible reconocer algunos de los grupos como distintos, especialmente el subgénero Chamaecrista (Standley y Steyermark ,1946). Aunque los botánicos estuvieron de acuerdo en el reconocimiento de numerosas unidades genéricas, como ha sido hecho a menudo en estudios de la flora europea, parece más satisfactorio dejar todas las plantas de ésta alianza en el género Cassia; el mayor grupo de las leguminosas encontrado en América Central (Standley y Steyermark, 1946).

DESCRIPCION DE LA ESPECIE.

Cassia tomentosa L. arbusto ó arbolito de 1 a 4 m de altura, tallo tomentoso; estipulas lineares, pequeñas y caducas; hojas con el raquis tomentoso y provisto de glándulas entre algunos ó todos los

pares de folíolos, ésto en número de 6 a 8 pares, lanceolados u oblongos, de 1 a 5 cm. de largo por 5 a 10mm de ancho, ápice obtuso ó agudo, a menudo mucronado, margen entero, base redondeada haz glabro o algo pubescente, envés tomentoso; flores dispuestas en panículas axilares ó terminales; flores con el pedicelo de 6 a 10mm de largo; cáliz con los sépalos orbiculares, obtusos, pubescentes, de 7 a 10 mm. de largo por 3 a 7 mm de ancho, algo desiguales entre sí; corola amarilla con 10 pétalos de 12 a 15 mm de largo; 3 de los estambres con los filamentos largos y las anteras encorvadas, 4 con los filamentos cortos y las anteras rectas y alargadas, y los otros 3 con los filamentos cortos y las anteras pequeñas y suborbiculares; ovario estipitado, densamente lanoso, estilo persistente; legumbre linear, de 8 a 12 cm de largo por 7 mm de ancho, estipitada, comprimida, pero algo túrgida; semillas numerosas, semilunares, de 5 mm de largo por 3 mm de ancho de color café, lustrosas, dispuestas transversalmente (Rzedowsky y Rzedowsky 1979).

Martínez González (1989) menciona que actualmente ésta especie ha sido reubicada taxonómicamente y su nombre científico es Senna multiglandulosa (Jacq.) Irwin and Barneby. Para evitar confusión en éste trabajo se le dejó con el anterior nombre científico.

Sinónimos

Adispera tomentosa. (Standley y Steyermark, 1946)

Senna multiglandulosa (Martínez, 1989)

Nombres vulgares

Retamalo

Retama de tierra caliente.

DISTRIBUCION

Con respecto a la distribución del género, 450 especies o más abundan en las regiones tropicales; otras se conocen de América Central. Cassia tomentosa tiene una distribución poco usual confinada a la cordillera del pacífico de Centro y Sudamérica pero ausente de Costa Rica y Panamá donde puede esperarse que ocurra; en Guatemala se encuentra sólo a grandes elevaciones y es una planta característica en los Altos (Standley y Steyermark 1946). En el Valle de México se ha encontrado entre 2250 y 2700 metros de altitud generalmente en sitios próximos a lugares de habitación humana. Se ha colectado en los municipios de Zempoala, Teotihuacán, Huixquilucan, CuaJimalpa, Contreras, Xochimilco y Milpa Alta (Rzedowsky y Rzedowsky 1979); así como en Oro de Hidalgo; Real del Monte, Rio Hondo, Temascaltepec y Nanchititla de 1600 a 2200 m (Dirección de recursos forestales 1981). Se le ha encontrado también en Chimaltenango, Totonicapán, Quezaltenango, San Marcos y Huehuetenango (Standley y Steyermark 1946).

Fuera del Valle existe de Querétaro a Hidalgo, Oaxaca y hasta Centro y Sudamérica; es posible que se trate de una planta antropófila y en ocasiones también cultivada (Rzedowsky y Rzedowsky 1979).

Es importante mencionar que aparte de su distribución silvestre, en la Ciudad de México puede encontrarse en parques como Tezozomoc, Luis G. Urbina (hundido), bosque de San Juan de Aragón y jardín botánico exterior de Ciudad Universitaria (Martínez, 1989).

PROPAGACION DE Cassia tomentosa.

Su multiplicación se realiza por semillas; sembrándose ésta inmediatamente después de realizada la recolección (García y Montero, 1986).

No se menciona que requiera tratamiento para que germine, también se recurre a la multiplicación vegetativa mediante el empleo de esquejes, los cuales deben tomarse de tallos maduros y leñosos. Estos esquejes se siembran durante el verano. Una manera más de lograr su propagación es dividiendo algunas matas que tengan desde su base un buen número de tallos (García y Montero, 1986). El trasplante debe realizarse con cepellón y preferentemente durante el periodo de latencia pues su raíz es susceptible a la deshidratación; se planta dejando de 4-5 metros entre cada individuo.

USOS

Cassia tomentosa se utiliza con fines medicinales pues sus hojas tomadas en infusión sirven como laxante. En paisajismo su valor ornamental se pone de manifiesto y es valioso auxiliar en la composición de conjuntos, también establecido de manera aislada en jardines, parques, banquetas y camellones (García y Montero, 1986).

Es importante mencionar que estas plantas permanecen verdes y florecen en las estaciones donde la mayoría de las plantas están marchitas; florecen en las tierras altas en lugares donde hiela cada noche; en pleno verano, encontrándose repletas de flor y adquiriendo un marcado color amarillo (Standley y Steyermark, 1946). Cassia tomentosa presenta un crecimiento rápido y en corto tiempo alcanza su estatura promedio que es entre 3 y 4 metros; adquiere su forma de arbusto frondoso desde muy corta edad. Esta planta rústica es poco exigente en cuanto a suelos y se establece bien en climas cálidos o templados, su comportamiento en zonas urbanas ha sido bueno y se ha observado que no presenta problemas de plagas y enfermedades (García y Montero, 1986).

En cuanto a los requerimientos de cultivo se adapta a climas cálidos ó templados, preferentemente exposición soleada, aunque tolera sombra ligera. Se le puede aplicar poda de conformación en los primeros años y hay que hacerlo en invierno por ser su período de latencia ó después del período de floración; en estado adulto sólo poda sanitaria y la raíz es medianamente profunda (Martínez, 1989).

OBJETIVO

Con este experimento se pretende eliminar la impermeabilidad de semillas con latencia física mediante la aplicación de tratamientos que implican inmersión en agua caliente.

HIPOTESIS

Si el agua elimina la impermeabilidad en Cassia tomentosa entonces al aplicar tratamientos en los cuales se combinen tanto temperaturas de inmersión en agua como diferentes duraciones del tratamiento se encontrará el tratamiento óptimo para eliminar el problema de impermeabilidad en Cassia tomentosa.

METODOLOGIA

Se trabajó con semillas de Cassia tomentosa las cuales se recolectaron en la localidad de Villa Juárez Estado de México.

Se probaron 16 tratamientos y 2 testigos, los tratamientos fueron inmersión en agua callante a 4 temperaturas 62°C, 72°C, 82 °C y 92°C; cada una de las temperaturas a intervalos de 3, 6, 9 y 12 minutos. Para la inmersión las semillas se metieron en bolsas de malla de mosquitero de plástico y se etiquetaron con sus respectivos tratamientos. La temperatura del agua se controló mediante un termómetro colocado de manera que no tocara el fondo y las paredes del recipiente que se empleó.

Con respecto a los testigos a uno de ellos no se le aplicó ningún tratamiento y en el otro las semillas se escarificaron en el extremo opuesto a la localización de la raíz con ayuda de un esmeril.

La unidad experimental estuvo constituida por 50 semillas las que previamente tratadas se colocaron en una caja de petri estéril con papel absorbente humedecido; se sembraron cuatro repeticiones de los testigos y los tratamientos. La incubación se realizó en una germinadora a 22°C; durante los 14 días que duró el experimento se efectuaron las evaluaciones del número de semillas germinadas.

RESULTADOS DE *Cassia* *Tomentosa*

Análisis del experimento factorial

Cuando en un experimento la interacción es significativa como ocurrió con las semillas germinadas, duras, firmes, muertas y la calidad de la germinación (Cuadros 5.1 y 5.2) es necesario comparar todos los tratamientos entre sí (Reyes, 1978).

Lo anterior facilita la comparación de los resultados obtenidos en el experimento factorial con los obtenidos por los testigos utilizados.

El cuadrado medio de los bloques fue significativo para el porcentaje de duras, lo que indica la presencia de algún gradiente dentro de la incubadora empleada y que el diseño adoptado fue el adecuado.

Relación del valor germinativo con otros índices

En ésta parte se establece qué variables tuvieron una influencia importante sobre cada valor germinativo, y cuales carecen de interés para analizarlas.

La mayor correlación significativa con el índice de Maguire se obtuvo con el porcentaje de germinación y superó el 90% (Cuadro 5.3).

El tiempo a la germinación tuvo una correlación de signo negativo mucho menor aunque significativa.

La uniformidad germinativa no tuvo una asociación lineal importante con el valor germinativo.

Antes de pasar a otro punto es conveniente presentar los datos obtenidos acerca del tiempo de germinación.

Cuadro 5.1 Relaciones de varianza para tratamientos, temperaturas y tiempos en semillas de Cassia tomentosa

Fuentes de variación	grados de libertad	germinadas	Duras	Firmes	Muertas
Tratamientos	17	28.93	59.34	3.65	59.75
Temperaturas	3	99.55	206.44	4.72	290.56
Tiempos	3	8.29	25.80	4.81	5.12
Interacción	9	3.40	2.76	3.54	2.06
Bloques	3	2.70	7.31	1.01	1.06
D M H		12.93	10.56	3.01	12.01

NS= No significativo

** = significativo con $\alpha = 0.01$

* = significativo con $\alpha = 0.05$

D M H= Diferencia mínima Honesta.

Cuadro 5.2 Relaciones de Varianza para tratamientos, temperaturas y tiempos en semillas de Cassia tomentosa.

Fuentes de Variación	Días medlos	Maguire	Unifor midad germinativa	F de tablas	0.05	0.01
Tratamien tos	*	**	**			
	2.33	31.17	2.52	1.84	2.35	
Tempera turas	**	**	**			
	8.61	130.8	4.22	2.76	4.13	
Tiempos	NS	**	*			
	1.91	13.54	3.72	2.76	4.13	
Inte racción	NS	**	NS			
	0.59	3.76	1.49	2.04	2.72	
Bloques	NS	NS	NS			
	0.65	2.51	0.54	2.76	4.13	
D M H	4.26	2.16	3.96			

D M H = Diferencia mínima Honesta.

NS = No significativo para los datos empleados

** = Significativo con $\alpha = 0.01$

* = significativo con $\alpha = 0.05$

Cuadro 5.3 Correlación del valor germinativo de Maguire con otros índices germinativos en semillas de Cassia tomentosa.

Índices germinativos	Coef. de corr.
1) Capacidad germinativa	0.94 * *
2) Días medios de germinación	-0.53 * *
3) Desviación típica del tiempo de germinación.	0.11 NS

NS = no significativo para los 72 datos empleados

* * = Significativo con $\alpha = 0.01$

En los días medios sólo las temperaturas fueron significativas ; el tratamiento con agua hirviendo produjo un fuerte retraso en la germinación (Cuadro 5.4).

En relación a los tiempos de inmersión independientemente de que éste influyera en el porcentaje de semillas germinadas no tuvo influencia sobre el tiempo de germinación.

El tratamiento que tuvo la mayor velocidad de germinación y que por lo tanto presentó el menor valor (4.49) fue el de 72°C por 12 minutos; el tratamiento con la mayor velocidad de germinación fue el de 92°C por 6 minutos con un valor de 8.78 (Cuadro 5.11).

Cuadro 5.4 Efecto de la temperatura de Inmersión en agua de 3 a 12 minutos sobre el tiempo a la germinación de semillas de Cassia tomentosa.

Temperatura °C	Días medios a la germinación
62	7.17 ab
72	5.54 c
82	5.83 bc
92	8.14 a

Comportamiento de los testigos

Las semillas a las que no se les aplicó un tratamiento, prácticamente no germinaron y en más del 95% permanecieron impermeables (Cuadro 5.5) como en algunas repeticiones no hubo germinación se tomó como indefinido pero con un valor mayor a la duración de la prueba. Al considerar lo obtenido en las repeticiones en que hubo germinación, los días medios fueron similares a los obtenidos por las semillas escarificadas, entre 7 y 8 días.

En cuanto a las semillas escarificadas manualmente, se obtuvo un porcentaje de germinación numéricamente superior al de todos los tratamientos y mayor del 75% (Cuadro 5.5). Se careció de semillas firmes, en cuanto a las duras se registró un porcentaje cercano a 0.

Es notorio que con éste tratamiento se obtuvo una cantidad de semillas muertas mayor al 10% aunque estadísticamente igual a cero. Es interesante señalar que en todos los tratamientos en que el contenido de semillas duras se redujo a valores menores de 30% se tuvieron porcentajes de semillas muertas mayores del 10% ; por tanto es posible que muchas semillas impermeables estuvieran muertas antes de aplicar los tratamientos.

Cuadro 5.5 Germinación de semillas de Cassia tomentosa escarificadas y sin tratamiento.

	Germinadas	Duras	Firmes	Muertas	Días medios
Sin					
tratamiento	1.00	98.00	0.00	1.00	- *
Escarificadas	81.5	0.50	0.00	18.00	7.50

- = indeterminado

* No hubo germinación en algunas repeticiones, el promedio de los días medios para las dos repeticiones en que hubo germinación fue de 7.42.

Efecto de los tratamientos de acuerdo con el valor germinativo

La calidad más alta de germinación se encontró en los tratamientos a 72 °C desde los 6 minutos y en todos en los que se usó en 82°C (Cuadro 5.6).

En todos estos tratamientos el valor germinativo no difirió significativamente del obtenido por las semillas escarificadas (Cuadro 5.6).

La menor calidad de germinación se registró en el testigo sin tratamiento y fue estadísticamente igual a la que se obtuvo al emplear agua a 62°C de 3 a 9 minutos y a 92°C en todos los tiempos de inmersión .

Cuadro 5.6 Valor germinativo de Maguire obtenido en relación con la temperatura y la duración de la inmersión en agua de semillas de Cassia tomentosa .

Temperatura °C	Tiempo en minutos			
	3	6	9	12
62	2.06 ef	2.62 d-f	3.72 d-f	6.48 b-d
72	5.18 c-e	8.92 a-c	12.02 a	11.60 a
82	9.24 a-c	10.64 ab	12.94 a	12.92 a
92	2.02 ef	0.82 f	1.14 ef	0.84 f

Testigo: 0.14 f

Escarificación: 8.74 a-c

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

Las semillas escarificadas tardaron entre 7 y 8 días para germinar, el valor obtenido no difirió en forma estadísticamente importante del menor valor que se registró en el experimento.

Análisis de efectos

En el cuadro 5.7 se presentan las cantidades que se utilizaron para realizar el análisis de efectos.

Cuadro 5.7 Cantidades usadas para realizar las pruebas de hipótesis para el análisis de efectos en semillas de Cassia tomentosa tratadas con agua caliente.

Variable	Valor máximo	Valor mínimo	Test sin trat.	Diferencia minima significativa
Germinadas	82	0	1	25.86
Duras	100	0	98	21.12
Firmes	82	0	0	6.02
Muertas	100	0	1	24.02
Días Medios	∞	4.49	∞	4.26

∞ = indeterminado

* = Tukey 0.05.

las pruebas de hipótesis efectuadas en las 5 variables consideradas produjo 8 combinaciones distintas (Cuadros 5.7 y 5.8);

en todos los tratamientos el efecto sobre el tiempo de germinación fue máximo negativo considerando el tiempo de germinación del testigo como indeterminado, si se toma en cuenta los 7.42 días que en promedio tardaron en germinar las semillas testigo, el efecto hubiera sido nulo.

Cuadro 5.8 Efectos obtenidos con la aplicación de agua caliente a semillas de Cassia tomentosa.

Temperatura en °C	Tiempo en minutos			
	3	6	9	12
62	X O X X Z	X O X X Z	X Y X X Z	B Y X X Z
72	B Y X X Z	B Y X X Z	A Y X X Z	B Y X X Z
82	B Y X X Z	A Y X X Z	A Z X X Z	A Z X X Z
92	X Z B B Z	X Z X A Y	X Z X A Z	X Z X A Z

Los tratamientos correspondientes a 62°C y 72°C a intervalos de 3,6,9 y 12 minutos y 82°C de 3 a 6 minutos no eliminaron por completo el problema de la impermeabilidad ya que en la mayoría de éstos tratamientos hubo germinación pero ésta no alcanzó el máximo; se presentó una mínima cantidad de duras y la cantidad de semillas firmes y muertas fue prácticamente nula. Los tipos de efecto más frecuentes en el intervalo señalado fueron el mínimo y el medio positivo (Cuadros 5.8 y 5.9).

Los tratamientos correspondientes a 82°C por 9 y 12 minutos correspondieron a la categoría de tratamiento máximo positivo pues en ambos la germinación alcanzó el máximo; la cantidad de semillas duras y de semillas firmes fue prácticamente nula al igual que la cantidad de semillas muertas.

Finalmente los tratamientos correspondientes a 92°C en general se clasificaron en la categoría de tratamiento letal ya que la cantidad de semillas germinadas fué prácticamente nula; hubo cantidades mínimas de duras y firmes y la cantidad de semillas muertas alcanzó el máximo.

Cuadro 5.9 Tipos de efectos obtenidos con la aplicación de agua caliente en Cassia tomentosa

Temperatura en °C	Tiempo en minutos			
	3	6	9	12
62	Tratamiento acelerante			
72	Tratamiento mínimo positivo		Tratamiento medio positivo	Tratamiento mínimo positivo
82		Tratamiento medio positivo	Tratamiento máximo positivo	
92	Tratamiento incompleto fisiológico	Tratamiento letal		

El tratamiento de 92°C por 3 minutos se colocó en la categoría de tratamiento incompleto fisiológico; hubo una reducción significativa del número de semillas duras no estuvo acompañado por un incremento similar en la germinación. con el uso del agua hirviendo por 3 minutos se incrementó notablemente la cantidad de semillas firmes.

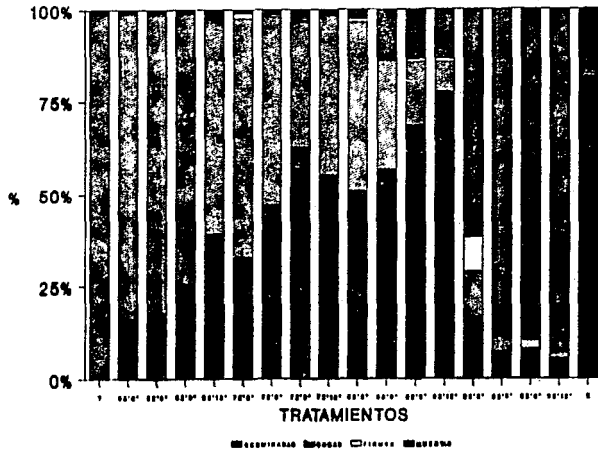
El único cambio que ocurre cuando se toma como el tiempo de germinación del testigo el que se tuvo en las repeticiones en que hubo germinación es que con la aplicación de 62°C de 3 a 9 minutos el efecto conjunto es nulo .

Cuadro 5.10 Comportamiento estadístico de los tratamientos con respecto a las variables de respuesta en semillas de Cassia tomentosa.

Tratamiento	Germinadas	Duras	Firmes	Muertas
Testigo	1.00 h	98.00 a	0.00 b	1.00 c
Escarificado	81.50 a	0.50 i	0.00 b	18.00 c
62°C 3 min.	16.50 g h	82.50 ab	0.00 b	1.00 c
62°C 6 min.	18.50 f g	80.00 ab	0.50 b	1.00 c
62°C 9 min.	25.50 f g	73.50 bc	0.00 b	1.00 c
62°C 12 min.	39.00 def	57.50 cde	0.50 b	3.00 c
72°C 3 min.	32.50 efg	65.00bcd	1.50 b	1.00 c
72°C 6 min.	47.00 cde	51.00def	0.50 b	1.50 c
72°C 9 min.	62.50 a-d	34.00 gh	0.00 b	3.50 c
72°C 12 min.	55.00 b-d	43.50 fg	0.00 b	1.50 c
82°C 3 min.	51.00 cde	45.50efg	1.00 b	2.50 c
82°C 6 min.	56.50 a-e	29.50 gh	0.00 b	14.00 c
82°C 9 min.	68.50 abc	17.00 hi	1.00 b	13.50 c
82°C 12 min.	77.50 ab	8.00 i	1.00 b	13.50 c
92°C 3 min.	17.00 gh	11.50 i	9.50 a	62.00 b
92°C 6 min.	7.00 h	4.00 i	0.00 b	89.00 a
92°C 9 min.	7.00 gh	0.50 i	2.50 b	90.00 a
92°C 12 min.	5.00 h	1.50 i	0.00 b	93.50 a

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

Cassia tomentosa



Gráfica 5.1 Efecto de tratamientos con agua caliente sobre el estado de las semillas al término del experimento en Cassia tomentosa.

Cuadro 5.11 Comportamiento estadístico de los tratamientos con respecto a las variables de respuesta en semillas de Cassia tomentosa,

Tratamiento	Velocidad		Uniformidad	
	germinativa	Maguirre	germinativa	
Testigo	c	0.14	f	0.00 b
Escarificado	7.50 ab	8.74 abc		1.63 b
62°C 3 min.	8.52 ab	2.06 ef		3.38 ab
62°C 6 min.	6.70 ab	2.62 def		3.04 ab
62°C 9 min.	6.98 ab	3.72 def		2.55 ab
62°C12 min.	6.47 ab	6.48 bcd		3.34 ab
72°C 3 min.	6.68 ab	5.18 cde		5.91 a
72°C 6 min.	5.68 ab	8.92 abc		3.06 ab
72°C 9 min.	5.31 ab	12.02 a		2.48 ab
72°C12 min.	4.49 b	11.60 a		1.30 b
82°C 3 min.	5.83 ab	9.24 abc		2.80 ab
82°C 6 min.	5.69 ab	10.64 ab		3.02 ab
82°C 9 min.	5.55 ab	12.94 a		2.74 ab
82°C 12min.	6.23 ab	12.92 a		2.75 ab
92°C3 min.	8.65 ab	2.02 ef		3.56 ab
92°C6 min.	8.78 a	0.82 f		1.59 b
92°C9 min.	8.11 ab	1.14 ef		1.98 ab
92°C12 min.	7.02 ab	0.84 f		1.76 b

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

DISCUSION

No se lograron altos porcentajes de germinación en las semillas de Cassia tomentosa con la aplicación de tratamientos a 62°C en todos los tiempos de inmersión, por lo que se infiere que esta temperatura no fue suficiente para eliminar la impermeabilidad en semillas de esta especie.

Los tratamientos térmicos probados a 92°C en todos los tiempos de inmersión no fueron efectivos pues incrementaron la cantidad de semillas muertas ; y es posible que al exponer las semillas a altas temperaturas se afecte tanto su estructura como el embrión. Con los tratamientos a 82°C en todos los tiempos de inmersión se obtuvieron porcentajes de germinación arriba del 50% lo cuál fue significativamente mayor a lo obtenido en el testigo intacto ; el mejor tratamiento fue el escarificado donde se logró incrementar la germinación hasta el 80% pero hubo un remanente de semillas muertas por lo que se infiere que muchas semillas impermeables estuvieron muertas antes de aplicar los tratamientos.

CONCLUSIONES

--Los tratamientos de Inmersión en agua a 82°C Hacen posible la germinación de las semillas obteniéndose en éstas más del 70% de germinación.

--En relación a los tiempos de Inmersión Independientemente de que éste influyera en el porcentaje de semillas germinadas no tuvo influencia sobre el tiempo de germinación porque basta una pequeña perforación para que la semillas se embeban y germinen rápidamente, de hecho el testigo germinó igual de rápido que el mejor tratamiento pero tiene menos germinación.

--Las semillas escarificadas manualmente obtuvieron un porcentaje de germinación numéricamente superior al de todos los demás tratamientos por la efectividad con que se perforó la testa, se trata de un testigo sin latencia.

--Es posible que muchas semillas impermeables estuvieran muertas antes de aplicar los tratamientos ya que en todos los tratamientos en que el contenido de semillas duras se redujo a valores menores del 30% se tuvieron porcentajes de semillas muertas mayores del 10%.

--En los tratamientos de 72°C 9 minutos y todos los que se usaron de 82°C el valor germinativo no difirió significativamente del obtenido por las semillas escarificadas porque germinaron en forma similar por lo que es posible substituir la escarificación manual por el agua caliente de acuerdo con las comparaciones estadísticas realizadas.

--la menor calidad germinativa se obtuvo con los tratamientos aplicados a 92°C ya que la cantidad de semillas germinadas fue prácticamente nula.

--No es recomendable el empleo de tratamientos a 92°C en ésta especie ya que con ellos se obtuvo la mayor mortandad en semillas debido a la muerte del embrión, es posible que ocurra desnaturalización proteica (Vazquez Y. C. 1976) (Mott J. J. and G. Mackeon 1979) y (Ramirez O. G. y Camacho M. F. 1987).

BIBLIOGRAFIA

Dirección de Recursos Forestales 1981. Las leguminosas del Estado de México. SAIMEX 44 pp.

García, T. J; Montero, A. C. 1986. Manual de reconocimiento de los vegetales para diseñadores. UAM 87-90 pp.

Jones, S. B. 1989. Sistemática vegetal. McGraw Hill . México 536 pp

Martínez, González H. L. 1989. Estudio descriptivo de los árboles más comunes en la Ciudad de México. Tesis Prof. Facultad de Ciencias UNAM 143-145 pp.

Mott, J. J and G . Mackeon 1979 . Effect of heat treatments in breaking hardseededness in four species of *Stylosanthes* Seed Physiology and Technology. 7 (1): 15-25 pp.

Ramírez O. G. 1985. y Camacho M. F. 1987. Tratamiento de semillas latentes de plantas de importancia económica. Biología 16 (1-4): pp 36-42.

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

Rzedowsky y Rzedowsky 1979. Flora fanerogámica del Valle de México.

CECSA 288-291 pp.

Standley, P. Y. Steyermark, J. 1946. Flora of Guatemala Chicago Natural History Museum. Chicago 105, 106 y 130 pp.

Vázquez Y. C. 1976. Estudios sobre la ecofisiología de la germinación de la zona cálida húmeda de México en : Gómez P. A. (Ed). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz. CECSA. México 279-387 pp.

**RUPTURA DE LA LATENCIA DE SEMILLAS DE Cassia didymobotrya
MEDIANTE INMERSION EN AGUA CALIENTE.**

RESUMEN

La retama (Cassia didymobotrya) es un arbusto de flor que ha tenido éxito y demanda en muchas de las delegaciones del Distrito Federal como planta para jardines abiertos, callejones y banquetas.

Esta especie ha reportado germinaciones bajas y porcentajes importantes de semillas impermeables y con el fin de encontrar un tratamiento para eliminar éste problema se realizó un experimento factorial en el cuál se combinaron temperaturas de inmersión en agua (72, 82 y 92°C) con duraciones del tratamiento (3, 6 y 9 minutos). las siembras se realizaron en cajas de petri con papel filtro y se acomodaron en una incubadora siguiendo un diseño completamente al azar.

Se encontró que tan sólo cerca del 20% de las semillas sin tratamiento son impermeables y para eliminar éste problema fue suficiente la inmersión a 72°C de 6 a 9 minutos.

El tratamiento con agua caliente a la temperatura adecuada permitió obtener más del 70% de germinación mientras que la aplicación de agua hirviendo (92°C) fué letal para las semillas.

INTRODUCCION

(Cassia didymobotrya)

Cassia didymobotrya es una especie ornamental como arbusto de flor abundante en Africa tropical y plantada para ornamentación en varias partes de Guatemala

Su propagación es por semilla de acuerdo con los viveristas consultados quienes han notado que presenta una germinación relativamente baja (Standley y Steyermark , 1946).

Desafortunadamente es una especie poco estudiada . Se ha sospechado que tiene problemas similares a los presentados en Cassia tomentosa por lo que se ha decidido emplear los tratamientos con agua caliente para romper su impermeabilidad y estimular su germinación.

ANTCEDENTES (Standley and Steyermark, 1946).

Taxonomía :

Descripción de la especie.:

Arbusto alto de hábitos y apariencia general similares a Acacia reticulata; las ramas son puberulentas, las estípulas largas, verdes y persistentes, cordadas-ovadas acuminadas hojas glandulares, frondosas de 7 a 15 pares amplias y oblongas de 2-3.5cm de largo obtusas y aristadas, pilosas especialmente las de abajo, flores largas de color amarillo pálido, los racimos más grandes que las hojas, con muchas flores y pedúnculos largos, las brácteas son ovadas, verdes y caducas, las flores son de pedicelo corto sépalos puberulentos y pétalos de color amarillo pálido con venas conspicuas y oscuras; legumbre linear corta, pilosa extendida o aplanada y bivalvada.

Semejante a C. reticulata en apariencia ésta especie tiene muchas flores palmadas.

Nombre vulgar:

Moco de chillote (fide Agullar).

DISTRIBUCION

Nativa de Africa Tropical, plantada para ornamentación en varias partes de Guatemala y vista ocasionalmente en estado silvestre quizá cerca de los sitios donde se forman viviendas.

Crece también en Costa Rica; en Guatemala es frecuente cerca de la capital así como en cementerios, jardines de Tactic y en otras partes de Alta Verapaz (Standley and Steyermark, 1946).

OBJETIVO

La finalidad de este experimento es encontrar un tratamiento óptimo para eliminar el problema de impermeabilidad en esta especie.

HIPOTESIS

Si el agua caliente elimina la impermeabilidad en Cassia didymobotrya entonces al aplicar tratamientos en los cuales se combinen temperaturas de inmersión en agua con diferentes tiempos de tratamiento, se encontrarán las condiciones óptimas para eliminar el problema de impermeabilidad en Cassia didymobotrya.

METODOLOGIA

Se trabajó con semillas de Cassia didymobotrya las cuales se colectaron de árboles ubicados en la localidad de Iztapalapa.

Se probaron 9 tratamientos y 2 testigos; los tratamientos fueron Inmersión en agua caliente a 3 temperaturas 72°C, 82°C y 92°C cada una de las temperaturas a intervalos de 3, 6, y 9 minutos.

Para la inmersión las semillas se metieron en bolsas de malla de mosquitero de plástico y se etiquetaron con sus respectivos tratamientos.

La temperatura del agua se controló mediante un termómetro colocado de manera que no tocara el fondo y las paredes del recipiente empleado.

con respecto a los testigos a uno de ellos no se le aplicó ningún tratamiento y en el otro las semillas se escarificaron en el extremo opuesto a la localización de la radícula con ayuda de un esmeril.

La unidad experimental estuvo constituida por 50 semillas las que previamente tratadas se colocaron en una caja de petri estéril con papel absorbente humedecido; se sembraron 4 repeticiones de los tratamientos y los testigos.

La incubación se realizó en una germinadora a 22^oC y el arreglo de las cajas en las charolas se hizo por medio de bloques al azar.

Durante los días que duró el experimento se efectuaron las evaluaciones del número de semillas germinadas.

ANALISIS DEL EXPERIMENTO FACTORIAL

En las variables analizadas se encontró que prácticamente todas registraron diferencias significativas entre tratamientos; la única excepción se presentó en las semillas firmes y ésto se debió a que prácticamente no hubo semillas de este tipo.

Al analizar la interacción se encontró que ésta fué significativa en germinadas, muertas, días medios y valor germinativo de Maguire. El que haya sido significativa la interacción nos permite hacer comparaciones válidas de todos los tratamientos contra todos los tratamientos.

Con respecto a las demás variables se encontraron dos situaciones; en duras y en uniformidad germinativa se observó que mientras los tratamientos presentaron diferencias significativas no había diferencias debidas a las temperaturas ni a los tiempos y a las interacciones de éstos; lo cuál nos indica que las diferencias que se presentan ocurren básicamente entre los tratamientos y con toda seguridad como se verá posteriormente son entre el testigo sin tratamiento y todos los demás que se aplicaron.

Con respecto a las semillas firmes los tratamientos no tuvieron significancia y por lo tanto los factoriales tampoco.

Cuadro 6.1 Relaciones de varianza para tratamientos temperaturas y tiempos en semillas de Cassia didymobotrya.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Germinadas	Duras	Firmes	Muertas
Tratamientos	10	100.52	92.95	0.84	112.81
Temperaturas	2	386.01	0.57	2.52	409.64
Tiempos	2	27.40	0.31	1.08	25.45
Interacción	4	15.79	0.51	0.18	16.22
Error	33	—	—	—	—

NS = No significativo para los datos empleados

* * = Significativo con $\alpha = 0.01$

Cuadro 6.2 Relaciones de varianza para tratamientos, temperaturas y tiempos en semillas de Cassia didymobotrya .

Fuentes de variación	Días Medios	Maguire	Uniformidad germinativa
Tratamientos	8.14	28.57	5.38
Temperaturas	16.98	122.09	NS 1.75
Tiempos	4.63	3.82	NS 1.87
Interacción	6.76	6.36	3.70
Error	33	33	33

NS = no significativo para los datos empleados.

* * = Significativo con $\alpha = 0.01$.

Relación del valor germinativo con otros índices

En Cassia didymobotrya podemos observar que el coeficiente de correlación más alto correspondió al porcentaje de germinación con un valor de 0.932 es decir la mayoría de los cambios ocurridos estuvieron relacionados con cambios en el porcentaje de germinación.

con respecto a los días medios, la correlación fué mediana y cercana al 70 % y finalmente en la Uniformidad germinativa se obtuvo el valor más bajo 0.017 lo cual indica la falta de correlación y de significancia.

Cuadro 6.3 Correlación del Valor Germinativo de Maguire con otros índices germinativos en semillas de Cassia didymobotrya.

Índices Germinativos	Coefficiente de Correlación
Capacidad Germinativa	0.932 **
Días medios de Germinación	0.693 **
Desviación típica del tiempo de germinación	0.017 NS

NS = no significativo para los datos empleados

** = Significativo con $\alpha = 0.01$

Efecto de los tratamientos de acuerdo con la Velocidad de Germinación

En lo referente a los días medios podemos decir que los tratamientos con un tiempo de inmersión de 6 y 9 minutos a 72 °C obtuvieron la mayor velocidad de germinación; la menor velocidad en la germinación se obtuvo con el tratamiento de 92°C 6 minutos pues con éste se obtuvo un valor de 7.76 el cuál fué significativamente mayor al obtenido en todos los demás tratamientos.

En general podemos decir que los tratamientos a 92°C produjeron un fuerte retraso en la germinación; y los tratamientos a 72°C obtuvieron la mayor velocidad de germinación pues en éstos se registraron los valores más bajos.

Cuadro 6.4 Efecto de la temperatura de inmersión en agua de 3, 6 y 9 minutos sobre el tiempo a la germinación de semillas de Cassia didymobotrya (Días medios).

Temperatura en °C	Tiempo de inmersión.		
	3	6	9
72	4.24 b c d	3.52 c d	3.46 d
82	3.93 b c d	5.16 b c d	5.84 a b c
92	6.10 a b	7.76 a	4.13 b c d

Comportamiento de los testigos.

Las semillas en las cuales no se aplicó ningún tratamiento presentaron una germinación ligeramente mayor al 50%, en éste testigo se registró el más alto porcentaje de semillas impermeables (aproximadamente un 25 %).

Es importante mencionar que el porcentaje de semillas firmes no alcanzó el 1.5% y con respecto a las semillas muertas el porcentaje obtenido no alcanzó el 3%.

En cuanto a las semillas escarificadas manualmente éstas obtuvieron un alto porcentaje de germinación el cual fue superior al 95%; se careció de semillas duras lo cual significa que éste tratamiento eliminó por completo la impermeabilidad y con respecto a las semillas firmes se obtuvo un porcentaje mínimo (cercano a cero).

Finalmente podemos mencionar que en las semillas muertas el porcentaje no alcanzó el 3 %.

Con respecto a los días medios el escarificado presentó una mayor velocidad germinativa; su valor fue significativamente menor al obtenido por el testigo sin tratamiento

Cuadro 6.5 Porcentaje de germinación de semillas de Cassia didymobotrya escarificadas y sin tratamiento.

	Germinadas %	Duras %	Firmes %	Muertas %	Días medios
Testigo	68.67 b	25.63 a	1.33 a	2.67 a	4.86 a
Escarificado	97 a	0 b	0.5 a	2.5 a	3.49 a

Efecto de los tratamientos de acuerdo con el valor germinativo

Con respecto a la calidad en la germinación la calidad más alta se registró en los tratamientos correspondientes a 72°C de 3 a 9 minutos ; los valores obtenidos en éstos tratamientos fueron significativamente mayores a los obtenidos en el resto de los tratamientos(superó al obtenido por el testigo) y el valor germinativo no fué significativamente superior al obtenido por las semillas escarificadas (cuadro 6.6).

La menor calidad en la germinación se registró en el tratamiento correspondiente a 92°C en un lapso de 3 a 9 minutos. Los tratamientos a 82°C de 6 y 9 minutos no tuvieron una calidad de germinación superior al testigo sin tratamiento.

Cuadro 6.6 Valor germinativo de Maguire obtenido en relación con la temperatura y la duración de la inmersión en agua de semillas de Cassia didymobotrya .

Temperatura o C	Tiempo en minutos		
	3	6	9
72	24.83 a	27.19 a	28.29 a
82	20.55 a b	9.77 c d	5.57 cd
92	2.67 d	1.92 d	1.31 d
Testigo=14.15 b c	Escarificado = 19.55 ab		

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

Análisis de efectos

En el cuadro 6.7 se presentan las cantidades que se utilizaron para efectuar el análisis de efectos.

Cuadro 6.7 Cantidades usadas para realizar las pruebas de hipótesis para el análisis de efectos en semillas de Cassia didymobotrya tratada con agua caliente.

Variable	Valor máximo	Valor mínimo	Testigo sin tratamiento	Diferencia mínima honesta *
Germinadas	97.00	0.00	68.67	18.22
Duras	100.00	0.00	25.63	3.90
Firmes	97.00	0.00	1.33	4.10
Muertas	100.00	0.00	2.67	18.02
Velocidad germinativa	∞	3.46	4.86	2.33

∞ = indeterminado

* = Tukey 0.05

Las pruebas de hipótesis efectuadas en las 5 variables consideradas produjeron 6 combinaciones distintas (Cuadros 6.8 y 6.9) en casi todos los tratamientos el efecto sobre el tiempo de germinación fue nulo mínimo.

Cuadro 6.8 Efectos obtenidos con la aplicación de Agua caliente a semillas de Cassia didymobotrya

°C	minutos		
	3	6	9
72	A Z X X X	A Z X X X	A Z X X X
82	A Z X X X	/ Z X B X	Y Z X B X
92	Z Z X / X	Z Z X A B	Z Z X A X

Los tratamientos correspondientes a 72°C a intervalos de 3 a 9 minutos y el correspondiente a 82°C por 3 minutos se colocaron en la categoría de tratamientos máximos positivos, podemos decir que en todos éstos se eliminó casi por completo el problema de impermeabilidad pues la germinación alcanzó el máximo; mientras que la cantidad de duras, firmes y muertas fue prácticamente nula.

Con respecto al tiempo de germinación podemos decir que en éstos tratamientos no fue muy rápida presentándose un efecto nulo mínimo.

Los tratamientos correspondientes a 82°C por 6 y 9 minutos y a 92°C de 3 a 9 minutos se colocaron en la categoría de tratamientos letales es decir la cantidad de semillas germinadas fue mínima; colocándose en máximo y mínimo negativo; la cantidad de semillas muertas fue considerable, sin embargo podemos decir que el tiempo a la germinación fue rápido en el tratamiento correspondiente a 92°C 6 minutos mientras que en los restantes fue prácticamente nulo.

Cuadro 6.9 Tipos de tratamientos obtenidos con la aplicación de agua caliente en Cassia didymobotrya.

°C	minutos		
	3	6	9
72	Tratamiento máximo		
82	positivo		
92	Tratamiento letal		

Cuadro 6.10 Efecto de los tratamientos en relación al estado de las semillas de Cassia didymobotrya al término del experimento.

Tratamiento	Germinadas %	Duras %	Firmes %	Muertas %
Testigo sin tratamiento	68.67 b	27.33 a	1.33 a	2.67 d
Escarificado	97.00 a	0.00 b	0.50 a	2.50 d
72°C 3 minutos	97.00 a	0.00 b	0.50 a	2.50 d
72°C 6 minutos	96.00 a	1.00 b	1.50 a	1.50 d
72°C 9 minutos	96.50 a	0.50 b	1.50 a	1.50 d
82°C 3 minutos	89.00 a	0.50 b	1.00 a	9.50 d
82°C 6 minutos	56.50 b	0.00 b	2.50 a	41.00 c
82°C 9 minutos	33.00 c	1.50 b	1.50 a	64.00 b
92°C 3 minutos	17.50 cd	0.00 b	0.00 a	82.50 a
92°C 6 minutos	13.50 d	0.00 b	0.50 a	86.00 a
92°C 9 minutos	7.00 d	0.00 b	0.00 a	93.00 a

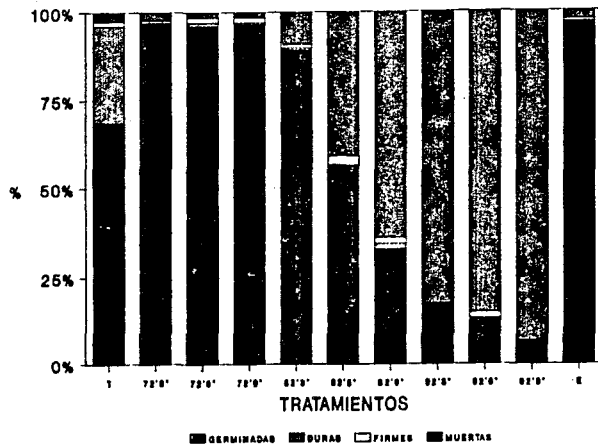
Las medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí Tukey 0.05.

Cuadro 6.11 Efecto de los tratamientos en relación a la Velocidad germinativa, Calidad de germinación y Uniformidad germinativa en semillas de Cassia didymobotrya

Tratamiento	Velocidad germinativa	Maguire	Uniformidad germinativa
Testigo sin tratamiento	4.86 b c d	14.15 b c	3.01 a
Escarificado	3.49 d	19.55 a b	0.07 c
72°C 3 minutos	4.24 b c d	24.83 a	2.72 a b
72°C 6 minutos	3.52 c d	27.19 a	2.10 a b
72°C 9 minutos	3.46 d	28.29 a	2.38 a b
82°C 3 minutos	3.93 b c d	20.55 a b	1.37 a b c
82°C 6 minutos	5.16 b c d	9.77 c d	2.30 a b
82°C 9 minutos	5.84 a b c	5.57 c d	2.27 a b
92°C 3 minutos	6.10 a b	2.67 d	1.82 a b c
92°C 6 minutos	7.76 a	1.92 d	2.84 a
92°C 9 minutos	4.13 b c d	1.31 d	0.83 b c

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

Cassia didymobotrya



Gráfica 6.1 Efecto de los tratamientos con agua caliente sobre el estado de las semillas al término del experimento.

DISCUSION

No se lograron altos porcentajes de germinación en las semillas de Cassia didymobotrya con la aplicación de tratamientos a 82°C con tiempo de inmersión de 6 y 9 minutos.

Los tratamientos térmicos probados a 92 °C no fueron efectivos pues presentaron porcentajes de germinación menores del 20% y la cantidad de semillas muertas se incremento considerablemente teniendo valores arriba del 80% los cuales fueron significativamente mayores al obtenido en el testigo intacto; es evidente que éstos tratamientos produjeron un fuerte retraso en la germinación y su aplicación fue letal para las semillas.

Con los tratamientos a 72°C en todos los tiempos de inmersión se obtuvieron porcentajes de germinación arriba del 95% lo cual no difirió significativamente a lo obtenido por el método de escarificación.

Es importante mencionar que el valor obtenido por el tratamiento correspondiente a 82°C no difirió significativamente con los valores obtenidos a 72°C pues alcanzó una germinación cercana al 90% .

CONCLUSIONES

--Se encontró que cerca del 20% de las semillas sin tratamiento son impermeables.

--El agua a 72°C permitió obtener más del 90 % de germinación, lo que nos indica que en ésta especie para obtener una germinación favorable es conveniente la inmersión a ésta temperatura.

--los tratamientos a 92°C produjeron un fuerte retraso en la germinación y su aplicación fue letal para las semillas por daños seguramente en el aparato enzimático por desnaturalización térmica.

(Vázquez Y. C. 1976) (Mott J. J. and G. Mackeon 1979) y (Ramírez,O.G. y (Camacho, M. F. 1987).

-- Las semillas a las cuales no se les aplicó ningún tratamiento presentaron una germinación ligeramente mayor al 50%, no obstante de haberse registrado el más alto porcentaje de semillas impermeables, esto ocurre debido a que es una especie que presenta bajos porcentajes de impermeabilidad.

--La escarificación fue el tratamiento más efectivo pues eliminó por completo la impermeabilidad presentando un porcentaje de germinación superior al 95% y la mayor velocidad germinativa; por la efectividad que se tiene al perforar manualmente, se trata de un testigo sin tratamiento.

--Para eliminar el problema de impermeabilidad en ésta especie fue suficiente la inmersión de las semillas a 72°C de 6 a 9 minutos y a 82°C por 3 minutos.

BIBLIOGRAFIA

Standley , P . and Steyermark , J. 1946. Flora of Guatemala
Chicago. Natural History Museum, Chicago. 24 pp 113.

Mott J. J. and G. Mackeon 1979. Effect of heat treatments in
breaking hardseededness in four especies of Stylosanthes. Seed
Physiology and Technology. 7 (1): 15-25 pp.

Ramírez O. G. y Camacho M. F. 1987. Tratamiento de semillas
latentes de plantas de importancia económica Biología (1-4):pp 36-42.

Vázquez Y. C. 1976. Estudios sobre la ecofisiología de la
germinación de zonas cálido húmedas de México en : Gómez P. A .
(Ed) Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en
Veracruz CECSA. México 279-387 pp.

RUPTURA DE LA IMPERMEABILIDAD DE Acacia farnesiana MEDIANTE

ACIDO NITRICO.

RESUMEN

Acacia farnesiana (Hulzache) es un arbusto no mayor de 3 metros que se encuentra principalmente en las zonas áridas de la República Mexicana y es un recurso forestal abundante, utilizado principalmente como alimento para ganado y para reforestación.

Debido a que en ésta especie se presenta un problema de impermeabilidad y por lo tanto un bajo porcentaje de germinación se decidió emplear tratamientos para eliminar éste problema utilizando para ello semillas pertenecientes a dos localidades (Palo Blanco y General Cepeda).

Se realizaron experimentos factoriales en los cuales se combinaron 2 procedencias e inmersiones en ácido nítrico con duraciones del tratamiento (75 min., 90 min, y 105 min.) además de inmersión en agua hirviendo por espacio de 15 minutos.

Las siembras se realizaron en cajas de petri con papel filtro y se acomodaron en una incubadora siguiendo un diseño completamente al azar; en la localidad de Palo Blanco se encontró que el 90% de las semillas de Acacia farnesiana sin tratamiento son impermeables y que la mejor germinación se obtuvo con la inmersión en agua hirviendo por espacio de 15 minutos, en cambio en la localidad de General Cepeda se encontró que el 80% de las semillas sin tratamiento son impermeables y que la mejor germinación se obtuvo con las inmersiones en ácido con duraciones del tratamiento de 75 y 90 minutos.

Debido a que fueron 2 procedencias las que se evaluaron tenemos que se presenta una interacción es decir las procedencias no se

comportaron igual ante los tratamientos y esa diferencia se manifiesta en los siguientes términos:

Para la procedencia de Palo Blanco el agua caliente produce mejores resultados que los demás tratamientos aplicados y para la procedencia de General Cepeda la inmersión en ácidos fué significativamente superior a lo obtenido en el resto de los tratamientos aunque no eliminó la latencia por completo.

INTRODUCCION (Acacia farnesiana)

El huizache (Acacia farnesiana) se encuentra en zonas áridas de la República Mexicana principalmente en Coahuila, Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Jalisco, Guanajuato y Querétaro.

Es un recurso forestal abundante que se ha utilizado principalmente como alimento para ganado; su madera se explota como combustible, para reforestación , como es el mejoramiento en la Silvicultura de pastos áridos y plantíos mixtos con ésta especie para obtener mayor crecimiento de la especie requerida; también se emplea en construcción rural de casas, cercas, ruedas para carros de tracción animal y mangos de herramienta.

En otros países este recurso se produce a nivel comercial, aceites de alto valor en la perfumería, sustancias medicinales, taninos para curtidos y utilización de su goma como adulterante de la goma arábiga (Abuin, 1970).

En base a la disponibilidad y a la utilización de éste recurso en nuestro país y en otros países, podría aprovecharse mejor en la industria y a su vez mejorar el nivel de vida del sector rural.

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación) se ha percatado de la gran importancia de ésta planta así que financia actualmente la recolección de semillas de ésta en México y a nivel mundial realizando ensayos de procedencias (FAO, 1980).

El hulzache presenta un grave problema para su propagación y es que la semilla posee una cubierta impermeable por ésto se le ha sometido a diversos tratamientos para eliminar este obstáculo de los cuales el más eficaz ha sido la escarificación manual, sin embargo es necesaria una técnica que sea más rápida y menos costosa.

Debido a que los resultados de la aplicación de ácido sulfúrico son contradictorios pues en ocasiones se reporta la obtención de altos porcentajes de germinación, mientras que en otros se reportan resultados que apenas superan la germinación de las semillas sin tratamientos y son claramente inferiores a los logrados con escarificación manual, se decidió probar tratamientos con ácido nítrico a diferentes tiempos de exposición ya que si se tienen resultados positivos se puede elegir el tiempo de exposición óptimo para eliminar la impermeabilidad. Otro tratamiento que se evaluó fue el de inmersión en agua hirviendo (92.8°C) por espacio de 15 minutos en base a referencias bibliográficas recientes para eliminar la impermeabilidad e inducir la germinación (Trejo, 1966).

ANTECEDENTES

Acacia farnesiana pertenece a la familia de las Mimosaceae según Hutchinson (1973) y Cronquist (1981) la cual se caracteriza por poseer árboles, arbustos o hierbas; hojas a menudo bipinaticompuestas; flores actinomorfas, pentámeras, de 10 a muchos estambres que usualmente se extienden más allá de la corola, filamentos de colores brillantes e inflorescencias con flores a menudo en grupos muy cerrados o apretados, o capitadas, espigadas o racemosas. Las flores con cáliz de 5 sépalos valvados, fusionados en el tubo pentalobulado. Corola de 5 pétalos valvados libres ó fusionados en un tubo. androceo de 5 a numerosos estambres; gineceo constituido por un pistilo simple de un carpelo con un lóculo, placentación marginal, ovario súpero. El fruto es una legumbre algunas veces indehisciente (Jones, 1989).

El género Acacia está representado por árboles o arbustos rara vez hierbas espinosas o inermes, con las hojas bipinadas; flores pequeñas, dispuestas en cabezuelas o espigas densas. cáliz acampanado dentado o partido, corola con los pétalos más o menos unidos, estambres numerosos, salientes, libres o levemente unidos en la base . Ovario de 2 ó muchos óvulos estilo filiforme; estigma pequeño. El fruto es una legumbre de forma diversa, dehiscente o indehisciente (Sánchez 1980).

DESCRIPCION DE LA ESPECIE

La especie Acacia farnesiana L. Willd generalmente es un arbusto no mayor de 3 metros de altura, muy ramificado con las ramas glabras ó casi glabras; hojas de 5 a 10 cm de largo, pinnas de dos a seis pares,

pecíolo y raquis comúnmente pubescente, folículos de 10 a 25 pares, lineales y / o blongo-lineales; pedúnculo delgado, pubescente de 2 a 4 cm de largo; flores con cabezuelas de 1 cm aproximadamente, fragantes, amarillo brillantes; vainas turgentes algo recurvadas glabra de 2 a 7 cm de largo que contiene de 6 a 12 semillas; número cromosómico diploide $2n = 26$ (Abuin, 1970; Sánchez 1980).

Las semillas son de forma oval u ovoide ligeramente comprimidas de unos 6 a 8 mm de largo, marcadas en ambas caras de la testa por una línea o depresión oval o elíptica más o menos concéntrica siguiendo el contorno de la semilla, la testa es de color negro o pardo verdoso, lisa, opaca o lustrosa dura, crustácea, resistente de .6 a .8 mm de grosor aproximadamente. El embrión es recto de color amarillo cema y ocupa toda la cavidad de la semilla; los cotiledones son dos grandes, gruesos, carnosos y ovales. La radícula es corta; inferior, incluida generalmente entre los dos cotiledones y cercana al hilo. carece de endospermo (Niembro, 1983).

Posición taxonómica y nombres vulgares. (Abuín, 1970; Sánchez, 1980).

Familia.....Mimosaceae

Subfamilia.....Mimosoidaeae

GéneroAcacia

Especie.....Acacia farnesiana (L) Willd

Sinonimia:

Acacia smallii

Acacia cavenia Bert.

Mimosae farnesiana (L)

Vachelia farnesiana (L) Wight Am.

Nombres vulgares.

- Huizache, huixachín, aroma y espino - .

DISTRIBUCION

El género Acacia se distribuye en casi todo el mundo excepto en el continente Europeo y la Antártida. Se dice que existen de 600 a 900 especies pero un 98% son endémicas de Australia donde se encuentran 600 especies descritas y 170 sin descripción botánica (Hopper y Bruce, 1978).

La distribución de la especie se encuentra en los siguientes estados Coahuila, Tamaulipas, San Luis Potosi, Zacatecas, Jalisco, Guanajuato y Querétaro (Abuín, 1970).

En el Occidente de México existen bosquesillos y matorrales abiertos de A. farnesiana y A. pennatula que suceden al bosque tropical caducifolio. El huizache forma parte del bosque espinoso en el Suroeste del estado de Puebla, existe un matorral denso de Acacia farnesiana que se establece como comunidad secundaria en los suelos profundos, cuyo climax corresponde al bosque de Prosopis y Phithecelobium. También se encuentra Acacia farnesiana asociada con A. pennatula en medio de encinares (Rzedowsky, 1981).

IMPORTANCIA

El huizache se utiliza principalmente como alimento para ganado y se explota como madera que tiene diferentes finalidades como son : la construcción rural, combustible, también se utiliza para reforestar zonas erosionadas ya que se adapta a suelos pobres y es resistente a la sequía (ONU, 1968).

En otros países se industrializan los recursos de esta planta y se producen a nivel comercial múltiples sustancias tales como aceites esenciales de alto valor en la perfumería, sustancias medicinales y taninos que nuestro país importa (Abuín, 1970).

También se usa el huizache como repoblador de clima seco(ONU, 1968) y principalmente para producir madera y leña; de las flores se extraen esencias y la goma se utiliza como adulterante de la goma arábiga. Los árabes extraían de las flores la esencia base para la fabricación de una pomada que conocían con el nombre de " Ben " y

hacían con esta planta infusiones que además de su grato aroma se les atribuía propiedades curativas, también los sirios fabricaban pomadas con dichas esencias (Abuln, 1970).

El jugo de su vaina tierna sirve para pegar porcelana y de ella también se extrae aceite esencial (Martínez, 1959).

Las ramas y vainas se pueden utilizar como alimento para el ganado caprino y bovino en forma de ramoneo ó la recolección de vaina y el corte de ramas. Aunque debido a la altura de la especie es necesario realizar podas para obtener su máximo aprovechamiento (Susano,1981).

Mattis y Petrov (1987) hicieron estudios sobre la utilización de especies leñosas locales e introducidas como plantas de forraje por ejemplo; Acacia farnesiana en el mejoramiento de la Silvicultura de pastos áridos en la India.

Rahaman y Dafei (1980) estudiaron el efecto del pastoreo simulado sobre el crecimiento y regeneración en 6 especies de Acacia en Sudán encontrando que las heridas para simular mordiscos por cabras, ovejas, ganado vacuno, conejos y camellos no tuvieron efecto sobre el número de plántulas de semillas establecidas de Acacia farnesiana. En cambio el removimiento de cotiledones de plantas de semillas de 3 días para simular el daño por insectos y otra fauna del suelo afectó seriamente la habilidad de Acacia farnesiana para llegar a establecerse.

Se han realizado trabajos abarcando aspectos como la composición de proteínas y aminoácidos de algunas semillas de Acacia entre ellas Acacia farnesiana .

Prakash y Misra (1987) presentaron los datos sobre el contenido de aminoácidos individuales en las proteínas de las semillas.

Acacia farnesiana también se ha utilizado para probar plantíos mixtos como se muestra en el trabajo realizado por Hasan et al. 1980 citado por Trejo, 1986 en el cuál se evaluó el crecimiento de Pinus brutia en plantaciones puras y mixtas encontrándose que en el bloque ó lote donde fue interplantada Acacia farnesiana de un año el crecimiento de Pinus brutia fue significativamente más grande que en el lote puro después de 3 estaciones de crecimiento.

Como otras leguminosas el hulzache fija nitrógeno Balasundaram V. R. 1987 citado por Trejo, 1986 estudió la nodulación nodulación natural de diecinueve especies entre ellas 8 especies de Acacia; las marcas en los árboles eran una especie de heridas a las cuales se les inoculaba el rhizobium encontrándose que sólo 4 de las especies (Acacia tortilis, A. farnesiana, A. nilótica y Leucaena leucocephala) formaron nódulos aunque se han hecho también reportes de nodulación en otras especies.

La vaina del hulzache contiene aproximadamente 19% de taninos y su corteza tiene una considerable proporción de ellos, los cuales son útiles en curtiduría (Martínez, 1959). Olivares (1983) encontró que la madera y la corteza del hulzache contenía 5.89% de taninos, mientras que el chaparro prieto 3.92% y el mezquite 2.92 %. Señala que los cultivos con productos vegetales tienen preferencia sobre los realizados con sustancias artificiales, aunque el proceso es más lento y tiene menor costo.

Según Selgier D. S. et al. (1986) la corteza y los frutos inmaduros de 3 especies comunes de Acacia (Acacia berlandieri, A. farnesiana, A. rigidula) contenían 5-15% de taninos; las hojas 2.5% y la leña 1%. Acacia gregii contenía en total menos fenoles y taninos que las otras especies.

La madera del huizache es sumamente dura de color amarillo claro ó rojizo, susceptible de pulimiento, por lo que podría ser aprovechada en diversas industrias como por ejemplo en la fabricación de parquet, en donde se está haciendo con la madera del mezquite que es un poco menos dura. Sin embargo en nuestro país casi no se utiliza y en el campo sólo se usa en forma rústica para cercas, ruedas para carros de tracción animal, mangos de herramientas y la mayor parte para leña y carbón (Abuín, 1970).

La disponibilidad de éste recurso y la utilización que se tiene en otros países permite que el huizache en México pueda ser objeto de industrialización para su mejor e integral aprovechamiento y así buscar algunas soluciones para mejorar los niveles de vida del sector rural. Es tal la importancia potencial de ésta planta que la FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación) financia actualmente la recolección de semillas de ésta planta en México y organiza ensayos de procedencias a nivel mundial con el fin de que en un futuro se obtenga el máximo provecho de la explotación y cultivo del huizache (FAO, 1980).

PROPAGACION DEL HUIZACHE

De acuerdo con Gordon y Rove citados por Wilan (1984) las semillas de Acacia farnesiana presentan latencia física que es

Impuesta por la impermeabilidad de la testa al agua y por ello son conocidas como semillas impermeables ó duras.

En el reporte anual del departamento de genética botánica en la Universidad de Sheffield se estudió el efecto del contenido de DNA nuclear en el rompimiento de latencia en semillas con cubiertas duras en legumbres tropicales entre ellas Acacia farnesiana .

Se ha tratado de reproducir el huizache por medios vegetativos Zhai et. al (1984) realizó un reporte de prueba con 15 especies entre ellas Acacia farnesiana para simplificación de técnicas de cultivo de tejidos.

Kumar, P. (1986) determinó la existencia de pollebrionía en Acacia farnesiana (de una muestra de 20 semillas una presenta 2 radículas a la germinación).

Brito N. R. (1980) encontró que los mejores tratamientos para romper la latencia fueron 6 minutos en agua caliente, 20 minutos en ácido sulfúrico y 10 minutos en agua oxigenada con 73.23, 90.5 y 14.5% de germinación respectivamente observándose que el agua oxigenada no tenía efecto significativo para el rompimiento de la latencia.

Trejo (1986) menciona que se evaluó el efecto de choques térmicos sobre semillas de Acacia farnesiana procedentes de un solo lote, encontrando que entre los tratamientos aplicados no hay diferencia significativa con respecto al testigo pero se observó una reducción de semillas duras significativamente con respecto al testigo intacto, en lo que se refiere a semillas firmes y muertas todos los tratamientos son estadísticamente iguales. El mejor tratamiento para estimular la germinación fue el de escarificación manual.

Wilan, (1984) menciona que los resultados de aplicación de ácido sulfúrico, alcohol, agua caliente y escarificación con vidrio molido fueron muy inferiores a los que se tienen lijando manualmente las semillas de dicha especie.

Además Tran y Cavanagh (1980) citados por Trejo, 1986, menciona que aún perforando la testa del hulzache hasta casi alcanzar la base de las células del macrosclerénquima no se obtuvo la imbibición después de 5 semanas.

Kumar y Purkay (1972) trataron semillas de Acacia farnesiana y otras especies con ácido sulfúrico concentrado y agua caliente las cuales aumentaron la capacidad germinativa de 79-93% y de 54-85 % respectivamente de acuerdo a las especies.

En Suecia se encontró que el tratamiento más efectivo para Acacia farnesiana es el lijado seguido por 3 horas de remojo en agua fría produciendo un 88% de germinación en 7 días y un 100 % en 21 días comparado con 63, 23 y 3 % en 21 días respectivamente de remojo en ácido sulfúrico concentrado, alcohol absoluto y agua caliente (Wilan, 1984).

Trejo, (1986) menciona que se evaluaron las inmersiones a 85 y 92.8 °C por 6, 9 y 12 minutos en 5 procedencias de semillas de hulzache del estado de Coahuila. Los resultados indicaron que los tratamientos a 85°C no tuvieron efecto y a temperatura de 92.8 °C por 12 minutos fue el mejor de ellos; ya que fue significativamente mayor que el testigo intacto en cuanto al aumento de semillas germinadas; cabe

notar que con ningún tratamiento se alcanzó la germinación obtenida por las semillas perforadas.

Trejo (1986) afirma que hasta ahora el mejor tratamiento es el escarificado manual aunque resultó impráctico para lotes de semillas grandes. El calentamiento con alre, agua y microondas no fueron efectivos pues incrementaron la cantidad de semillas muertas.

OBJETIVO

La finalidad de este trabajo es evaluar la efectividad de los tratamientos con ácido nítrico y agua hirviendo para romper la latencia física presente en esta especie.

HIPOTESIS

Si un ácido fuerte elimina la impermeabilidad en Acacia farnesiana entonces al aplicar tratamientos en los cuales se prueben diferentes tiempos de inmersión en ácido nítrico además de probar inmersión en agua hirviendo, se encontrará el tratamiento más efectivo para eliminar el problema de impermeabilidad en Acacia farnesiana.

METODOLOGIA

Se trataron semillas de Acacia farnesiana de dos procedencias Palo Blanco y General Cepeda (Coahuila) con ácido nítrico de un peso molecular de 63.016 y densidad específica de 1.408 a 15/15 °C.

Los tiempos de inmersión en ácido fueron de 75, 90 y 105 minutos; se emplearon 4 repeticiones de 50 semillas cada una para cada tratamiento. las cuales se colocaron en bolsas sintéticas (con forma de red) y de éstas pendió una etiqueta de metal con el nombre del tratamiento.

El tratamiento con ácido nítrico consistió en colocar 4 bolsas de cada localidad en un frasco con ácido, se dispuso de 4 frascos, al cumplirse cada tiempo se extrajo una bolsa de cada localidad y se lavó con agua corriente por espacio de 10 minutos. Posteriormente , las semillas se sembraron en cajas de petrícon papel absorbente previamente humedecido y esterilizado. La incubación se hizo en una germinadora a 22°C por 2 semanas.

Otro tratamiento evaluado fue el de inmersión en agua hirviendo (92.8 °C) por espacio de 15 minutos. Como testigo se dispuso de semillas a las cuales se les quitó una porción de la testa con ayuda de un esmeril; Otro testigo estuvo compuesto por semillas a las cuales no se les aplicó ningún tratamiento. Cabe mencionar que tanto para el agua hirviendo como para la escarificación y el testigo sin tratamiento, la siembra se realizó de la misma forma que en los tratamientos con ácido nítrico siendo colocados posteriormente en la germinadora.

Los conteos se realizaron diariamente tomando como referencia de la germinación a las semillas con una longitud de radícula de 1 cm. ó más.

Después de 15 días se contaron los totales de semillas germinadas, duras, muertas y dudosas; a las dudosas se les aplicó la prueba de tetrazolium para saber cuantas estaban vivas y cuantas muertas. Para poder aplicar la prueba las semillas se cortaron longitudinalmente (a la mitad) y se colocaron en bolsitas de gasa con una etiqueta del tratamiento quedando inmersas en Tetrazolium por espacio de una hora; se tomaron como vivas las que se tificaron de rojo* (Moreno, 1984). Se determinó también el tiempo transcurrido para su germinación.

* Considerando que las semillas se habían incubado en un período relativamente largo se tomaron únicamente como vivas las semillas bien teñidas de un color vivo. En éstas condiciones la presencia de áreas sin teñir indica que la semilla está perdiendo su viabilidad y seguramente por ello es incapaz de germinar.

La prueba de Tetrazolium se fundamenta en que en los tejidos vivos ocurren procesos de oxidación-reducción, el cloruro 2,3,5 de Trifenil tetrazolio reacciona con el hidrógeno formando un pigmento insoluble de color rojo llamado Trifenil formazan lo cual indica no sólo la viabilidad sino qué parte de la semilla está viva. (Hartman, T. H. y Kester, E. D. 1980; Jacobson, D. 1975).

RESULTADOS

ANALISIS DEL EXPERIMENTO FACTORIAL.

Con respecto a las variables de respuesta (porcentaje de germinadas, duras, firmes y muertas) podemos deducir de manera general que las fuentes de variación como tratamientos en general, procedencias, tratamientos de prelembra e interacción presentaron diferencias significativas lo cuál quiere decir que todas estas fuentes tuvieron influencia entre estas variables de respuesta para establecer diferencias.

En todas las variables de respuesta se puede observar que el valor más alto de F se registró en los tratamientos de prelembra lo cuál significa que en esta fuente de variación se observaron las mayores diferencias por lo cuál se infiere que cada uno de los tratamientos tuvieron efecto ya sea en mayor ó en menor escala.

Con respecto a los bloques se puede observar que ninguna variable de respuesta tuvo diferencias significativas y los valores reportados de F fueron los más bajos, lo cuál quiere decir que los resultados obtenidos en cada una de las repeticiones fueron similares.

En relación al tiempo de germinación que nos indica la velocidad de germinación podemos decir que la diferencia fue significativa sólo en los tratamientos en general, interacción y tratamientos de prelembra (esta última fue significativa con $\alpha = 0.05$, es decir, en todos éstos tratamientos se establecieron diferencias en la velocidad de la germinación.

Para la calidad de germinación la diferencia se manifestó en las variables de respuesta correspondientes a tratamientos en general , tratamientos de prelembra , interacción y procedencias (esta última

con diferencia significativa sólo con $\alpha = 0.05$) es decir todas éstas fuentes influyeron para reportar diferencias en la calidad de germinación; la diferencia más grande en cuanto a calidad de germinación se reportó para tratamientos de preselembra.

En lo concerniente a uniformidad de la germinación sólo encontramos diferencias significativas en tratamientos en general y tratamientos de preselembra lo cual quiere decir que las restantes fuentes de variación no influyeron para establecer diferencias en cuanto a la uniformidad.

De manera general podemos decir que en todas las variables hubo un efecto en los tratamientos en general puesto que resultaron altamente significativos; la partición que se hizo para analizar el experimento factorial indicó que únicamente en la Uniformidad germinativa no hubo interacción, esto quiere decir que en todas las demás variables hay que analizar la influencia combinada de la procedencia, del tiempo de inmersión en ácido y del daño a la cubierta para entender que fue lo que pasó y únicamente en la Uniformidad germinativa hubo efectos sencillos en éste caso el tratamiento de preselembra y los tratamientos en general fueron los que resultaron significativos.

Cuadro 7.1 Relaciones de varianza para procedencias y tratamientos de presiembra en Acacia farnesiana (El error tiene 33.00 grados de libertad).

Fuente de variación	grados de libertad	germinadas	Duras	Firmes	Muertas
Tratamientos en general	2	79.82	102.29	6.61	30.82
Procedencias	1	14.90	101.17	7.85	29.76
Tratamientos de presiembra	5	127.87	191.50	8.15	45.13
Interacción	5	44.76	13.30	4.83	16.72
Bloques	3	0.29	1.28	2.00	1.99

Observaciones

NS = No significativo

* = significativa con $\alpha = 0.05$

** = significativa con $\alpha = 0.01$

Cuadro 7.2 Relaciones de varianza para procedencias y tratamientos de presiembra en Acacia farnesiana(El error tiene 33.00 grados de libertad)

Fuente de Variación	Días medios	Velocidad germinativa	Uniformidad germinativa	F de tablas	
				0.05	0.01
Tratamientos en general	** 5.67	** 54.26	*	2.09	2.84
Procedencias	NS 1.48	*	NS 0.21	4.14	7.47
Tratamientos de presiembra	* 3.36	** 80.25	*	2.50	3.63
Interacción	** 8.79	** 38.71	NS 1.79	2.50	3.63
Bloques	NS 1.02	NS 0.23	NS 0.40	2.89	4.44

Observaciones

NS = No significativa

* = significativa con $\alpha = 0.05$

** = significativa con $\alpha = 0.01$

Relación del valor germinativo con otros índices.

En Acacia farnesiana la correlación del índice de Maguire con sus componentes(tiempo a la germinación, Uniformidad germinativa y porcentaje de germinación.) indican que, básicamente, la mayor asociación fue con el porcentaje de germinación que es superior al 95 % ; su significancia es muy alta.

No obstante también se presentó una correlación mediana entre el índice de Maguire y el tiempo a la germinación en la cuál se obtuvo un valor apenas mayor al 50%.

En la Uniformidad germinativa se obtuvo el valor más bajo (0.358) y que no es significativo; por todo lo anterior podemos deducir que en Acacia farnesiana todo se puede explicar básicamente en términos del porcentaje de germinación.

Cuadro 7.3 Correlación del valor germinativo de Maguire con otros índices germinativos en semillas de Acacia farnesiana.

Indices Germinativos	Coefficiente de correlación
Capacidad Germinativa	0.986 * *
Días medios de germinación	0.518 * *
Desviación típica del tiempo a la germinación.	0.358 NS

NS = no significativo

* * significativo con $\alpha = 0.01$

Efecto de los tratamientos de acuerdo con la Velocidad de germinación.

Podemos decir que con respecto a la procedencia de Palo Blanco el tratamiento que tuvo la mayor velocidad de germinación y que por lo tanto presentó el menor valor fue el de escarificación .

El tratamiento con la menor velocidad germinativa fue el de Inmersión en ácido 1.45 seguido por los tratamientos de Inmersión en ácido 1.30 y 1.15.

Con respecto a la localidad de General Cepeda los tratamientos que registraron la mayor velocidad en la germinación fueron el escarificado, y la inmersión en ácido 1.15, 1.30 y 1.45 pues en todos éstos se presentó el valor más bajo de velocidad germinativa; es decir las semillas tardaron casi el mismo tiempo en germinar.

El tratamiento con la menor velocidad germinativa fue el de agua hirviendo por 15 minutos.

Otro detalle importante es que el tiempo a la germinación en ambas localidades es similar al que se obtiene sin aplicar tratamiento; es decir las pocas semillas que germinan en el testigo sin tratamiento germinaron a la misma velocidad que las semillas a las cuales se les cortó la cubierta, solo que se alcanzan mayores porcentajes de germinación en éstas últimas.

Cuadro 7.4 Efecto de los tratamientos sobre el tiempo a la germinación de semillas de Acacia farnesiana.

Localidad de Palo Blanco

<u>Tratamientos</u>	<u>Velocidad germinativa</u>
Testigo sin tratamiento	5.21 c d
Escarificado	4.72 d
HNO ₃ por 1hr. 15 min.	6.24 a b c d
HNO ₃ por 1hr. 30 min.	6.47 a b c
HNO ₃ por 1hr. 45 min.	7.18 a
agua caliente	4.98 c d

Localidad de General Cepeda

<u>Tratamientos</u>	<u>Velocidad germinativa</u>
Testigo sin tratamiento	5.51 b c d
Escarificado	5.23 c d
HNO ₃ por 1hr. 15 min.	5.29 b c d
HNO ₃ por 1hr. 30 min.	5.22 c d
HNO ₃ por 1hr. 45 min.	5.21 c d
agua caliente	6.90 a b

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

Comportamiento de los testigos.

Al tomar en cuenta que fueron 2 procedencias las que se evaluaron se tiene que los testigos sin tratamiento en ambas procedencias tuvieron germinaciones bajas, sin embargo, no fueron iguales, hay que recordar que es una interacción, es decir, las procedencias no se comportan igual ante los tratamientos; En Palo Blanco se encontró que había una gran cantidad de semillas duras y obviamente el porcentaje de germinación fue inferior al 10 % prácticamente no se presentaron semillas firmes ni muertas la poca germinación que se obtuvo fue aproximadamente a los 5 días.

En cuanto a General Cepeda la germinación fue ligeramente superior al 10% pero aún así, la cantidad de semillas duras superó el 75 % es decir casi todas las semillas fueron impermeables e igualmente la germinación se obtuvo aproximadamente en 5 días.

Aplicando un tratamiento que permite eliminar la impermeabilidad, en este caso cortar la cubierta cambia esta situación; prácticamente todas las semillas germinan en ambas procedencias alcanzando la misma cantidad de germinación (Más del 90%) .Con respecto a las semillas muertas éstas se registraron en cantidades muy pequeñas menores al 5% en ambas localidades.

Cuadro 7.5 Germinación de semillas de Acacia farnesiana escarificadas y sin tratamiento en las localidades de Palo Blanco y General Cepeda.

PALO BLANCO

	Germinadas	Duras	Firmes	Muertas	Días medios
Testigo	6.00 b	90.50 a	0.00 a	3.50 a	5.21 a
Escarificadas	95.50 a	2.50 b	0.00 a	2.00 a	4.72 a

GENERAL CEPEDA

	Germinadas	Duras	Firmes	Muertas	Días medios
Testigo	12.00 b	79.00 a	1.00 a	8.00 a	5.51 a
Escarificadas	95.50 a	0.00 b	0.00 a	4.50 a	5.23 a

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

Efecto de los tratamientos de acuerdo con el valor germinativo.

En Acacia farnesiana se encontró que los mayores valores germinativos se obtuvieron al escarificar (perforar la semilla), y en éste caso hay una diferencia significativa entre lo que se obtiene en la procedencia de Palo Blanco y General Cepeda.

Se puede decir que en cierta forma germinaron mejor las semillas de Palo Blanco que las de General Cepeda; respecto a los tratamientos de tiempo de inmersión en ácido aplicados, ninguno de ellos, ni el de agua caliente tampoco alcanzaron los valores germinativos que se obtuvieron al escarificar las semillas.

Un detalle interesante es que el aplicar agua caliente en Palo Blanco da resultados similares a los que se obtienen al escarificar las semillas en la localidad de General Cepeda, los valores germinativos son muy parecidos no obstante el comportamiento de la procedencia de Palo Blanco es diferente del que se obtuvo en General Cepeda; en Palo Blanco esa diferencia se manifiesta en los siguientes términos; para la procedencia de Palo Blanco el agua caliente produce mejores resultados que todos los tratamientos que se aplicaron con ácido y obviamente son superiores al testigo; el testigo sin tratamiento produjo los mismos resultados que la aplicación de ácido.

Para la procedencia de General Cepeda la situación es la siguiente; el agua caliente produjo resultados similares a los que obtuvo su testigo sin tratamiento y los resultados que se obtuvieron en la inmersión en ácidos fueron significativamente superiores a los que se obtuvieron con agua caliente.

En términos generales se puede decir que los tratamientos con ácido nítrico en la localidad de Palo Blanco no fueron efectivos para eliminar el problema que se presenta en ésta especie pues no produjeron un estímulo muy grande de la germinación. En cambio en la localidad de General Cepeda encontramos que sí produjeron estímulos a la germinación.

Cuadro 7.6 Valor germinativo de Maguire obtenido en relación con los tratamientos aplicados a semillas de Acacia farnesiana .

Localidad de Palo Blanco

Tratamiento	Valor germinativo
Testigo sin tratamiento	1.12 b
Escarificado	198.44 a
HNO ₃ por 1hr. 15 min.	3.64 d
HNO ₃ por 1hr. 30 min.	3.45 d
HNO ₃ por 1hr. 45 min.	2.53 d
Agua caliente	16.11 b

Localidad de General Cepeda

Tratamiento	Valor germinativo
Testigo sin tratamiento	2.11 d
Escarificado	16.92 b
HNO ₃ por 1hr. 15 min.	10.37 c
HNO ₃ por 1hr. 30 min.	10.45 c
HNO ₃ por 1hr. 45 min.	8.20 c
agua caliente	3.42 d

las medias seguidas por la misma letra no difieren entre si Tukey 0.05.

Efecto de los tratamientos de acuerdo con la Uniformidad germinativa.

Con respecto a la Uniformidad Germinativa no hubo efecto entre procedencias por lo que sólo se tomó en cuenta las diferencias entre tratamientos; el tratamiento con el cual fue más uniforme la germinación se presentó en el escarificado con un valor de 0.62.

Los tratamientos con los cuales la germinación fue más heterogénea fueron los correspondientes a inmersión en ácido 1.45 y 1.15 reportando los valores más altos 2.19 y 2.47 respectivamente.

Cuadro 7.7 Efecto de los tratamientos de acuerdo con la Uniformidad germinativa.

<u>Tratamiento</u>	<u>Uniformidad Germinativa</u>
Escarificado	198.44 a
Testigo sin tratamiento	1.31 a b
HNO ₃ por 1 hr. 15 min.	2.47 a
HNO ₃ por 1hr. 30 min.	1.99 a b
HNO ₃ por 1hr. 45 min.	2.19 a b
Agua caliente	1.63 a b

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

Análisis de efectos

En el cuadro 7.8 se presentan las cantidades que se utilizaron para efectuar el análisis de efectos.

Cuadro 7.8 Cantidades usadas para realizar las pruebas de hipótesis para el análisis de efectos en semillas de Acacia farnesiana tratadas con agua caliente y ácidos.

Localidad de Palo Blanco

Variable	Valor máximo	Valor Mínimo	Testigo sin tratamiento	Diferencia mínima Honesta
Germinadas	95.50	0.00	6.00	8.83
Duras	100.00	0.00	90.50	8.26
Firmes	95.50	0.00	0.00	2.03
Muertas	100.00	0.00	3.50	7.94
Velocidad germinativa	∞	4.72	5.21	1.67

Localidad de General Cepeda

Variable	Valor máximo	Valor mínimo	Testigo sin tratamiento	Diferencia mínima Honesta
germinadas	95.50	0.00	12.00	8.83
Duras	100.00	0.00	79.00	8.26
Firmes	95.50	0.00	1.00	2.03
Muertas	100.00	0.00	8.00	7.94
Velocidad germinativa	∞	5.21	5.51	1.67

∞ = Indeterminado

las pruebas de hipótesis efectuadas en las 4 variables consideradas en ambas localidades produjeron 4 combinaciones distintas (Cuadros 7.8 y 7.9) en todos los tratamientos el efecto sobre el tiempo a la germinación fue nulo.

Cuadro 7.9 Efectos obtenidos con la aplicación de agua caliente y ácidos a semillas de Acacia farnesiana .

Localidad	Tratamientos			
	Agua caliente	HNO ₃ por 1hr. 15 min	HNO ₃ por 1hr. 30 min	HNO ₃ por 1hr. 45 min
Palo Blanco	B Z X B X	B Y X X X	B Y X X X	B Y X B B
General Cepeda	B Z B B X	B Y X / X	B Y X / X	B Y X B X

Con respecto a la localidad de Palo Blanco los tratamientos correspondientes a inmersión en ácidos a un lapso de 1 hora 15 minutos y 1 hora 30 minutos se clasificaron en la categoría de tratamientos mínimos positivos ya que la cantidad de germinación fue considerable; la cantidad de semillas duras y firmes fue reducida y la proporción de semillas muertas fue nula a excepción del tratamiento de Agua caliente en el cual se registró un incremento considerable.

El tratamiento de inmersión en ácido por un lapso de 1 hora 45 minutos se clasificó como tratamiento estimulante perjudicial es decir la germinación y la cantidad de semillas muertas fue considerable, es

decir hay un estímulo de la germinación a costa de matar semillas; La velocidad de la germinación fue rápida, la cantidad de semillas duras fue mínima y de firmes prácticamente nula.

Cuadro 7.10 Tipos de tratamientos obtenidos con la aplicación de agua caliente y ácidos en semillas de Acacia farnesiana.

Tratamientos

Localidad	Agua caliente	HNO ₃ por 1hr. 15 min	HNO ₃ por 1hr. 30 min	HNO ₃ por 1hr. 45 min.
Palo Blanco			minimo	Trata - miento
General Cepeda	Estimu - lante Perju - dicial	positivo		Perju - dicial Estimu lante.

Con respecto a la Localidad de General Cepeda podemos mencionar que el tratamiento de agua caliente se colocó en la categoría de estimulante perjudicial menor es decir la cantidad de semillas germinadas, firmes y muertas fue considerable, no obstante la cantidad de semillas duras fue mínima se puede asumir que este tratamiento no es muy adecuado para eliminar la impermeabilidad debido a que hubo una cantidad considerable de semillas firmes además de que presentó una velocidad de germinación mínima.

Con respecto a la Inmersión en ácidos a diferentes lapsos (1hr. 15 mín; 1 hr. 30 mín, y 1 hr. 45 mín) los tratamientos se colocaron en las mismas categorías que en la localidad anterior por lo cuál deducimos que presentaron un comportamiento similar.

Cuadro 7.11 Comportamiento estadístico de los tratamientos con respecto a las variables de respuesta en la localidad de Palo Blanco y General Cepeda.

localidad de Palo Blanco				
tratamientos	Variables de respuesta			
	germinadas	Duras	Firmes	Muertas
Testigo sin				
tratamiento	6.00 d	90.50 a	0.00 b	3.50 d e
Escarificado	95.50 a	2.50 e	0.00 b	2.00 e
HNO ₃ por				
1 hr 15 min.	22.50 c d	73.00 b c	0.00 b	4.50 c d
HNO ₃ por				
1 hr. 30 min.	22.50 c d	68.50 b c	0.00 b	9.00 b d e
HNO ₃ por				
1 hr. 45 min.	18.00 c d	61.00 c	0.50 b	20.50 b c d
Agua caliente	78.50 a	0.50 e	1.00 b	20.00 b c
Localidad de General Cepeda				
Testigo sin				
tratamiento	12.00 c d	79.00 a b	1.00 b	8.00 b c d e
Escarificado	95.50 a	0.00 e	0.00 b	4.50 c d e
HNO ₃ por				
15 min.	57.50 b	33.50 d	0.00 b	9.00 b c d e
HNO ₃ por				
30 min.	57.00 b	31.00 d	0.00 b	12.00 b c d e
HNO ₃ por				
45 min.	45.00 b	35.00 d	1.00 b	19.00 b
Agua caliente	24.00 c	0.50 e	7.50 a	68.00 a

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

Cuadro 7.12 Comportamiento estadístico de los tratamientos con respecto a las variables de respuesta en la localidad de Palo Blanco y General Cepeda.

Localidad de Palo Blanco

Tratamientos	Variables de respuesta	
	Velocidad Germinativa	Uniformidad Germinativa
Testigo sin		
tratamiento	5.21 c d	1.12 d
Escarificado	4.72 d	198.44 a
HNO ₃ por		
1hr. 15 min.	6.24 a b c d	3.64 d
HNO ₃ por		
1hr. 30 min.	6.47 a b c	3.45 d
HNO ₃ por		
1hr. 45 min.	7.18 a	2.53 d
Agua caliente	4.98 c d	16.11 b
<u>Localidad de General Cepeda</u>		
Testigo sin		
tratamiento	5.51 b c d	2.13 d
Escarificado	5.23 a d	16.92 b
HNO ₃ por		
1hr. 15 min.	5.29 b c d	10.37 c
HNO ₃ por		
1hr. 30 min.	5.22 c d	10.45 c
HNO ₃ por		
1 hr. 45 min.	5.21 c d	8.20 c
Agua caliente	6.90 a b	3.42 d

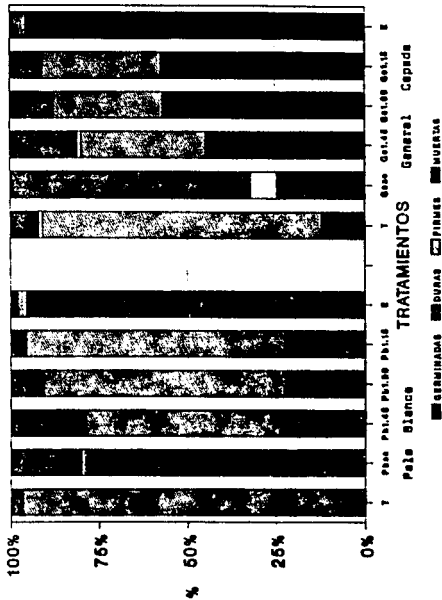
Las medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí Tukey 0.05.

Cuadro 7.13 Comportamiento estadístico de los tratamientos con respecto a la Uniformidad Germinativa.

Tratamientos	Uniformidad Germinativa.
Testigo sin tratamiento	1.31 a b
Escarificado	0.62 b
HNO ₃ por 1hr. 15 min.	2.47 a
HNO ₃ por 1hr. 30 min.	1.99 a b
HNO ₃ por 1hr. 45 min.	2.19 a b
Agua caliente	1.63 a b

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

Acacia farnesiana



Gráfica 7., efecto de los tratamientos con agua caliente, tiempos de inmersión en ácido y escarificación sobre la germinación de semillas de Acacia farnesiana de 2 procedencias.

DISCUSION

De manera general podemos darnos cuenta que en la localidad de Palo Blanco los tratamientos con mayor efectividad fueron el de escarificado seguido por el de agua caliente ya que además de que en ambos se obtuvieron los porcentajes más altos de germinación el porcentaje de duras y firmes fue mínimo, esto de cierta forma es concordante con la literatura pues Trejo, (1986) obtuvo con el escarificado manual el más alto porcentaje de germinación y le siguió en significancia el tratamiento con agua hirviendo para inducir la germinación. Por otra parte en 2 informes de servicio social generados en el INIFAP acerca del efecto del agua hirviendo se encontró que el tratamiento a 92.8°C por 12 minutos fué el más efectivo ya que fué significativamente mayor que el testigo intacto en cuanto al aumento de semillas germinadas.

En los tratamientos de ácidos a diferentes tiempos no se observó gran efectividad ya que el porcentaje de semillas germinadas fue muy reducido y el de duras alto, tal vez esto, sea debido a que el tratamiento con ácido no alcanzó a romper la impermeabilidad en las semillas.

Hay que considerar que hay factores de otra índole que pudieran estar influyendo en la impermeabilidad de las semillas pues como se ha reportado en la literatura a baja humedad relativa hay incremento en el número de semillas duras (Quinlivan, 1971); también la latitud afecta en el número de semillas duras por ejemplo en la Alfalfa a bajas latitudes hay menos semillas duras que en latitudes altas; el tiempo de cosecha es también determinante, en cosechas tardías se

encontró un mayor porcentaje de semillas duras que en cosechas tempranas debido a la reducción del contenido en humedad (Rolston, 1978) ya que la impermeabilidad se adquiere al final de la maduración cuando las semillas se socan (Rolston, 1978, Hartman y Kester, 1980).

Finalmente la temperatura de germinación también afecta la impermeabilidad, se sabe que los choques térmicos abren fisuras en la capa de Macrosclerénquima (Nikolaeva, 1969).

En lo referente a la Localidad de General Cepeda pudimos darnos cuenta que el tratamiento más efectivo fue el de escarificación, la inmersión en ácido nítrico a diferentes tiempos tuvo también efectividad aunque ésta fue menor a la de escarificación y el porcentaje de semillas duras fue relativamente alto.

El tratamiento de agua hirviendo por 15 minutos en ésta localidad no reportó ninguna efectividad pues el porcentaje de semillas germinadas fue bajo y el de duras mínimo es decir que después de todo alcanzó a romper la impermeabilidad, el porcentaje de semillas muertas fue el más alto lo cual pudo deberse a que gran cantidad de semillas a pesar de haberse embebido no eran viables ó el tratamiento resultó ser muy severo y las mató.

Es importante recalcar que como se esperaba el testigo con escarificación obtuvo el porcentaje más alto de semillas germinadas en ambas localidades 95.5% en Palo Blanco y 95.5% en General Cepeda.

Se puede decir que la escarificación mecánica por medio de abrasivos ó superficies ásperas es el tratamiento más común para eliminar la impermeabilidad de las semillas pues se puede destruir un sólo punto en la testa lo cual es suficiente para permitir la imbibición y el intercambio gaseoso. En un informe de

Rodríguez,(1984) se llegó a la conclusión de que el mejor tratamiento para estimular la germinación fue el de escarificado manual.

Los métodos correspondientes a escarificación y agua hirviendo dieron el menor porcentaje de semillas duras en ambas localidades ; en Palo Blanco 2.5% y 0.5% respectivamente y en General Cepeda 0 y 0.5 respectivamente lo cual nos dice que ambos resultaron efectivos para romper la Impermeabilidad.

El hervido en agua de las semillas de Acacia separa la cutícula y a veces parte de la capa en empalizada del tegumento de la semilla y puede interrumpir con eficacia el reposo ; ésto concuerda con la literatura pues Trejo, (1986) obtuvo con el tratamiento de agua hirviendo , porcentajes de germinación arriba del 40% que fue significativamente mayor que el testigo intacto lo que concuerda con los resultados obtenidos también por Clemens , (1977) quien trató con agua caliente semillas de Acacia terminalis, A. mytifolia logrando incrementar el porcentaje de germinación, pero éste aumento fue menor en correlación con el testigo perforado.

Finalmente Aveyard citado por Brito 1980 trató semillas de 6 especies de Acacia; A. cyanophylla, A. sophores, A. baileyana, A. decurrens, A. salina y A. apendiculata y encontró que en las semillas almacenadas por 12 meses el tratamiento más efectivo en orden decreciente fué la escarificación mecánica y la inmersión en agua caliente.

El testigo sin tratamiento para las 2 localidades como efectivamente se esperaba tuvo un porcentaje muy bajo de germinación ya que la mayoría de las semillas no se embibieron y el porcentaje de semillas muertas fue bajo.

En lo referente a las variables de respuesta , días medios , calidad de germinación y uniformidad de germinación se puede decir con respecto a los días medios que se obtuvo la mayor velocidad de germinación y en ambas localidades con el escarificado, ésto es consecuente con la literatura reportada por Clemens (1977) quién estudió 5 especies de Acacia encontrando que el escarificado manual mejoró la velocidad de germinación.

No obstante, se registraron ciertas diferencias en ambas localidades pues en palo Blanco la menor velocidad de germinación fue registrada en inmersión en ácido 1.45 y en General Cepeda el agua hirviendo por 15 minutos obtuvo la menor velocidad de germinación ; por lo que se podría pensar que las semillas de Palo Blanco mostraron mayor sensibilidad al ácido y en General Cepeda las semillas mostraron una mayor sensibilidad al agua caliente. Estas situaciones pudieron ocasionar daños en el embrión y ésto tal vez retardó la germinación; la diferencia de reacción con el agua hirviendo y los ácidos en las localidades pudo ser debida también a que el almacenamiento puede ser beneficioso para la semilla de buena calidad, pero puede resultar perjudicial si la semilla es de calidad inferior (Zwaan, 1978); hay ciertas indicaciones de que el pretratamiento puede ser dañino en el caso de semillas almacenadas durante varios años probablemente pueden guardarse las semillas por períodos más largos si se las mantiene a temperaturas bajas.

Con respecto a la calidad de germinación en ambas localidades se obtuvo la calidad más alta con la escarificación y la más baja fue reportada para testigo sin tratamiento es decir la germinación fue más lenta y en menor proporción, ésto viene a reafirmar que el tratamiento

más efectivo resulto ser el de escarificación, no obstante todos los demás tratamientos tuvieron cierta efectividad puesto que el testigo sin tratamiento reportó la menor calidad de germinación en ambas localidades.

Finalmente en lo que se refiere a uniformidad de germinación, como se esperaba la escarificación reportó la mayor Uniformidad en la germinación en ambas localidades, reportándose la mayor heterogeneidad en las Inmersiones en ácidos a diferentes tiempos y en el testigo sin tratamiento; ésto creemos que pudo ser debido a un efecto negativo de los ácidos en las semillas.

Podría recomendarse para eliminar la impermeabilidad de las semillas con mayor tiempo de almacenamiento, aumentar el tiempo de inmersión en agua hirviendo lo cual concuerda con lo citado por (Wilan, 1984) quien encontró que Acacia sieberiana una Acacia Africana dio una germinación del 60% después de hervir durante una hora; el aumentar el tiempo de ebullición podría contrarrestar el problema que se tiene porque la temperatura del tratamiento no puede ser superior al punto de ebullición el cual en la Ciudad de México es de 92.8°C y de 100°C al nivel del mar, además para la aplicación de éste método se requiere limitado o ningún equipo especial o productos químicos, el costo es mínimo y con pocas precauciones, estas técnicas no ofrecen riesgos al operador.

Con respecto a los ácidos es recomendable aumentar el tiempo de inmersión en éstos dependiendo del tiempo de almacenamiento de la semilla pues el efecto sobre el tegumento de la semilla es similar al del hervido prolongado y el tegumento queda flojo y perforado

superficialmente; también es recomendable aumentar el tiempo de inmersión en ácido nítrico si el tiempo de cosecha es tardío y por consiguiente el número de semillas impermeables ó duras es mayor.

Finalmente el escarificado mecánico además de reportar la mayor efectividad es seguro para el operador, las semillas se conservan secas y listas para la siembra y con máquinas adecuadas pueden procesarse grandes cantidades de semillas.

CONCLUSIONES

--Es importante señalar que ambas procedencias no se comportaron igual ante los tratamientos, porque hay variación genética y ambiental entre procedencias (Rolston, 1978). El problema de impermeabilidad de las semillas fué más evidente en la localidad de Palo Blanco, pues en la localidad de General Cepeda se presentó un mayor porcentaje de germinación, no obstante en ambas localidades la germinación se dió en un intervalo de 5 días.

--En ambas localidades el porcentaje de semillas muertas fue muy reducido porque es una especie que soporta altas temperaturas de inmersión sin daño metabólico.

--En ambas localidades el tratamiento más efectivo y con mayor velocidad en la germinación fue el escarificado pues con éste se reportaron los mayores porcentajes de germinación debido a que al perforar manualmente se tiene un testigo sin latencia ya que la latencia en ésta especie está dada por la impermeabilidad de la testa.

--Se puede inferir que posiblemente las semillas de la localidad de Palo Blanco presentaban mayor sensibilidad y menor impermeabilidad ya que el tratamiento con agua hirviendo fue suficiente para romper éste estado.

--Las semillas de la localidad de General Cepeda en cambio eran menos sensibles a los tratamientos y más impermeables por lo cuál el agua caliente no fue suficiente para romper su impermeabilidad , en cambio en los ácidos se obtuvieron resultados positivos , con ésto podemos inferir que se necesitan tratamientos más severos para romper su impermeabilidad.

--La velocidad de germinación en ambas localidades es similar a la que se obtiene sin aplicar tratamiento aunque se alcanzan mayores porcentajes de germinación en las semillas en las cuales se aplicó tratamiento; el problema no es la rapidéz de germinación, sino el porcentaje de semillas que germinan.

-- Además del tiempo de almacenamiento otro factor que pudo afectar fue que tal vez el tiempo de cosecha para las localidades fue diferente ocasionando que en una localidad se presentara mayor cantidad de semillas duras que en la otra.

--El aplicar agua caliente en Palo Blanco da resultados similares a los que se obtienen al escarificar las semillas de General Cepeda pues los valores germinativos son muy parecidos, es decir se tienen porcentajes y velocidad germinativa similares.

--El tratamiento con el cuál se registro una mayor uniformidad germinativa fue el correspondiente al escarificado porque se tenía una brecha amplia en la testa en la que podía entrar fácilmente el agua y lograrse una imbibición simultánea de las semillas.

BIBLIOGRAFIA

Abuin, M.G. et. al. 1970. Mezquites y huizaches : algunos aspectos de la economía, ecología y taxonomía de los géneros Prosopis y Acacia en México. I. M. de R. R. México pp 160-182.

Brito, N. R. 1980. Tratamiento a la semilla de tres especies forestales de zonas áridas y su influencia en la germinación. Tesis Profesional UACH México 66 pp.

Clemens, J. Jones P. G. and Gilbert, N. H. 1977. Effect of seed treatments on germination in Acacia Aust. J. Bot. 25: 269-276.

FAO, 1980. Recursos genéticos de especies arbóreas en las zonas áridas y semiáridas. Italia. pp 35-39.

Hartman T. H. y Kester E. D. 1980. Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad. Antonio Marino. CECSA. México pp 145-149.

Hopper, D. S. and Bruce, R. M. 1978. Phytogeography of Acacia in Western Australia Aust. J. Bot. 1: 63 -78 pp.

Janzen, D. H; Doerner, S. T; Conn, E. E. 1980. Seasonal constancy of Intra-population variation of HCN content of Costa Rica Acacia farnesiana foliage 1981. 51 (4) Forestry Abstracts.

Jones, B. S. 1989. Sistemática Vegetal. Macgraw-Hill, México 536 pp.

Kumar, P. 1986. Polyembryony in Acacia farnesiana. 1987 48 (7) .
Forestry Abstracts.

Mattis, G. Y; Petrov, V. I. 1987. Forestry improvement of arid
pastures in India 1989. 50 (4) Forestry Abstracts.

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

Moreno, M. E. 1984. Análisis físicos y biológicos de semillas
agrícolas. Dir. Gral. de Pubs. UNAM. México. 179-184 pp.

Niembro, R. A. 1983. Características morfológicas y anatómicas de
semillas Forestales UACH. pp 63.

Nikolaeva, M. G. 1969. Physiology of deep dormancy in seed. Trad.
Shapiro. Jerusalem, Israel Program for Scientific Translation pp
14-16.

Olivares, S. C. 1983. Determinación del contenido de taninos vegetales
en Acacia prosopis y Quercus y la comparación entre curtidos vegetales
y minerales. Tesis Prof. Monterrey, N. L. 59 pp.

ONU, 1968. Notas sobre semillas Forestales. Colección FAO Yugoslavia,
Cuaderno de fomento Cultural N 5 pp. 21-22.

Prakash, D. Misra, P. S. 1987. Protein and Aminoacid composition of some wild leguminous seeds. 1987. 48 (11) Forestry Abstracts.

Quinlivan, B. J. 1971. Seed coat impermeability in legumes J. Aust. Agric. Sci. 37: 283-295.

Rahaman, A; Dafel A. 1980. The effect of simulated grazing on the growth and regeneration of six of the Acacia species in Sudan 41 (6) Forestry Abstracts 2647-2700.

Rzedowsky, J. 1961. La Vegetación de México. Limusa. México pp 214-281.

Roiston, M. P. 1978. Water impermeability seed dormancy. The Bot Rev. 4(3): 365-396.

Sánchez, S. O. 1980. la flora del Valle de México. Herrero. México . pp. 202.

Seiger, D. S; Scilheimer, S. K; Huang, H.F. 1986. Tanins from four common Acacia species of Texas and Northeastern México. 1989. 50 (5) Forestry Abstracts.

Susano, H. R. 1981. Especies forestales suceptibles de aprovechamiento como forraje. Ciencia Forestal Vol. 6 (29) : 31-39.

Trejo, O. M. L. 1986. Ensayo de tratamientos térmicos para eliminar la impermeabilidad en semillas de Acacia farnesiana.

Willan, R. L. 1984. A guide to Forest seed with especial reference to the tropics DANIDA Forst. Cent. Dinamarca. 394 pp.

Yacobson, D. 1975. El uso del Vitascopio de semillas forestales. Folleto técnico forestal N° 37 10pp.

Zwan, J. G. 1978. Effects of hot water treatments and scarification in blackwood (Acacia melanoxylum). Sed South Africa Forst. Jour. 105 : 40-42 pp.

Zhai, Y. C; Zhou, Z. J. 1984. A preliminary study on simplification of tissue culture techniques. 1987. 48 (1) Forestry Abstracts.

GERMINACION DE Crataegus pubescens BAJO LA INFLUENCIA DE
TRATAMIENTOS DE REMOJO.

RESUMEN

Crataegus pubescens (tejocote) es un árbol de 6 metros ó más de altura de ramas rígidas y espinosas y frutos comestibles; se encuentra ampliamente distribuido en la mayoría de las zonas templadas tanto de México como de otras partes del mundo y es una especie que tiene gran utilidad tanto en México como en varios países de Europa como portainjertos, comestible, medicinal y reforestador.

Las semillas de Crataegus pubescens presentan generalmente una germinación escasa y lenta ya que el endocarpio dificulta su germinación ya sea por su dureza, por los inhibidores que contiene ó por impedir la salida del embrión; de acuerdo con éstas observaciones se tiene que hay un porcentaje importante de semillas con latencia mecánica.

Con el fin de encontrar un tratamiento que elimine éste problema se emplearon 20 tratamientos los cuales consistieron en ciclos de remojo y secado, remojo continuo con secado final y remojo continuo con duración de los tratamientos de 1 a 6 días además de unidades experimentales con endocarpio abierto y sin endocarpio.

Las siembras se realizaron en cajas de petri con arena sílica de 1 cm. de espesor y se acomodaron en una incubadora siguiendo un diseño completamente al azar; se encontró que un 95% de las semillas de Crataegus pubescens sin tratamiento no germinaron y que la mejor germinación se obtuvo con el tratamiento de remojado sin endocarpio, los

tratamientos de remojo tuvieron poco efecto sobre la germinación; ya que se ha visto que una porción alta de los endocarpios ó huesos son vanos es decir carecen de semillas y son difíciles de separar de los que sí contienen semillas. Se efectuó un análisis radiográfico de los endocarpios con el fin de relacionar la morfología de los endocarpios con la presencia ó ausencia de endocarpios llenos y vanos y determinar el tiempo de exposición y la intensidad óptimas para una identificación más precisa de los componentes de las unidades de dispersión encontrándose que la exposición por 14 y 21 segundos a una intensidad de 30 kilovolts fueron las óptimas y los endocarpios que presentaron 2 valles registraron un mayor porcentaje de endocarpios llenos, los endocarpios con cuatro valles presentaron el menor porcentaje de endocarpios llenos.

INTRODUCCION

El género Crataegus se caracteriza por tener árboles de 6 metros o más de altura, de ramas rígidas y espinosas. Inflorescencias umbeladas de pétalos blancos y frutos comestibles (Martínez, 1969; Sánchez, 1969).

En México las especies existentes de éste género, denominadas comúnmente tejocotes, se encuentran distribuidas en gran parte del país esencialmente en lugares fríos y templados principalmente en forma silvestre. Las plantas aún dentro de cada especie varían en su aspecto morfológico; se tienen árboles desde muy pequeños con o sin espinas, y la forma de la copa es muy variable, así como las características del fruto.

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 ésta planta como portainjerto de los genotipos sobresalientes y de cultivares de otras especies frutícolas como pera y membrillo; el cultivo en suelos tiene algunas limitantes a las cuales está adaptado el tejocote.

El cultivo de los árboles de tejocote está compuesto exclusivamente de ésta especie o se lo asocia con maíz, papa, especies ornamentales o con hortalizas pues las observaciones indican que el tejocote crece sobre un amplio rango de condiciones edáficas.

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 éstos se comen frescos, procesados y se aprovecha la corteza de la raíz de Crataegus mexicana como medicina (Borys y Vega 1984; Martínez, 1969).

La propagación extensiva de Crataegus pubescens puede favorecer la obtención de materia prima a bajo costo y en forma accesible para la elaboración de medicamentos ya sea para el uso popular ó bien para apoyo a la industria químico-farmacéutica nacional ya que el tejocote crece bien sobre una gran variedad de condiciones edáficas : suelos arcillosos, tepetatosos, volcánicos, ligeramente arcillosos y alcalinos; suelos con poca ó mucha profundidad, tolera además periodos prolongados de sequía y alta humedad así como suelos fríos y cálidos (Tamaro 1947; Tukey, 1964; Chavez, F. 1970; citados por Romero et al. 1983).

Este árbol puede ser útil para apoyar los programas de reforestación, especialmente en el Valle de México, ya que es un vegetal nativo y resistente; por ser un árbol frutal también podría ser incluido dentro de los programas de producción alimentaria. Cabe resaltar que para la fruticultura nacional una de las perspectivas más importantes la constituye el cultivo de tejocote como

portainjertos de peral, manzana y algunas selecciones sobresalientes de la misma especie aprovechando su adaptabilidad a suelos calcáreos y de escasa retención de humedad; además el patrón de crecimiento del sistema radical presenta ciertas ventajas en relación a los porta-injertos clonales como mejor anclaje por su raíz pivotante y mayor profundidad de exploración radicular.

Las anteriores ventajas están limitadas debido a que se ha encontrado que la germinación de Crataegus pubescens se da en forma dispersa, lenta y a veces incompleta, además de que los estudios que hasta ahora se han realizado se han enfocado como si éste vegetal creciera en climas europeos es decir en condiciones diferentes a las de México. Por todo lo anterior se considera relevante iniciar el estudio de la germinación del tejocote Crataegus pubescens ya que en México no se le ha dado la atención necesaria en cuanto a líneas de investigación bien definidas por lo que su manejo es todavía muy rústico.

A pesar de los muchos intentos que se han realizado para estimular la germinación de semillas de frutales con endocarpio lignificado como son el tejocote, el capulín y el durazno. Hasta la fecha se han logrado pocos avances al respecto; por ésta razón y con el objeto de definir el comportamiento de la germinación de las semillas del tejocote las cuales poseen dificultad para tal fin se proponen una serie de tratamientos de remojo y secado para evaluar el comportamiento de germinación de éstas. Además se realizó el estudio radiográfico de las semillas pues un problema que limita la germinación es el alto porcentaje de semillas vanas.

ANTECEDENTES

Taxonomía

El género Crataegus se caracteriza por poseer arbustos o pequeños árboles espinosos; estípulas presentes; hojas deciduas, pecioladas; alternas, simples, dentadas o lobadas; flores en corimbos; hipantio en forma de copa o acampanado; sépalos 5, enteros ó dentados; pétalos 5, blancos, redondos, insertos en el borde del disco, estambres 5 a 25 en 1 a 3 series; ovario infero, 1 a 5-locular, 1 a 5-carpelar con 1 a 2 óvulos en cada lóculo; fruto en pomo, generalmente anaranjado, otras veces amarillo o rojo. Género con numerosas especies de difícil identificación; se calculan unas 90 especies del Viejo Mundo. Se han descrito más de 1000 especies de Norteamérica, casi todas de Estados Unidos sin embargo, algunos autores reducen éste número, considerando que sólo el 10% corresponden a especies válidas; unas cuantas son nativas de México, una de las cuales se cita también de Centro y Sudamérica. En México se le llama - tejocote- y algunos son muy apreciados, principalmente por su fruto comestible. (Rzedowsky, J. y Rzedowsky C. G. 1979).

Descripción de la especie:

Crataegus pubescens (HBK) se caracteriza por poseer árboles espinosos de 4 a 10 metros de alto; peciolo hasta de 1 cm. de largo, láminas 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 oscuro poco piloso o glabro, envés más pálido, esparcida ó densamente pubescente;

corimbo de pocas flores; sépalos lanceolados; tomentosos de alrededor de 5 mm. de largo, subenteros ó glanduloso-aserrados; pétalos blancos, de 1 cm de largo ó menos; fruto semejando una pequeña manzana amarillo-anaranjada de 2 a 3 cm. de diámetro; semillas café, lisas.

El tejocote está ampliamente distribuido en el valle de México. A menudo cultivado Alt.2250-3000 m. en bosque de encino, pino ó Abies, frecuentemente en comunidades secundarias. Centro y sur de México, Centroamérica, Ecuador. (Rzedowsky, J. Y Rzedowsky C. G. 1979).

Clasificación Taxonómica. (según Jones, 1989).

Subclase	Rosidae
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Subfamilia	Maloideae
Género	<u>Crataegus</u>
Especie	<u>Crataegus pubescens</u>

Sinonimias:

Crataegus mexicana Moc y Sessé.

Crataegus stipulosa (HBK) (Steud).

Nombres vulgares

tejocote.

DISTRIBUCION

El tejocote se encuentra ampliamente distribuido en la mayoría de las zonas templadas tanto de México como de otras partes y existen

ANTECEDENTES

Taxonomía

El género Crataegus se caracteriza por poseer arbustos o pequeños árboles espinosos; estípulas presentes; hojas deciduas, pecioladas; alternas, simples, dentadas o lobadas; flores en corimbos; hipantio en forma de copa o acampanado; sépalos 5, enteros ó dentados; pétalos 5, blancos, redondos, insertos en el borde del disco, estambres 5 a 25 en 1 a 3 series; ovario infero, 1 a 5-locular, 1 a 5-carpelar con 1 a 2 óvulos en cada lóculo; fruto en pomo, generalmente anaranjado, otras veces amarillo o rojo. Género con numerosas especies de difícil identificación; se calculan unas 90 especies del Viejo Mundo. Se han descrito más de 1000 especies de Norteamérica, casi todas de Estados Unidos sin embargo, algunos autores reducen éste número, considerando que sólo el 10% corresponden a especies válidas; unas cuantas son nativas de México, una de las cuales se cita también de Centro y Sudamérica. En México se le llama -tejocote- y algunos son muy apreciados, principalmente por su fruto comestible. (Rzedowsky, J. y Rzedowsky C. G. 1979).

Descripción de la especie:

Crataegus pubescens (HBK) se caracteriza por poseer árboles espinosos de 4 a 10 metros de alto; peciolo hasta de 1 cm. de largo, láminas 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 oscuro poco piloso o glabro, envés más pálido, esparcida ó densamente pubescente;

Crataegus pubescens H. B. K.

Crataegus oxyacantha

Crataegus monogyna Jacq.

Las especies de Crataegus tienen gran utilidad tanto en México como en varios países de Europa; En Europa las especies de tejacote tienen una amplia aplicación de flores hojas y frutos en medicina, y las Inflouescencias 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) menciona 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 (Terranova, 1981).

Las especies Crataegus oxyacantha y Crataegus monogyna son originarias de Europa y se han cultivado en Norteamérica (American Institute Homeopathy 1979). En el uso medicinal popular se emplean como cardiotócos, 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 éstos 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 práctica común de algunas regiones del país realizan es utilización del tejocote como portainjerto de algunos tipos de pera realizando los tipos de injerto de las ramas de la copa de los árboles.

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 ésta 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 está adaptado el tejocote.

PROPAGACION

De acuerdo con las observaciones realizadas por Brinkman (1974) y Niembro (1982), las semillas de las plantas del género Crataegus están cubiertas por un endocarpio leñoso , duro y

relativamente grueso por lo cual se les conoce comúnmente como huesos. En su parte media longitudinal dicho hueso presenta una sutura que es más evidente en la parte cóncava, en ésta 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 varía de .5 a 1.5 cm y la cavidad del endocarpio donde se aloja la semilla está 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.

Las semillas del género Crataegus presentan generalmente una germinación escasa y lenta, que de acuerdo con lo revisado por Camacho et al. (1987) resultan de :

1) Una porción alta de los endocarpios ó huesos son vanos es decir carecen de semillas y son difíciles de separar de los que sí contienen semillas.

2) El endocarpio dificulta la germinación ya sea por su dureza, por los inhibidores que contiene o por impedir la salida del embrión.

3) La semilla aún liberada del endocarpio permanece latente es decir que no germina a menos que se le someta durante un periodo de 3 a 5 meses embebida a una temperatura entre 0 y 10 °C y que al mismo tiempo disponga de suficiente aereación.

Brom (1962) recomendó el empleo del enfriamiento en húmedo de 7 a 10°C, por un periodo de 40 a 60 días; Manjarrez, Grajeda y Graviña (1985); y Manjarrez (1985) probaron tratamientos como rompimiento del

endocarpio, inmersión en agua caliente, en ácido sulfúrico en soluciones reguladoras del crecimiento vegetativo como Benzil Adenina, giberelina y Tiourea, además del enfriamiento en húmedo encontraron que quitar el endocarpio redujo el tiempo requerido para iniciar la germinación y ningún tratamiento aumentó significativamente el porcentaje de ésta respecto a lo obtenido por un testigo sin tratamiento.

Las semillas del tejocote silvestre tienen dentro de la clasificación de Nikolaeva (1969) un tipo de latencia mecánica, según lo revisado por Camacho (1987). La latencia mecánica se presenta cuando una semilla posee una cubierta gruesa y dura como lo es el endocarpio; el letargo puede atribuirse a que la cubierta opera una resistencia mecánica al crecimiento del embrión, no obstante que éste es una posibilidad teórica aceptable Nikolaeva (1969) y Villers (1972) citan casos en que el bloqueo a la germinación no se debe tanto a la dureza de la cubierta como a su contenido de inhibidores y al obstáculo selectivamente permeable que opone a la lixiviación de los contenidos en sus tejidos internos, tanto Crocker como Esashi y Leopold (citados por Koller, 1972) mencionan haber obtenido medidas de la resistencia mecánica de la cubierta en semillas de varias especies.

Flemion (1930) citado por Crocquer (1948) trabajo en germinación con semillas de Crataegus y encontró que existen diferencias marcadas dependiendo de la especie. Crataegus cordata y Crataegus coccinea necesitan de 2.5 a 5 meses de baja temperatura en estratificación mientras que las semillas de Crataegus flava, Crataegus punctata; Crataegus crusgalli, Crataegus rotundifolia necesitan de 2 años aunque

semillas de Crataegus arnoldiana; Crataegus carrierei, Crataegus mollis, Crataegus sanguinea y Crataegus tormentosa germinan después de un periodo de baja temperatura obteniéndose más plántulas cuando las semillas han sido tratadas en un medio húmedo por varias semanas a 21 ó 25°C anterior al tratamiento de baja temperatura.

Manjarrez Sandoval (1985) estudió germinación de semillas de tejocote provenientes del Estado de México; encontró que el rompimiento del pericarpio produjo el más alto porcentaje de germinación. El rompimiento del pericarpio permitió que la germinación fuera más rápida y los tratamientos de estratificación superaron en porcentaje a los de escarificación.

Por último mencionaremos el trabajo realizado por Camacho M. F; Morales, V. G. y Camacho, M. R. (1987) quienes estudiaron los mecanismos que inhiben la germinación de las semillas de tejocote Crataegus pubescens sembrando en cajas de petri semillas de Crataegus pubescens con el endocarpio intacto, abierto así como embriones extraídos y observándolos durante 200 días, la germinación de las semillas intactas requirió de más de 100 días; el abrir el endocarpio sin retirarlo redujo el tiempo de germinación a menos de la mitad, en ambos casos el porcentaje de germinación fue mayor al 60% pero menor al 80% . Tanto la eliminación del endocarpio como la extracción del embrión elevaron el porcentaje de germinación a más del 90% y redujeron el tiempo a menos de 3 semanas. En éste trabajo también se discuten los mecanismos inhibitorios implicados y se hace revisión de los aspectos medicinales del género.

Cabe mencionar que también se han llevado a cabo estudios sobre tratamientos para la germinación de otras semillas de plantas con

cubierta leñosa como lo es el efectuado por García, C. S. E. y Camacho, M. F. (1987) estudiando el efecto de remojo y secado sobre la germinación de Prunus serotina ssp capuli (Cav); evaluando el efecto que tiene sobre la germinación de las semillas de ésta planta el abrir y eliminar el endocarpio así como el someter las semillas intactas de 1 a 4 días de remojo continuo y de 1 a 4 ciclos de remojo y secado.

A pesar de los muchos intentos que se han realizado para la germinación de semillas de frutales con endocarpio lignificado sin embargo hasta la fecha poco se ha logrado al respecto; por ésta razón y con el objeto de definir el comportamiento natural de germinación de las semillas de tejocote las cuales poseen dificultad para tal fin se proponen una serie de tratamientos para evaluar el comportamiento de germinación de éstas.

Para propagar el tejocote silvestre a nivel masivo se requiere un tratamiento que actúe sobre el endocarpio favoreciendo su apertura y eliminación de los compuestos solubles inhibidores de la germinación que seguramente contiene; en este caso el tratamiento que más conviene es la aplicación de periodos de remojo seguidos por periodos de secado.

ANALISIS RADIOGRAFICO DE SEMILLAS FORESTALES EN MEXICO.

La radiografía de las semillas consiste en la utilización de la técnica radiográfica para mostrar y analizar estructuras internas y el posterior desarrollo de las plántulas que se generan.

Métodos radiográficos:

De manera general se pueden distinguir dos procesos radiográficos que son la radiografía directa y la radiografía de contrastes, ambos muy utilizados en semillas forestales.

En la radiografía directa las semillas se examinan sin pretratamiento que implique el uso de agentes contrastantes, para mejorar la impresión de los rayos X sobre la película ó bien interponiendo contenedores de plástico ó papeles con pegamento para su adherencia Simark (Citado por Kamra, 1974) desarrolló la técnica radiográfica directa en agua, que consiste en exponer las semillas flotando en una caja de petri con 2 mm de agua.

En la radiografía de contrastes, si se llevan a cabo tratamientos previos a la semilla; los cuales se realizan con agentes denominados de contraste que basan su acción en la semipermeabilidad de los tejidos vivos de la semilla, comparándose ésta con los tejidos muertos que han perdido ésta propiedad; ocasionándose así, áreas impregnadas y no impregnadas que pueden ser distinguibles en la radiografía. La viabilidad de las semillas puede ser determinada con mayor seguridad por la extensión y localización de éstas áreas impregnadas (Kamra, 1974).

El principal problema que conlleva el empleo de los agentes de contraste es la influencia tóxica que pueden desarrollar sobre la germinación de las semillas así como en la distribución exacta de los patrones de impregnación sobre los tejidos, con lo que el uso de los rayos X puede perder su carácter de evaluación no destructiva (Simak, 1974).

Aplicaciones:

En 1903 el prof. A. N. Landstrom de la Universidad de Uppsala Suecia, empleó por primera ocasión los rayos X para reconocer la calidad de las semillas utilizadas, hecho que no tuvo gran trascendencia en ese momento, ya que su aplicación se desarrolló lentamente debido a que se utilizaba casi específicamente en la detección de insectos en las semillas. Fue hasta 1953 cuando Simak y Gustaffson demostraron la utilidad del método para determinar otros aspectos importantes de la calidad de las semillas forestales promoviéndose diversas variaciones metodológicas con el objeto de aumentar la calidad de las radiografías (Simak, y Kamra S.K. 1963).

Las ventajas de la técnica radiográfica en relación a los métodos tradicionales en el análisis de semillas, como los cortes directos y la técnica de tetrazolium, han sido ampliamente discutidos y analizados (Simak y Kamra 1963, Simak y Sahlen, 1981).

Son las semillas de árboles de las zonas templadas las que en principio han recibido atención, aunque se menciona que otros grupos sobre todo de zonas tropicales se analizan por procedimiento radiográficos.

Kamra (1976) propone la aplicación de radiografía para determinar la calidad de las semillas de árboles tropicales proporcionando análisis de muchas especies. Dentro del contexto de aplicación de los rayos X cabe hacer mención de su empleo en la detección de insectos que causan problemas en la corteza de los

árboles lo que puede llamarse análisis de corteza para la determinación no destructiva de la presencia y densidad de los estados vitales de larvas, pupas y adultos (Nebeker, 1980).

En el análisis de la calidad de las semillas Kamra (1964) señala diversos aspectos de aplicación como son la detección de infestación por insectos, detección de semillas llenas y vacías, detección de desarrollo del embrión, endospermo y pollebriones (Existen muchas especies que producen más de una semilla por frutos, lo que dificulta el control en las pruebas de germinación; a través de los rayos X es posible conocer con anterioridad el número exacto de semillas presentes en una muestra) determinación de la viabilidad y daños mecánicos.

Presencia de hongos:

Con cierta frecuencia se encuentran lotes de semillas que se observan aparentemente sanos no detectándose síntomas que indiquen la presencia de algún daño; sin embargo es posible que hongos endógenos hayan invadido los tejidos internos de las semillas. La radiografía permite detectar rápidamente la presencia de éstos, los cuales presentan en ocasiones patrones radiográficos característicos.

Por último, se señala que en relación a los posibles efectos genéticos y fisiológicos que los rayos X podrían causar en la semilla, bajo las condiciones en que usualmente se someten en las radiografías, Kamra y Simak (1965) establecen que los rayos no dañan a la semilla en lo que concierne a su velocidad y porcentaje de germinación.

Número de semillas llenas y vacías:

La determinación del número de semillas llenas y vanas en una muestra es importante ya que puede variar la cantidad de éstas cuando se realiza la siembra en vivero. Por medio de la radiografía es posible distinguir entre semillas llenas y vanas; la semilla vana se revela oscura mientras que la llena se observa blanca; en las semillas vanas es posible distinguir la cavidad embrionaria totalmente vacía.

Algunas características de los rayos X en el análisis de semillas.

Ventajas:

Prueba no destructiva siempre y cuando no se utilicen agentes de contraste.

Los resultados se obtienen más rápidamente.

Permite hacer comparaciones posteriores.

Es versátil para realizar las determinaciones.

Evita daños en la semilla por su fácil manipulación.

Desventajas:

Se requiere de una amplia experiencia.

La utilización de agentes de contraste la hace una técnica destructiva.

En México es tecnología de importación lo que eleva su costo.

Se requieren normas precisas de seguridad.

Puede presentar riesgos por exposición a rayos X.

Como se ha visto, la técnica radiográfica constituye el único método no destructivo de análisis de semillas, que da información sobre la calidad interna de la semilla, sus aplicaciones se han incrementado en el análisis rutinario de semillas y en trabajos de investigación sobre embriología genética y botánica. la técnica en México ha sido de introducción reciente y más aún en el área forestal.

OBJETIVOS

Encontrar un tratamiento que elimine el problema de latencia mecánica en ésta especie.

Encontrar una técnica que permita distinguir entre unidades de dispersión llenas ó vanas, estableciendo una relación entre la morfología de la unidad de dispersión (endocarpo) y la presencia ó ausencia de semillas.

Determinar el tiempo de exposición y la intensidad óptima para una identificación más precisa de los componentes de las unidades de dispersión.

HIPOTESIS

Si al aplicar más de una vez el remojo y secado debilita en forma creciente el endocarpio de Crataegus pubescens entonces al aplicar mayor número de remojos y secados se tendrá mayor estímulo germinativo, el cual se acercará al obtenido al quitar manualmente dicha cubierta.

Si la semilla demanda un espacio en el endocarpio para su desarrollo entonces habrá correlación directa entre la anchura del endocarpio y la presencia de semillas ó sus cavidades y ésto se manifestará en un mayor número de valles.

Si las semillas son expuestas a intensidades altas y duraciones bajas entonces habrá una mayor apreciación de la presencia ó ausencia de las semillas en el endocarpio.

METODOLOGIA

Se trabajó con semillas de Crataegus pubescens las cuales se obtuvieron de árboles cultivados en la localidad de San Juan Tlala (Estado de Puebla).

La pulpa se eliminó por medio de macerado y lavado con agua, posteriormente el lote de semillas se almacenó un mes en seco y a temperatura ambiente antes de realizar el experimento.

Se trató de establecer una relación entre la forma de los endocarpios y la presencia de endocarpios vanos, para esto, se clasificaron los endocarpios de acuerdo al número de hendiduras (partes cóncavas presentes en éstos) las categorías quedaron como sigue: 0 hendiduras, 1 hendidura, 2 hendiduras, 3 hendiduras y 4 hendiduras; se contó el número de endocarpios por cada categoría y se sacaron radiografías de los endocarpios probando la radiación de éstos a diferentes tiempos e intensidades; los endocarpios vacíos se detectaron mediante análisis radiográfico para su posterior eliminación. Para la obtención de las radiografías que se presentaron en éste trabajo se empleó un sistema de rayos X, Faxitron. Mod. 43804 fabricado por Hewlett packard (USA) que se encuentra instalado en el laboratorio de semillas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Este sistema proporciona un voltaje de 10-110Kv. con una corriente constante en el cátodo de 3 mA. y con una distancia focal máxima de 64.5 cm.

Las películas utilizadas fueron placas radiográficas de 8 x 10" y 2.5 x 4 cm; la maniobrabilidad de las semillas dependió del número a radiografiar (todas las radiografías fueron tomadas de manera directa sin aplicar agentes de contraste colocando las semillas ya sea

directamente sobre la película en contenedores de plástico ó en papel engomado).

Los tiempos empleados fueron de 7, 14 y 21 segundos y la intensidad empleada fue de 15, 30 y 45 kilovolt; posteriormente se acomodaron todas las transparencias en forma de cuadro comparativo y se eligieron las óptimas en cuanto a tiempo y kilovoltaje.

En cada categoría de endocarpios se establecieron los siguientes parámetros:

- 1) Sin cavidad y sin semilla.
- 2) Con cavidad y con semilla.
- 3) Con cavidad y sin semilla.

Posteriormente se analizaron las radiografías y se determinó el número de semillas presentes en cada categoría y después se abrieron los endocarpios y se corroboró el resultado.

En cuanto al estudio de la germinación se probaron 20 tratamientos y 2 testigos; los tratamientos utilizados fueron endocarpio abierto y sin endocarpio además de tratamientos de remojo; la duración de los tratamientos de remojo que se probaron fue de 1 a 6 días y los periodos de remojo y secado se efectuaron como sigue: remojo continuo de 1 a 6 días (los endocarpios se sembraron húmedos) remojo y secado (1 de remojo y 1 de secado) de 1 a 6 ciclos remojo de 1 a 6 días con un sólo secado final (los endocarpios se sembraron secos).

Cabe mencionar que en los casos de remojo alternado con secado cada 24 horas se dejaron secar los endocarpios 1 día en un horno con ventilación forzada a 30°C.

Para efectuar los remojos los endocarpios se colocaron en bolsas de malla de mosquetero de plástico etiquetados con sus respectivos tratamientos después se introdujeron en un frasco del que se cambió diariamente el agua.

Con respecto a los testigos a uno de ellos no se le aplicó ningún tratamiento y en el otro a las semillas se les extrajo el endocarpio.

La unidad experimental estuvo constituida por 50 semillas ó endocarpios los que previamente tratados se colocaron en una caja de petri estéril la cuál contenía arena como sustrato; el sustrato fué preparado como sigue: se limpiaron 7 kilos y medio de arena quitando los residuos con los tamices y por medio de enjuagues se les quitó la basura; posteriormente la arena se extendió sobre charolas y se dejó secar primero al aire libre y después en el horno a más o menos 110°C.

Finalmente se procedió a llenar las cajas de petri con arena y éstas se metieron al horno; se usó una capa de 1 cm de espesor.

Se sembraron 4 repeticiones de los tratamientos correspondientes a remojo y secado (RS); remojo continuo con 1 secado final (RF) y remojo total (RT) y 4 repeticiones de los tratamientos Endocarpio

abierto (CEA); Remojado sin endocarpio (RSE) y los 2 testigos Sin endocarpio y testigo sin tratamiento.

Para la siembra las semillas ó endocarpios se distribuyeron con ayuda de una pinza de manera uniforme procurando formar una espiral.

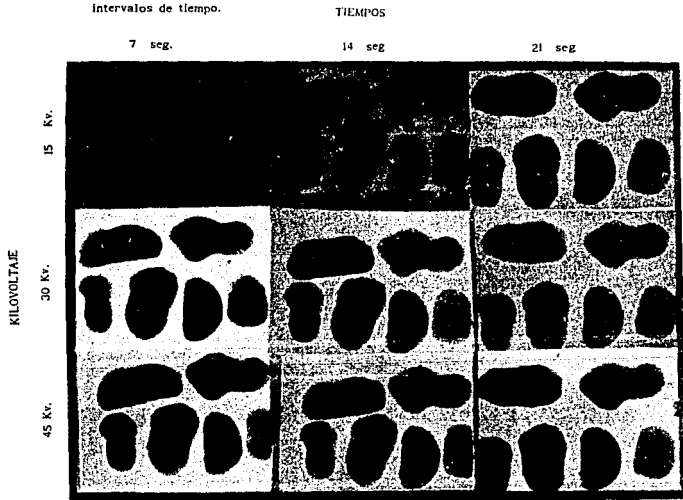
Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en charolas utilizándose 6 charolas con 16 lugares cada una, para la aleatoriedad se efectuó un sorteo de todos los lugares.

La incubación se realizó en una germinadora a 22 °C y durante los días que duró el experimento se efectuaron las evaluaciones del número de semillas germinadas (Las semillas germinadas debieron tener una radícula cuando menos de 1 cm de largo).

DESCRIPCION DE RESULTADOS DEL ANALISIS RADIOGRAFICO

Al acomodarse todas las transparencias en forma de cuadro comparativo se eligieron las óptimas en cuanto a tiempo y Kilovoltaje encontrándose que las radiografías expuestas a una Intensidad de 30 Kilovolts y a un tiempo de 14 seg. seguido por 21 seg fueron las óptimas pues en ellas se observó con mayor claridad el contenido y la presencia ó ausencia de cavidades en las unidades de dispersión.

Cuadro 6.1b Radiografías expuestas a diferentes intensidades e intervalos de tiempo.



Después de haber realizado el análisis radiográfico se analizó la relación existente entre la forma de los endocarpios (número de cavidades) y la presencia de endocarpios llenos y vacíos.

Del análisis realizado con 1, 2, 3 y 4 cavidades los resultados fueron los siguientes:






(Todas las radiografías fueron expuestas a la radiación y tiempo considerado como óptimo (14 kilovolts, 30 segundos).

Cuadro 8.2 Número de endocarpios con cavidad y con semilla, con cavidad y sin semilla, y sin cavidad y sin semilla en relación con el número de valles presentes en el dorso del endocarpio.

número de valles

en el dorso del
endocarpio.

Proporción de Endocarpios respecto al
total por categoría.

	semillas con	% llenas	% vanas con cavidad	% vanas sin cavidad
	0	64	4	32
	1	52	24	24
	2	84	4	12
	3	60	20	20
	4	25	0	75

Como podemos observar los endocarplos que presentan 2 valles obtuvieron el mayor número de endocarplos llenos y el menor número de endocarplos vanos; los endocarplos con 4 valles obtuvieron la menor cantidad de endocarplos llenos y la mayor cantidad de endocarplos vanos.

RESULTADOS DE Crataegus pubescens

Relación del valor germinativo con otros índices.

En Crataegus pubescens observamos un coeficiente de correlación, con el porcentaje de germinación corregido de 0.904 lo cual indica que los valores germinativos de Maguire se vieron sumamente afectados por el porcentaje de germinación; con respecto a los días medios el coeficiente de correlación es bastante menor (0.68) es alto pero no tan grande como el porcentaje de germinación.

Con respecto a la Uniformidad germinativa ésta tuvo muy poca influencia pues el coeficiente de correlación fue de 0.153.

En base a esto podemos deducir que los cambios ocurridos en el experimento básicamente estuvieron dados por los cambios en el porcentaje de germinación con una significancia muy alta, el coeficiente obtenido para los días medios fue también significativo y con respecto a la Uniformidad la correlación fue bastante baja y no significativa.

Cuadro 8.3 Correlación del valor germinativo de Maguire con otros índices germinativos en semillas de Crataegus pubescens.

<u>Índices germinativos</u>	<u>Coefficiente de Correlación.</u>
Capacidad germinativa	0.904 * *
Días medios de Germinación	0.682 * *
Desviación típica del tiempo a la germinación.	0.153 N S

N S = No significativo

* * = significativo con $\alpha = 0.01$

Efecto de los tratamientos de acuerdo con la Velocidad de Germinación

Con respecto a la velocidad de germinación podemos observar que casi todos los tratamientos presentaron una velocidad germinativa similar aunque es importante mencionar que en los tratamientos correspondientes a remojo total de 2 días, y remojo total de 4 días el tiempo a la germinación se consideró infinito por lo cuál podemos inferir que en ambos se presentó la menor velocidad de germinación (el tratamiento correspondiente a remojo de 3 días con secado final obtuvo también un valor alto significativamente mayor al resto de los tratamientos (279.06)); se esperaba que en el testigo sin tratamiento se registrara el mínimo en cuanto a velocidad y no sucedió así pues el valor obtenido en éste tratamiento fué de 269.38.

La mayor velocidad de germinación se registró en nuestro testigo con tratamiento (Sin endocarpio) pues el valor obtenido en éste (43.46) fué significativamente menor al obtenido en todos los demás tratamientos (cuadro 8.4).

Cuadro 8.4 Efecto de los ciclos de remojo y secado así como diferentes daños a la cubierta sobre el tiempo a la germinación en semillas de Crataegus pubescens.

Tratamientos	Velocidad de Germinación
remojo y secado de 1 día	224.29 a b
remojo y secado de 2 días	263.28 a b
remojo y secado de 3 días	238.79 a b
remojo y secado de 4 días	223.28 a b
remojo y secado de 5 días	216.54 a b
remojo y secado de 6 días	235.27 a b
remojo de 1 día con secado final	273.13 a b
remojo de 2 días con secado final	260.25 a b
remojo de 3 días con secado final	279.06 a
remojo de 4 días con secado final	205.48 a b
remojo de 5 días con secado final	229.13 a b
remojo de 6 días con secado final	253.43 a b
remojo total de 1 día	232.50 a b
remojo total de 2 días	∞
remojo total de 3 días	214.00 a b
remojo total de 4 días	∞
remojo total de 5 días	266.13 a b
remojo total de 6 días	211.30 a b
Con endocarpio abierto	217.86 a b
remojo sin endocarpio	220.71 b c
Testigo = 269.38 a b	Sin endocarpio = 43.46 c

∞ = indeterminado

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

Comportamiento de los testigos.

Las semillas a las que no se les aplicó ningún tratamiento prácticamente no germinaron; con respecto a las semillas firmes no hubo ruptura de la latencia en casi un 40 % y el porcentaje de semillas muertas fue mínimo (5%).

Con respecto a las semillas sin endocarpio se obtuvo un porcentaje de germinación cercano al 40 %; el porcentaje de semillas firmes fue prácticamente nulo y el porcentaje de semillas muertas mínimo (0.50 %).

En lo referente a la velocidad germinativa el testigo sin tratamiento obtuvo una baja velocidad de germinación registrando un valor de 269.38, y el testigo con tratamiento presentó la más alta velocidad de germinación pues registró un valor significativamente menor (43.46).

Es importante mencionar que en ésta especie no hubo presencia de semillas duras como podemos observar en el cuadro ya que no existe un problema de impermeabilidad.

Cuadro 8.5 Germinación de semillas de Crataegus pubescens sin endocarpio y sin tratamiento.

	Germinadas	vanas	Duras	Firmes	Muertas	Días medios
Testigo	6.00 b	50.00a	0.00 a	39.00 a	5.00 a	269.38a
Sin endocarpio	37.00a	61.50a	0.00 a	1.00 b	0.50 a	43.46 b

Efecto de los tratamientos de acuerdo con el valor germinativo.

En cuanto al valor germinativo en Crataegus pubescens podemos mencionar que con el tratamiento de eliminación del endocarpio con y sin remojo se registró una alta calidad de germinación pues el valor obtenido en éste fue significativamente mayor al obtenido en el resto de los tratamientos.

La menor calidad germinativa se observó en los tratamientos correspondientes a endocarpio abierto, remojo de 2, 3 y 5 días con secado final, remojo total de 1 día y remojo total de 4 días pues en todos éstos tratamientos se presentó el valor más bajo (0.08) No obstante, éste valor no resultó significativo con respecto a los demás tratamientos.

Cuadro 8.6 Valor germinativo de Maguire obtenido en relación a los ciclos de remojo y secado así como diferentes daños a la cubierta de semillas de Crataegus pubescens.

<u>Tratamientos</u>	<u>Valor germinativo</u>
remojo y secado de 1 día	0.10 c
remojo y secado de 2 días	0.13 c
remojo y secado de 3 días	0.13 c
remojo y secado de 4 días	0.11 c
remojo y secado de 5 días	0.20 c
remojo y secado de 6 días	0.13 c
remojo de 1 día con secado final	0.24 c
remojo de 2 días con secado final	0.08 c
remojo de 3 días con secado final	0.08 c
remojo de 4 días con secado final	0.09 c
remojo de 5 días con secado final	0.08 c
remojo de 6 días con secado final	0.09 c
remojo total de 1 día	0.08 c
remojo total de 2 días	0.09 c
remojo total de 3 días	0.13 c
remojo total de 4 días	0.08 c
remojo total de 5 días	0.20 c
remojo total de 6 días	0.18 c
Con endocarpio abierto	0.08 c
remojo sin endocarpio	1.34 b
Testigo = 0.06 c	Sin endocarpio = 2.29 a

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

Análisis de Efectos

En el cuadro 8.7 se presentan las cantidades que se utilizaron para efectuar el análisis de efectos.

Cuadro 8.7 Cantidades usadas para realizar las pruebas de hipótesis para el análisis de efectos en semillas de Crataegus pubescens tratadas con ciclos de remojo y secado así como diferentes daños aplicados a la cubierta.

Variable	Valor máximo	Valor mínimo	Testigo sin tratamiento	Diferencia mínima Honesta
Germinadas	48.66	0.00	6.00	8.47
Firmes	48.66	0.00	39.00	10.63
Muertas	100.00	0.00	5.00	6.52
Días Medios	∞	43.46	269.38	157.83

∞ = indeterminado

Las pruebas de hipótesis efectuadas en las 4 variables consideradas produjo 6 combinaciones diferentes (Cuadros 8.7 y 8.8).

Es importante mencionar que en la mayoría de los tratamientos el efecto sobre el tiempo a la germinación fue nulo.

Cuadro 8.8 Efectos obtenidos con la aplicación de ciclos de remojo y secado así como diferentes daños aplicados a la cubierta en semillas de Crataegus pubescens.

Tratamientos	Ciclos de remojo y secado					
	1	2	3	4	5	6
remojo y secado	X O X /	X O X /	X O X /	X O X /	X O X /	X O X /
remojo con secado final	X O X /	X O X /	X O X /	X O X /	X O X /	X O X /
remojo total	X O X /	X O X A	X O X /	X O X A	X O X /	X O X /
Con Endocarpio abierto	X Z X /					
Remojado sin endocarpio	A Z X /					
Sin endocarpio	A Z X Z					

Todos los tratamientos correspondientes a los ciclos de remojo y secado (RS) y remojo con secado final (RF) así como los remojos totales correspondientes a 1, 3, 5 y 6 ciclos se colocaron en la categoría de tratamientos nulos pues se observó que la germinación fué mínima obteniéndose un efecto nulo en todas las demás variables.

Los tratamientos correspondientes a remojo total de 2 y 4 ciclos se colocaron en la categoría de tratamientos retardantes ya que el porcentaje de germinación fué mínimo obteniéndose no obstante una velocidad germinativa máxima; las variables restantes presentaron un efecto nulo.

Cuadros 8.9 Tipos de tratamientos obtenidos con la aplicación de ciclos de remojo y secado así como diferentes daños aplicados a la cubierta en semillas de Cratogeomys pubescens.

Tratamientos	Ciclos de remojo y secado					
	1	2	3	4	5	6
remojo y secado	tratamientos nulos					
remojo con secado final						
remojo total						
Con endocarpio abierto	tratamiento incompleto filológico					
remojo sin Endocarpio	tratamiento medio positivo					
Sin endocarpio	tratamiento máximo positivo					

Con respecto al tratamiento con endocarpio abierto (CEA) se colocó en la categoría de tratamiento incompleto fisiológico ya que hubo una reducción significativa del número de semillas firmes y no estuvo acompañado por un incremento similar en la germinación; en las variables restantes el efecto fue nulo.

El tratamiento de remojo sin endocarpio (RSE) se colocó en la categoría de medio positivo ya que en él se presentó un máximo en la germinación y una reducción significativa del número de semillas firmes, en cuanto a las variables restantes el efecto fué nulo.

El tratamiento sin endocarpio (SE) se colocó en la categoría de máximo positivo ya que presentó el máximo en la germinación así como una reducción significativa en el número de semillas firmes y velocidad germinativa. El porcentaje de semillas muertas fué nulo.

Cuadro 8.10 Comportamiento estadístico de los tratamientos con respecto a las variables de respuesta en semillas de Crataegus pubescens

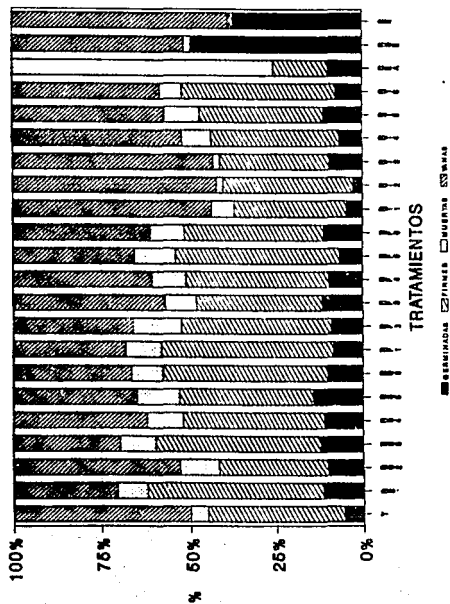
Tratamiento	porcentaje	Variables de respuesta			
		porcentaje corregido	Germinadas	Firmes	Muertas Venas
RS1	24.00 b	33.70 b	12.00 b	50.00b	8.50b 29.50d
RS2	23.00 b	43.96 b	10.50 b	31.00ab	11.50b 47.00abcd
RS3	24.00 b	35.00 b	12.50 b	47.00a	10.00b 30.50 cd
RS4	23.00 b	37.00 b	11.50 b	40.50a	10.00b 38.00abcd
RS5	28.00 b	45.78 b	14.50 b	38.50a	12.00b 35.00abcd
RS6	21.00 b	28.80 b	10.50 b	47.00a	9.00 b 33.50 bed
RF1	17.00 b	28.58 b	9.00 b	49.00a	10.00b 32.00 bed
RF2	21.00 b	22.52 b	9.50 b	43.00a	13.50b 34.00 bed
RF3	22.02 b	43.50 b	12.00 b	36.00ab	9.00b 43.00abcd
RF4	20.02 b	29.56 b	10.00 b	41.00 a	9.50b 39.50 bed
RF5	16.00 b	29.96 b	7.00 b	47.00 a	11.50b 34.50abcd
RF6	20.00 b	35.16 b	11.50 b	40.00 a	9.50b 39.00abcd
RT1	8.02 b	19.50 b	5.00 b	32.00ab	6.50b 56.50 abc
RT2	3.04 b	6.10 b	3.00 b	37.00 a	2.00b 58.00 ab
RT3	19.02 b	37.10 b	10.00 b	31.00ab	3.00b 57.00 abc
RT4	9.02 b	13.62 b	7.00 b	36.50ab	8.50b 48.00abcd
RT5	23.00 b	41.56 b	11.50 b	35.50ab	10.00b 43.00abcd
RT6	23.02 b	38.46 b	8.00 b	44.00 a	6.00b 42.00abcd
CEA	20.00 b	——	10.00 b	15.50bc	74.50a ——
RSE	97.32 a	95.41 a	48.66 a	0.66 c	2.00b 48.68abcd
SE	74.00 a	93.67 a	37.00 a	1.00 c	0.50b 61.50 a
T	14.00 b	29.16 b	6.00 b	39.00 a	5.00b 50.00abcd

Cuadro B. 1: Comportamiento estadístico de los tratamientos con respecto a las variables de respuesta en semillas de Crataegus pubescens.

Tratamientos	Variables de Respuesta		
	Velocidad Germinativa	Maguire	Uniformidad Germinativa
RS1	224.29 a b	0.20 c	89.79 a b
RS2	263.28 a b	0.26 c	102.98 a b
RS3	238.79 a b	0.22 c	119.74 a
RS4	223.28 a b	0.40 c	85.91 a b
RS5	216.54 a b	0.26 c	108.26 a b
RS6	237.27 a b	0.48 c	112.03 a b
RF1	273.13 a	0.16 c	90.34 a b
RF2	260.25 a b	0.16 c	91.17 a b
RF3	279.06 a	0.18 c	53.41 a b
RF4	205.48 a b	0.16 c	54.51 a b
RF5	229.13 a b	0.18 c	121.93 a
RF6	253.43 a b	0.16 c	106.94 a b
RT1	232.50 a b	0.18 c	32.19 a b
RT2	—	0.26 c	16.35 a b
RT3	214.00 a b	0.16 c	80.87 a b
RT4	—	0.00	34.49 a b
RT5	266.13 a b	0.40 c	98.04 a b
RT6	211.30 a b	0.36 c	71.87 a b
CEA	217.86 a b	0.16 c	87.66 a b
RSE	220.71 b c	2.68 b	68.86 a b
SE	43.46 c	4.58 a	31.22 a b
T	269.38 a b	0.12 c	88.37 a b

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

Crataegus pubescens



Gráfica 8.1 Efecto de los tratamientos remojo y secado de 1 a 6 ciclos, remojo con secado final de 1 a 6 ciclos, remojo continuo de 1 a 6 ciclos, endocarpio abierto, remojado sin endocarpio y testigo sobre la germinación de semillas de *Crataegus pubescens*.

DISCUSION.

No se lograron altos porcentajes de germinación en las semillas de Crataegus pubescens con la aplicación de tratamientos de remojo y secado y remojo total correspondientes a 1, 3, 5 y 6 ciclos lo cual pudo deberse a que estos tratamientos no fueron suficientes para eliminar la dureza de la testa y para lixiviar los inhibidores.

Los tratamientos con eliminación del endocarpio (remojo sin endocarpio y , sin endocarpio) presentaron un máximo en la germinación lograndose un incremento arriba del 45% y reduciendo significativamente el número de semillas firmes, además el valor obtenido en éstos tratamientos fue significativamente mayor al obtenido en todos los demás tratamientos.

Estos resultados pueden deberse a que al quitar el endocarpio estamos eliminando el problema mecánico de la salida del embrión así como la eliminación de los inhibidores presentes en éste.

Con respecto al análisis radiográfico consideramos que se pudo obtener el tiempo y la intensidad óptimas para lograr una identificación más precisa de los componentes de la unidad de dispersión.

Es importante la realización de un trabajo más detallado acerca de la relación existente entre la morfología de los endocarpios(número de valles) y la presencia ó ausencia de endocarpios llenos ó vanos ya que no se ha reportado la existencia de trabajos que abarquen este aspecto.

CONCLUSIONES

— La mayor velocidad de germinación se presentó en el tratamiento con eliminación del endocarpio debido a que el endocarpio es el principal obstáculo para la germinación.

—Las semillas a las cuales no se les aplicó ningún tratamiento prácticamente no germinaron porque el endocarpio presenta poderosos mecanismos inhibitorios que impiden que se realice la germinación por períodos mayores a medio año.

—Los tratamientos con eliminación del endocarpio (con ó sin remojo) registraron la más alta calidad de germinación, ya que al quitar el endocarpio se está eliminando el problema mecánico de la salida del embrión así como la eliminación de los inhibidores presentes en éste.

—Con referencia al análisis radiográfico se encontró que las radiografías a una intensidad de 30 Kilovolts y a tiempos de 14 y 21 segundos fueron las óptimas para una identificación más precisa de los componentes de la unidad de dispersión.

--las unidades de dispersión que presentaron 2 valles obtuvieron el mayor porcentaje de endocarpios llenos, esto puede implicar que las semillas demandan un espacio en el endocarpio para su desarrollo.

—Las unidades de dispersión que presentaron 4 valles obtuvieron la menor cantidad de endocarpios llenos porque al no presentarse semilla hay un desarrollo exagerado de los tejidos del fruto.

BIBLIOGRAFIA

American Institute of Homeopathy. 1979. The Homeopathic pharmacopoeia of the United States. pp. 220-221.

Bailey and Bailey, E. Z. 1976. Hortus third concise dictionary of plants and cultivated in the United States and Canada. Macmillan Publishing Company Inc. New York. U. S. A. pp. 329-332.

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

Borys, M. W; Graviña T. A. y Almaguer V. G. 1984. Algunas características viveristas de semillas de tejocote Crataegus pubescens H.B. K. coleccionados en los estados de Chapingo, México y Puebla II . presencia de poliembrionía. Chapingo IX (45-46).

Borys, M. W; Graviña, 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. Chapingo IX (45-46) .

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

Brauer, H. O. 1978. Fitogenética aplicada. Primera edición Edit. Limusa, S. A. México. pp. 449-451.

Brinkman, K. A. 1974. Crataegus L. Hawthorn En Shopmeyer C. S (Ed) U. S. D. A. For. Serv. Agric. N 450 USA pp 356-360.

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

Calderón, G. 1970. Flora fanerogámica del Valle de México. Compañía Editorial Continental S. A. México. pp 266-267.

Camacho, M. F. 1987. Dormición de semillas. Aspectos generales y tratamientos para eliminarla. Tesis. Prof. Ing. Agron. Esp. en Fiotécnia Univ. Aut. Chapingo, México p 174.

Camacho, M. F; Morales, V. G. y Camacho M. R. 1987. Estudio de los mecanismos que inhiben la germinación de la semilla de tejocote Crataegus pubescens H. B. K. Acta Mexicana de Ciencia y Tecnología V (20): pp 79-83.

Congreso de la Sociedad de Ciencias Hortícolas. SOMECH México pp 68.

Crocker, W. 1948. Growth of plants; twenty years Research Boyce, Thompson Institute Reinhold Publishing Corporation New York USA pp 89-112.

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

Font, Q. P. 1979. Plantas Medicinales (El Dioscorides renovado) Ed Labor. España p 340.

Jones, B. S. 1989. Sistemática Vegetal Mc. Graw Hill, México 536 pp.

Kamra, S. K. 1964. Determination of seed quality by X rays advancing Frontiers of plant Sciences. Vol 9.

Kamra, S. K. y Simak, M. 1965. Physiological and genetical effect on seed of soft X rays used for radiography .Botaniska Notiser Vol .118 fase 2.

Kamra, S. K. 1974. Recent Developments and applications of X ray radiography in seed testing and research. Proceeding Seed X-Ray Symposium. Macon, GA.

Kamra, S. K. 1976. Use of X-ray radiography for studing seed quaqlity in tropical forestry Studia forestalla Suecica. Nr. 131.

Koller, D. 1972. Environmental Control of seed germination En: Seed Biology (Kozlowsky T. Ed) Academic Press New. York,USA. Vol 2, 2-100 pp.

Martínez, 1969. las plantas medicinales de México. Ed. Botas. México,p 300.

Manjarrez, S. P; Grajeda, G. E. y Graviña, T. A. 1985. Germinación de semillas de Crataegus pubescens. Estudio Comparativo sobre tratamientos de pregerminación. Resumen de ponencias del Congreso de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. SOMECH México. p 68.

Niembro, R. A. 1982. Caracterización Morfológica y Anatómica de semillas Forestales. Subsecret. Forest. y de la FAO. Serie Prem. Nac. de México N 5 p. 121.

Nebeker, T. E. 1960. Southern Pine Beetle Handbook. How to interpret radiographs of bark sample from beetle infested. Pines Agriculture Handbook N 577.

Nikolaeva, M. G. 1969. Physiology of seed dormancy in seeds. TRAD. SHAPIRO I. P. S. T. Israel pp 45-46.

Romero, M. A; Nieto, A. R; Borys, M. W. y Barrera G. J. 1983. primer año de comportamiento vegetativo de cuatro cultivares de manzano injertados en tejocote. Fitotecnia año 4 N 5: 147-156.

Rzedowsky, J. y Rzedowsky C. G. 1979. Flora Fanerogámica del Valle de México. Continental. México pp 266-267.

Sánchez, S. O. 1969. La flora del Valle de México, Ed. Herrero, México. p. 196.

Simak, M. y Kamra, S.K. 1963. Comparative studies on scots pine seed germinability with tetrazolium and X ray contrast methods. Proc. Int. Seed Test Ass., Vol. 28 N 1.

Simak, M. 1974. some problems concerning X ray contrast method used in forestry seed testing and research. Institution en for Skogfor y ngring Department of reforestation Rapport of och Uppsater Research Notes Nr. 55.

Simak, M. y Sahlen, K. 1981. Report of the forest tree seed commite working group on X ray testing 1977-1980 Comparison between the X-radiography and cutting test used in seed quality analysis Seed Sci. and Technol. 9/1.

Tamaro, D. 1947. Tratado de fruticultura. 3 Ed. Ediciones G. Gill S. A. Buenos Aires, Argentina pp 692-696.

Villers, T. A. 1972. Seed Dormancy En Seed Biology (T. Kozlowsky Ed) Vol. II Academic Press New. York. pp. 220- 287.

Vozzo, J. A. 1981. Xeroradiography for seed research. Reunión sobre problemas en semillas forestales Tropicales. Publicación Especial N 35 Tomo 1 INIF-SARH.