

24/159



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EFFECTO DE DIVERSOS TRATAMIENTOS DE
PRESIEMBRA SOBRE LA LATENCIA DE
SEMILLAS DE Dodonoea viscosa Y POSIBLES
MECANISMOS IMPLICADOS EN ESTA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
ALEJANDRO MARIO OLIVERA TORO MAYA

MEXICO, D. F.

FALLA DE ORIGEN

1989



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.

RESUMEN

Se realizó un estudio para determinar la presencia de latencia en las semillas de Dodonoea viscosa (L.) Jacq. y establecer los tratamientos que la eliminan.

En el presente estudio se aplicaron once tratamientos presiembra. Cada uno está asociado con un tipo de latencia, para identificar el mecanismo que la causa.

Las semillas se sembraron en cajas de Petri, sobre papel filtro y se colocaron en una germinadora. Se contó el número de semillas germinadas, duras, firmes y muertas originadas por cada tratamiento. Los datos se analizaron aplicando una ANOVA con diseño completamente al azar y la Prueba de Tukey, con el fin de encontrar diferencias entre el efecto de los tratamientos y determinar cuales rompieron la latencia.

Con la aplicación de índices de germinación se determinó el mejor tratamiento para romper la latencia.

A partir de los resultados se consideró que los tratamientos de agua caliente y escarificación rompen la latencia, siendo la inmersión en agua caliente a 75°C durante 3 minutos el mejor.

Se propone que la latencia de las semillas de Dodonoea viscosa es de tipo físico, es decir originada por la impermeabilidad de la testa al agua.

INDICE

I.	INTRODUCCION.....	1
	Descripción de <u>Dodonaea viscosa</u>	4
	Usos.....	7
II.	ANTECEDENTES.....	8
	Germinación.....	8
	Latencia.....	10
	Elección de tratamientos para eliminar latencia en semillas.....	16
	Análisis de la germinación.....	18
	1.- Capacidad germinativa.....	18
	2.- Tiempo de germinación.....	19
	3.- Uniformidad germinativa.....	20
	Indices.....	21
III.	OBJETIVOS.....	24
IV.	MATERIALES Y METODOS.....	25
V.	ANALISIS ESTADISTICO.....	28
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	30
	Homogeneidad de varianzas.....	30
	Porcentaje de germinación.....	30
	Semillas duras.....	36
	Semillas firmes.....	38
	Semillas muertas.....	40
	Análisis conjunto de las variables porcentuales.....	43
	Elección del índice mejor correlacionado.....	44
VII.	CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.....	54
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	55

LISTA DE CUADROS

CUADRO

No.	
1	CLASIFICACION DE TIPOS DE LATENCIA SEGUN NIKOLAEVA.....13
2	IDENTIFICACION DE TIPOS DE LATENCIA EN BASE A LA REACCION QUE SE TIENE AL APLICAR TRATAMIENTOS Y ANALISIS MORFOLOGICOS.....17
3	RESULTADOS DEL ANOVA Y PRUEBA DE BARTLETT, PARA EL ANALISIS DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LAS SEMILLAS DE <i>Dodonoea viscosa</i>31
4	EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS PRESIEMBRA SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE <i>Dodonoea viscosa</i> (L.) Jacq.....35
5	EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS PRESIEMBRA SOBRE LAS SEMILLAS DURAS DE <i>Dodonoea viscosa</i> (L.) Jacq.....37
6	EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS PRESIEMBRA SOBRE LAS SEMILLAS FIRMES DE <i>Dodonoea viscosa</i> (L.) Jacq.....39
7	SEMILLAS MUERTAS PRODUCIDAS POR LOS TRATAMIENTOS PRESIEMBRA SOBRE LAS SEMILLAS DE <i>Dodonoea viscosa</i> (L.) Jacq.....42
8	EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LAS SEMILLAS DE <i>Dodonoea viscosa</i> (L.) Jacq. (Datos no transformados).....44
9	RELACION ENTRE VALORES GERMINATIVOS Y SUS COMPONENTES EN SIEMBRAS DE <i>Dodonoea viscosa</i> (L.) Jacq.....46
10	EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL VALOR GERMINATIVO (Maquire) DE <i>Dodonoea viscosa</i>50

LISTA DE FIGURAS

**FIGURA
No.**

1	ESTADOS DE LA REPUBLICA MEXICANA CON REGISTROS DE <i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq. DE ACUERDO A Sherff (1947).....	2
2	ESQUEMA DE <i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.....	6
3	CAPACIDAD GERMINATIVA.....	19
4	TIEMPO DE GERMINACION.....	19
5	UNIFORMIDAD GERMINATIVA.....	20
6a	PORCENTAJE DE SEMILLAS GERMINADAS POR TRATAMIENTO CONTRA TIEMPO.....	32
6b	PORCENTAJE DE SEMILLAS GERMINADAS POR TRATAMIENTO CONTRA TIEMPO.....	33
7	RADIOGRAFIA DE SEMILLAS de <i>Dodonaea viscosa</i> (Aumentada cuatro veces).....	45
8	RELACION ENTRE PORCENTAJE DE GERMINACION E INDICE DE MAGUIRE.....	48
9	RELACION ENTRE DIAS AL 25% DE GERMINACION E INDICE DE MAGUIRE.....	49
10	RELACION ENTRE PERIODO GERMINATIVO E INDICE DE MAGUIRE.....	49

I. INTRODUCCION

Anualmente se desforestan cientos de hectáreas en México y en muchos casos no sólo se pierden organismos, sino también suelo, lo que dificulta la reforestación. En esta se emplean especies introducidas, que en ocasiones no responden a las características del suelo, e incluso algunas no permiten la formación de condiciones favorables para la recuperación integral del terreno (p.j. ciertas variedades de eucaliptos).

Dodonaea viscosa es una especie que se distribuye de manera natural en casi todo México (fig. 1). Se encuentra en zonas templadas, subtropicales y tropicales (Martínez, 1969; Standley, 1923); frecuentemente forma setos costeros. Crece de manera natural en una amplia variedad de suelos, incluyendo los secos, rocosos y con pendiente; además es resistente a la sequía (FAO, 1956, 1959).

En México, según Rzedowski y Rzedowski (1985) forma los matorrales más "típicos" que aparecen después de la destrucción de los encinares (bosque de Quercus), en diferentes partes del país. En Morelos junto con Tecoma es el sucesor del bosque de Bursella (Miranda cit. por Rzedowski y Huerta, 1978) y en la Huasteca sobrevive en zonas perturbadas (Puig, 1976).

Rzedowski y Huerta (1978) consideran que no en todos los casos estos matorrales se deben considerar como la etapa sucesional del bosque de Quercus, aunque en otros si es una

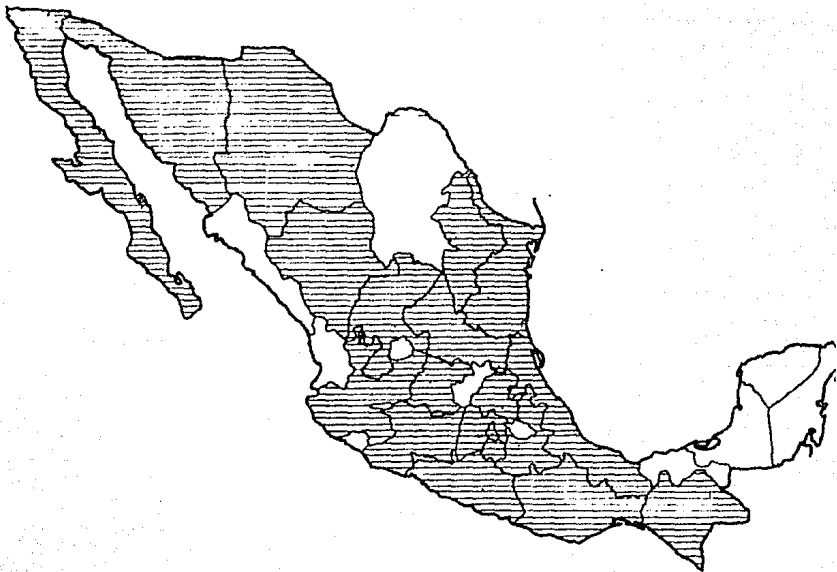


Fig. 1. Estados de la República Mexicana con registros de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. de acuerdo a Sherff (1947).

especie pionera de vegetación secundaria en zonas perturbadas.

En el valle de México Dodonaea viscosa suele encontrarse con frecuencia en la zona baja del Pedregal de San Angel. Esta zona se formó con una corriente de lava basáltica de edad relativamente reciente. Así mismo se localiza en Texcoco, Pachuca y de Naucalpan a Xochimilco; en alturas de 2300 a 2600 m. Este arbusto no es frecuente en el Valle de México; pero se asocia a comunidades secundarias y etapas sucesionales de bosques perturbados (particularmente encinares), tipos de vegetación mesófila, barrancos, taludes, bordes de arroyos, pastizales deteriorados, lugares expuestos, claros de bosque, matorrales y terrenos erosionados (Rzedowski y Rzedowski, 1985).

Mitastein (1962) partiendo de estudios realizados en la zona de los Remedios, Municipio de Naucalpan, la propone como especie pionera para la rehabilitación pues crece sobre tepetate de grano fino o areniscas, en ausencia de tierra vegetal y condiciones de sequía; ramifica bastante, proporciona sombra y produce una gran cantidad de hojarasca durante el año, favoreciendo la formación de suelo. No sólo se ha recomendado para reforestar terrenos secos, desnudos y rocosos, sino también para estabilizar arenas (FAO, 1956, 1959; Niembro, 1986), pendientes secas y desnudas (FAO, 1956).

Lo anterior permite proponerla como una especie adecuada para la reforestación de suelos pobres, en climas secos y en programas de reforestación sucesiva.

El paso lógico es sembrar estos arbustos y evaluar sus resultados, pero existe un problema: sus semillas presentan latencia de acuerdo con los pocos trabajos que se han realizado acerca de su germinación.

En 1962, Mitstetain encontró que las semillas de ésta planta requieren de escarificación manual para germinar, esta autora no probó otros tratamientos ni trató de identificar los mecanismos implicados en la inhibición de la semilla.

El encontrar un tratamiento que rompa la latencia y proponer a grandes rasgos el mecanismo de ésta, es el primer paso para considerarla una especie alternativa en reforestación, en cuanto a la posibilidad de su propagación masiva.

Descripción de Dodonaea viscosa (L.) Jacq.

Dodonaea viscosa L. pertenece a la familia Sapindaceae, ésta familia tiene 150 géneros y 2000 especies, con distribución tropical y subtropical; cerca de 300 especies son lianas y el resto árboles y arbustos (Heywood, 1978).

Martínez (1969), Rzedowski y Rzedowski (1985) y Standley (1923) hacen la siguiente descripción de Dodonea viscosa: arbustos muy resinosos, de 1 a 5 m de alto, perennifolio, viscido; hojas simples o compuestas, lineares u oblongo-lanceoladas, de 5 a 12 cm de largo, sésiles o levemente pecioladas, atenuadas en la base, agudas o redondeadas en el ápice, glabras y resinosas en el haz, pubescentes o glabras en el envés; flores amarillentas unisexuales, actinomorfas, en corimbos cortos laterales, perianto de 2 a 5 tépalos; tépalos de 3 mm de largo; androceo de 5 a 8 estambres con filamentos cortos, anteras oblongo-lineares; cápsulas semaroides trilobada, trilocular, glabra, de 1.5 a 2.5 cm de ancho; fruto capsular rosado con tres alas; semillas opacas (fig. 2) y oscuras Edwart (1917).

Debido a que presenta un morfología variable, se han establecido tres variedades presentes en México (Sherff, 1947): Var. vulgaris Benth, hojas largas, subovadas, oblongas; Var. linearis (Harv. & Sond.) Sherff, con hojas lineares; Var. arborescens (Cunn.) Sherff, con hojas sinuado-dentadas.

Posiblemente a causa de la poca claridad en cuanto a las diferencias que se tiene de estas variedades, Rzedowski y Rzedowski (1985) no hacen mención de variedades en la flora del Valle de México.

En México este arbusto nombrado "Chapuliztle", también es conocido como "Ocotillo" en Guanajuato e Hidalgo; "Jirimu" en Michoacán; "Granadina" en Baja California;

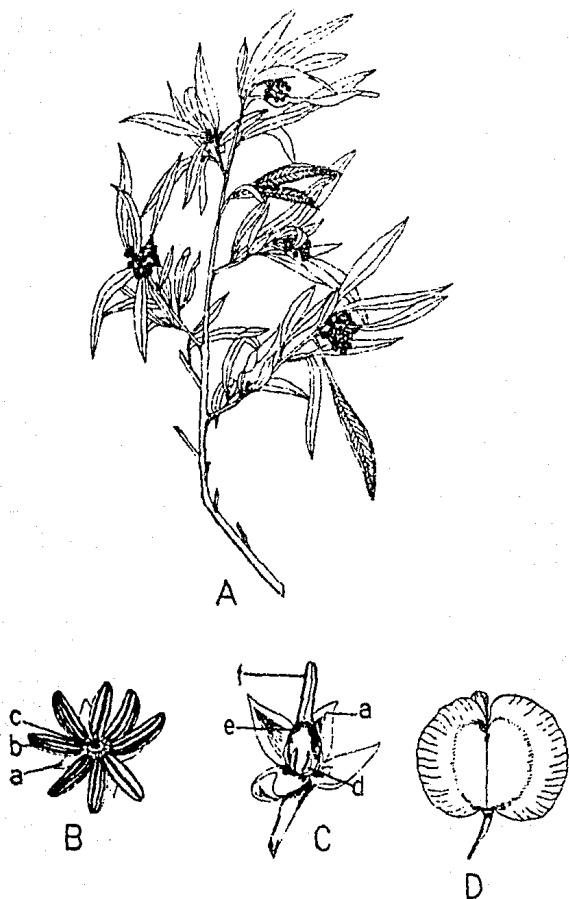


Fig. 2. Dodonaea viscosa (L.) Jacq.: A. rama con inflorescencias masculinas x 0.4; B. flor masculina x 4, a. tépalo, b. antera, c. rudimento de ovario; C. flor femenina x 6, d. estaminodio, e. ovario, f. estilo; D. fruto x 1.5. (Tomado de Rzedowski y Rzedowski, 1985).

"Jarilla" en Oaxaca y Morelos; "Hierba de la Cucaracha" en Durango; "Cuerno de Cabra" en Oaxaca; "Varal o Munditos" en Hidalgo (Martínez, 1969).

Usos.

No tiene usos industriales, en algunas localidades la madera se emplea para leña y carbón (Niembro, 1986) y para manufacturar mangos de herramientas y bastones (FAO, 1956).

Es usado en la herbolaria nacional por sus propiedades febrífugas, diaforéticas, contra cólicos, reumatismo, gota y males venereos, empleando la infusión del cocimiento de hojas, corteza y madera (Alvarez, 1962; Martínez, 1969).

En India la semilla se usa como veneno para peces (Wagner, 1987) y en el Sur de los Estados Unidos se emplea como arbusto ornamental (Clark, 1967).

De esta planta se han aislado flavonoides (Sachdev, 1983, 1986), diterpenoides, taninos, esteroides, ácidos vegetales, aceites esenciales y saponinas (Wagner, 1987). Walter (1962) menciona que de sus frutos se obtiene levadura y cerveza.

II. ANTECEDENTES

Germinación.

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

Generalmente durante la maduración de las semillas, el crecimiento del embrión se suspende y continúa detenido después de la dispersión, ya sea por no haber condiciones ambientales para realizarlo o por presentar un mecanismo fisiológico que lo impide.

De acuerdo a Hartmann y Kester (1982), para que una semilla germine, es necesario que:

- a) La semilla sea viable; que el embrión esté vivo y sea capaz de crecer.
- b) Se tenga temperatura, aereación y humedad adecuadas para el proceso.
- c) Las condiciones internas de la semilla sean favorables para la germinación, no existiendo las barreras físicas o químicas que la impiden.

Los eventos típicos que se realizan en la germinación son (Jann y Amen, 1977):

- a) Imbibición de la semilla.
- b) Desaminación de los aminoácidos del eje embrionario.
- c) Utilización en la glucólisis de los monómeros obtenidos a partir de los aminoácidos.
- d) Reducción de los nucleótidos de piridina mediante la vía de las pentosas fosfatadas y de la glucólisis.
- e) Oxidación de los nucleótidos de piridina mediante el sistema nitrato reductasa con formación de ATP.
- f) Asimilación de los monómeros para la elongación celular inducido por las auxinas.
- g) Hidrólisis de los polímeros de los tejidos nutritivos, inducido por las giberelinas.
- h) Traslocación de los monómeros de los tejidos nutritivos al eje embrionario, en este punto el metabolismo de la semilla pasa de una fase anaeróbica a una fase predominantemente aeróbica.
- i) Aumento de la actividad del ciclo de Krebs.
- j) Incremento de la transcripción del ADN en el embrión.
- k) Síntesis de nuevas proteínas en el embrión.
- l) Replicación del ADN y división celular en el embrión, inducido por las citocininas.
- m) Incremento de la respiración y síntesis de nuevas proteínas en el embrión e inicio del crecimiento visible con la emisión de la radícula.

Camacho (1987) menciona que la germinación termina cuando la plántula no depende de los tejidos nutritivos para su existencia, pues es capaz de producir sus propios alimentos. Bewley y Black (1985) afirman que la germinación *sensu stricto* no incluye el crecimiento de la plántula, termina cuando comienza la elongación del eje embrionario, usualmente la radícula.

En términos prácticos, se dice que las semillas han germinado en un ensayo de laboratorio, cuando a partir del embrión emergen y se desarrollan las estructuras esenciales que, según la especie, la capacitan "para desarrollarse en una planta normal bajo condiciones adecuadas en el suelo" (ISTA, 1979). O bien si emergen del suelo, al sembrarlas en tierra.

No todas las semillas que emiten la radícula u otro órgano a través de las cubiertas son capaces de producir una planta que tenga posibilidades de llegar a adulta (Moreno, 1984), por ello en el laboratorio no se consideran como semillas germinadas a las que originan plántulas anormales (ISTA, 1979). Las plántulas anormales no tienen capacidad para continuar su desarrollo hacia plantas normales y mueren poco tiempo después de su germinación (Moreno, 1984).

Latencia.

Salisbury y Ross citados por Camacho (1987) definen como latencia al estado en que se encuentra una semilla

viable que no germina aunque si disponga de suficiente humedad para embeberse, una aereación similar a la de las primeras capas de un suelo bien ventilado y una temperatura que se encuentre entre 10°C y 30°C. Por lo tanto quiescencia se entenderá como la inhibición de la germinación debida a la falta de condiciones ambientales adecuadas para la misma (Villiers cit. por Russell, 1977).

La latencia es considerada como una de las más importantes propiedades adaptativas de las plantas (Nikolaeva, 1977), pues evita la germinación en condiciones desfavorables (Fenner, 1985; Koller, 1972) y está relacionada con la dispersión (Harper, 1973; Venable y Brown, 1988).

Camacho (1987) afirma que las manifestaciones de la latencia son que la germinación:

- a) 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.
- b) Es lenta debido a que las semillas individualmente o en conjunto tardan en completar su germinación y/o.
- c) Es extremadamente sensible al medio ambiente, ya que para realizarse requiere de condiciones específicas de iluminación, temperatura o composición de la atmósfera entre otros factores.

Los mecanismos que producen estos comportamientos varían con la especie.

En el trabajo se empleó la clasificación de Nikolaeva (1977) en la que se tienen tipos de latencia definidos por el mecanismo causante, y las exigencias para eliminarla y obtener la germinación (cuadro 1).

CUADRO I CLASIFICACION DE TIPOS DE LATENCIA DE NIKOLAIEVA
(1977)

SIMBOLO	TIPO DE LATENCIA	CAUSA	EXIGENCIAS PARA GERMINAR.	EJEMPLO.
A	Tipo de dormición 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>Gledíchia spp.</u>
Aq	Química	Presencia de inhibidores en la cubierta.	Eliminación de la cubierta o lixiviación de inhibidores.	<u>Fraxinus rinchophylla.</u>
Am	Mecánica	Resistencia de las cubiertas al crecimiento del embrión.	Debilitamiento de las cubiertas.	<u>Eleagnis angustifolia</u>
B y C	Tipos de dormición endógena, en que la inhibición reside en el embrión y en ocasiones las cubiertas que están en contacto directo con este.			
B	Morfológica.	Presencia de embriones rudimentarios	Temperaturas y humedad que permita crecer al embrión.	<u>Elaeis guineensis.</u>
C	Fisiológica	Bloqueos metabólicos en el embrión y baja permeabilidad de las cubiertas a los gases.	Como hay grandes diferencias en la profundidad, se tienen subtipos con distintas exigencias para germinar	

CONTINUACION DEL CUADRO 1

SIMBOLO	TIPO DE LATENCIA	CAUSA	EXIGENCIAS PARA GERMINAR	EJEMPLO.
C1	Fisiológica leve	Idem. Debil	Luz, ciertas tem- peraturas, alma- cenamiento en se- co, daño a cu- biertas, periodo corto de enfria- miento en húmedo.	<u>Triticum spp</u> <u>Impatiens</u> <u>balsamina</u>
C2	Fisiológica Intermedia.	Idem Inter- media.	Período mas lar- go de enfriamien- to en húmedo que puede acortarse al dañarse las cubiertas, o con estimulantes quí- micos.	<u>Acer negundo</u>
C3	Fisiológica profunda.	Idem. pro- funda.	Unicamente un pe- riodo prolongado de enfriamiento en húmedo.	<u>Acer</u> <u>tataricum</u> <u>Malus</u> <u>sylvestris.</u>
B-C	Morfofisio- lógica.	Combinación de embriones rudimentarios con dormición fisiológica.	Combinación de períodos con tem- peraturas altas con períodos de enfriamiento en húmedo.	Hay subtipos.
B-C2	Intermedia simple.	Idem	Un período cal- do y luego uno frío.	<u>Aralia</u> <u>mandshurica</u>
B-C3	Profunda simple.	Idem	Idem	<u>Panax ginseng</u>
B-C ₃	Profunda simple epi- cotilar	Idem, con inhibición del creci- miento del tallo.	Idem,	<u>Viburnum</u> <u>opulus</u>

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

Con base en esta clasificación los mecanismos causantes son:

- a) Impermeabilidad al agua.
- b) Baja permeabilidad a los gases.
- c) Resistencia mecánica al crecimiento del embrión.
- d) Presencia de inhibidores.
- e) Bloqueos metabólicos.
- f) Embriones rudimentarios.

Atwater (1980) señala que las semillas con cubiertas leñosas o fibrosas son semipermeables a la entrada del agua y oxígeno; pero retienen firmemente los inhibidores, siendo éste un mecanismo inhibitor adicional a la lista anterior, a la cual cabría agregar que la latencia se puede inducir en semillas quiescentes o hacer más profunda en condiciones que impiden la germinación, fenómeno que se conoce como latencia secundaria (Camacho, 1987; Bewley, 1985).

Elección de tratamientos para eliminar latencia en semillas.

De acuerdo con Ramírez y Camacho (1987), una forma de establecer el tratamiento requerido para promover la germinación de una especie e identificar los mecanismos inhibidores presentes, es aplicar tratamientos que puedan eliminar cada uno de los tipos de latencia, lo cual permite plantear las hipótesis presentadas en el cuadro 2.

Cuadro No. 2. IDENTIFICACION DE TIPOS DE LATENCIA CON BASE EN LA REACCION QUE SE TIENE AL APLICAR TRATAMIENTOS Y ANALISIS MORFOLOGICOS (CON BASE EN Camacho, 1987)

T R A T A M I E N T O S

TIPO DE LATENCIA	AGUA CALIENTE	AGUA A TEMPERATURA AMBIENTE	REGULADORES DEL CRECIMIENTO	ENFRIAMIENTO EN HUMEDO	ESCARIFICACION	ANALISIS MORFOLOGICO
FISIOLOGICA	NO	NO	SI	SI	I	NO
VISIGA	SI	NO	NO	NO	SI	NO
MECANICA	NO	NO	NO	NO	SI	II
MORFOLOGICA	NO	NO	SI	NO	NO	III
MORFOFISIOLOGICA	NO	NO	SI	SI	NO	III
QUIMICA	NO	SI	NO	NO	IV	NO

- I Funciona si la latencia es leve.
 II Presencia de un endocarpio leñoso.
 III Presencia de un embrión rudimentario.
 IV Se debe eliminar la cubierta por completo.

SI = Si hay estímulo.

NO = No hay estímulo.

Análisis de la germinación.

Después de aplicar los tratamientos a las semillas, es necesario establecer la forma de evaluar sus efectos.

El proceso de germinación se describe graficando ésta con respecto al tiempo transcurrido desde la siembra. El análisis gráfico permite comparar la germinación entre los diferentes tratamientos y obtener información sobre tres aspectos (comunicación personal de Francisco Camacho, del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del D.F., CIFAP-DF).

1.- Capacidad Germinativa.

Indica el número de semillas que germinaron. Gráficamente es la máxima altura que alcanza la curva que describe a cada tratamiento. Mientras más se separe del eje del tiempo, la germinación será más completa; por ejemplo, si A, B, y C (fig. 3) representan tres tratamientos, entonces la curva A corresponde a la mayor capacidad germinativa y los tratamientos se pueden ordenar de menor a mayor capacidad de la siguiente manera.

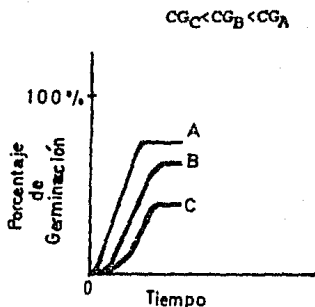


Fig.3

En la propagación vegetal que hace el hombre, se busca el tratamiento que brinde la mayor cantidad de semillas germinadas (cerca del 100%); para el ejemplo la curva A.

2.- Tiempo de Germinación.

En la gráfica es la distancia desde el eje de la germinación acumulada al tiempo cero, hasta el inicio de la curva, mientras menor sea ésta, el tiempo se reducirá; por ejemplo:

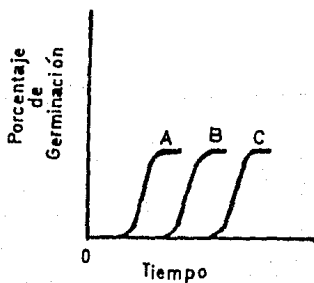


Fig.4.

La curva con el menor tiempo de germinación es A y la de mayor es C. En terminos prácticos se busca el menor tiempo a la germinación para reducir costos.

3.- Uniformidad Germinativa.

Se interpreta en la gráfica con la pendiente de la curva, antes de llegar a la etapa en que la germinación acumulada se estabiliza. Mientras más vertical sea la pendiente en esta fase de la germinación, la uniformidad germinativa será mayor.

En la propagación vegetal se busca que la germinación sea lo más homogénea posible, es decir, muy uniforme.

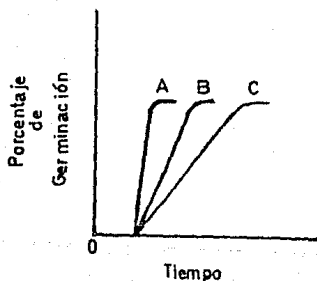


Fig. 5.

Para el ejemplo, la curva A representa la mayor uniformidad germinativa y la C la menor.

Visualmente se pueden analizar estos componentes; pero con un alto grado de subjetividad. Una alternativa es el uso de índices.

Indices

Existen índices específicos para medir cada componente y otros que califican la germinación en conjunto (Valores Germinativos), ponderando la capacidad, velocidad y uniformidad germinativa en un solo valor (Morales y Camacho, 1985). Los índices son los siguientes:

CAPACIDAD GERMINATIVA:

Porcentaje de germinación	CG
---------------------------	----

INDICES DE LA VELOCIDAD GERMINATIVA:

Días al final de la germinación	DF
Días al inicio de la germinación	DI
Días al 95% de la germinación	D95
Días al 75% de la germinación	D75
Días al 50% de la germinación	D50
Días al 25% de la germinación	D25
Días para obtener la máxima media diaria	DX
Días medios	

UNIFORMIDAD EN LA GERMINACION:

Desviación Típica	DT
Oscilación Cuartilar	OC
Periodo Germinativo	PG

VALOR GERMINATIVO:

Maguire	MG
Djavanshir y Pourbeik	DP
Máxima media diaria	MM
Czabator	CZ

Los valores germinativos permiten comparaciones estadísticas con una mayor objetividad que el análisis gráfico; sin embargo la principal limitación es lo abstracto de los resultados

Como el valor germinativo evalúa en un solo valor la uniformidad, tiempo y capacidad germinativa, es una medida práctica y objetiva para calificar la germinación. Con el fin de establecer la confiabilidad del modelo en la descripción de cada componente, se correlaciona el valor germinativo con cada uno de los índices que miden los diferentes aspectos de la germinación. Así se selecciona el valor germinativo que tenga las mejores correlaciones con las medidas de los componentes de la germinación. Ya seleccionado el índice, este se emplea para calificar el

efecto de los tratamientos y encontrar el mejor, en términos de uniformidad, capacidad y tiempo de germinación.

El cómputo de los datos para obtener los valores de los índices es engorroso. Se simplifica empleando la forma propuesta por Morales y Camacho (1985).

III. OBJETIVOS

Contribuir al conocimiento práctico de la germinación de Dodonea viscosa.

Determinar la presencia de latencia en las semillas de Dodonea viscosa.

Descubrir el (los) tratamiento(s) presembrado que rompan la latencia de las semillas de Dodonea viscosa.

Encontrar el tratamiento presembrado para romper la latencia, que tenga los mejores resultados sobre la germinación de las semillas de Dodonea viscosa.

Señalar los posibles mecanismos implicados en la latencia de estas semillas.

IV. MATERIALES Y METODOS

Se emplearon semillas de Dodonaea viscosa (L.) Jacq., colectadas de arbustos sembrados en el vivero Coyoacan, dentro de las instalaciones del CIPAP-DF.¹ La cosecha se realizó en agosto de 1988.

Una vez eliminados los tejidos del fruto por estrujamiento y soplado, las semillas se homogeneizaron en una bolsa de plástico por agitación, posteriormente se seleccionaron, tomando las de color negro, eliminando las que presentaron lesiones físicas, infecciones, color opaco, blanquizco o café, tamaño pequeño o forma incompleta.

Después, se formaron lotes de 50 de ellas cada uno, depositándolas en bolsas de papel, para asignarlos posteriormente a una de las cuatro repeticiones de los siguientes tratamientos:

- 1.- Control: Siembra de semillas en cajas de Petri.
- 2.- Estratificación en frío: Mantenimiento de las semillas en cajas de Petri con arena desinfectada y húmeda, dentro de una cámara fría a 5°C durante los 15 días anteriores a la siembra.

1. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Distrito Federal, SARH. Av. Progreso # 5, Coyoacan.

- 3.- Escarificación: Perforación de las semillas con una aguja de disección en el plano perpendicular a los cotiledones.
- 4.- Agua caliente: Los lotes se depositaron en bolsas de malla plástica y se sumergieron en agua a la temperatura y durante el tiempo correspondiente. Esta operación se repitió con cada lote de manera individual hasta cubrir las cuatro repeticiones por tratamiento: Para medir la temperatura se empleó un termómetro que no tocó las paredes ni el fondo del recipiente.
Se emplearon las siguientes temperaturas y tiempos
75°C 3 minutos
75°C 6 minutos
92°C 3 minutos
92°C 6 minutos
- 5.- Remojo en agua a temperatura ambiente: Cada lote se depositó en una bolsa de malla plástica, las que se sumergieron durante 24 horas en 500 ml de agua destilada a 18°C.
- 6.- Remojo en soluciones de giberelina: Para preparar las soluciones de giberelina a 200 y 800 ppm se empleó una cantidad equivalente de Pro-Gibb Plus (Ácido giberélico 10% de Abbot Laboratories Int. Co.). El remojo se efectuó como en el tratamiento anterior.

- 7.- Remojo en una solución de tiourea al 2%: Se empleó reactivo químicamente puro de J T. Baker. El remojo se hizo como en los tratamientos anteriores.

Todos los tratamientos que incluyeron remojo se colocaron en obscuridad dentro de la gaveta del laboratorio, después de la inmersión correspondiente, cada lote se lavó con agua corriente durante 10 minutos para eliminar los residuos de las sustancias aplicadas.

Las siembras se realizaron después de aplicar los tratamientos. Estas consistieron en colocar las semillas de cada lote dentro de una caja de Petri que tenía un disco de papel filtro húmedo como sustrato (ambos esterilizados).

Realizada la siembra, las cajas de Petri se colocaron dentro de una germinadora a 25°C y 70% de humedad. La distribución de las cajas siguió un diseño completamente al azar.

Durante 15 días se contó el número de semillas germinadas, es decir las que produjeron plántulas normales con radícula de 1.5 cm o más de largo. Se consideró por plántula normal aquella que presentó sistema radicular bien desarrollado con raíz primaria, hipocótilo desarrollado e intacto y un epicótilo sin lesiones.

Al finalizar los conteos de germinación se contabilizó el número de las semillas duras, firmes y muertas de acuerdo con los siguientes criterios (Ramírez y Camacho, 1987):

- Semillas duras:** Son las que no presentan imbibición al finalizar el período de ensayo y por lo tanto permanecen duras.
- Semillas firmes:** Presentan imbibición pero no germinan ni tienen signos evidentes de putrefacción.
- Semillas muertas:** Son semillas podridas con micelio o anormales.

V. ANALISIS ESTADISTICO

El análisis numérico consistió en determinar los porcentajes de semillas germinadas, duras, firmes, muertas por tratamiento y el cálculo de los índices de acuerdo con Morales y Camacho (1985). Para elegir el valor germinativo que tuviera las mejores correlaciones con el tiempo a la germinación, capacidad y uniformidad germinativa, se empleó la propuesta y el programa en BASIC de Camacho (1988). Con el fin de evaluar las diferencias entre los tratamientos, se realizó análisis de varianza para un diseño completamente al azar, tanto para el índice mejor correlacionado como para

los porcentajes de semillas germinadas, firmes, duras y podridas.

Se evaluó el supuesto de homocedasticidad empleando la prueba de Bartlett, con los datos reales y los transformados a raíz cuadrada y porcentajes (Reyes, 1980; Daniel, 1984; Infante y Zarate, 1984; Rosner, 1982). Cumplido el supuesto de varianzas homogéneas se realizó el análisis de varianza; con el objeto de determinar la importancia de las diferencias entre los promedios, se aplicó la prueba de Tukey con una alfa = 0.05 (Reyes, 1980).

Para tener un mejor entendimiento de los resultados, el análisis estadístico sugerido por Camacho (1988) se comparó con un análisis gráfico efectuado como se planteó en los antecedentes.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Homogeneidad de varianzas.

De acuerdo con la Prueba de Bartlett (cuadro 3), para que las varianzas fueran homogéneas se tuvo que transformar el índice mejor correlacionado a raíz cuadrada y los porcentajes a arcoseno (Reyes, 1980; Daniel, 1984); con este fin, tampoco se tomaron en cuenta en el análisis estadístico, aquellos tratamientos que tuvieron el mismo valor en sus cuatro repeticiones, pues carecían de varianza.

Porcentaje de germinación.

A pesar de lo anterior, los datos transformados de porcentaje de germinación tuvieron varianzas heterogéneas. Por lo tanto no se presentó una interpretación que utilice estadística paramétrica, de aquí que, los resultados del análisis de varianza resultaron solo indicativos.

El lote control presentó un porcentaje de germinación de 2.6%, mientras que los tratamientos de agua caliente a 75°C 3', 75°C 6', 92°C 3' y 92°C 6', obtuvieron una germinación superior al 75% y el de escarificación de 51% (cuadro 4 y figs. 6a y 6b).

CUADRO No. 3. RESULTADOS DE LA ANOVA Y PRUEBA DE BARTLETT, PARA EL ANALISIS DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LAS SEMILLAS DE Dodonaea viscosa, PARA DATOS TRANSFORMADOS A ARCO SENO $(\%/100)^{1/2}$.

SEMILLAS	F_0	SIGNIFICATIVA *	χ^2_c	$\chi^2_{.05}$	$\chi^2_{.01}$	SIGNIFICATIVA **	GL	DMSH
Germinadas	72.02	Si	27.82	16.919	21.66	Si	9	18.29
Duras	110.50	Si	8.45	11.07	15.08	No	5	54.73
Firmes	18.59	Si	3.45	16.919	21.66	No	9	12.71
Muertas	4.94	Si	4.94	11.07	15.08	No	5	17.08

F_0 = Valor de F calculada

χ^2_c = Valor de Ji cuadrada calculada.

GL = Grados de Libertad.

DMSH = Diferencia Máxima Significativa Honesta.

* ANOVA.

** Prueba de Bartlett para homogeneidad de varianzas.

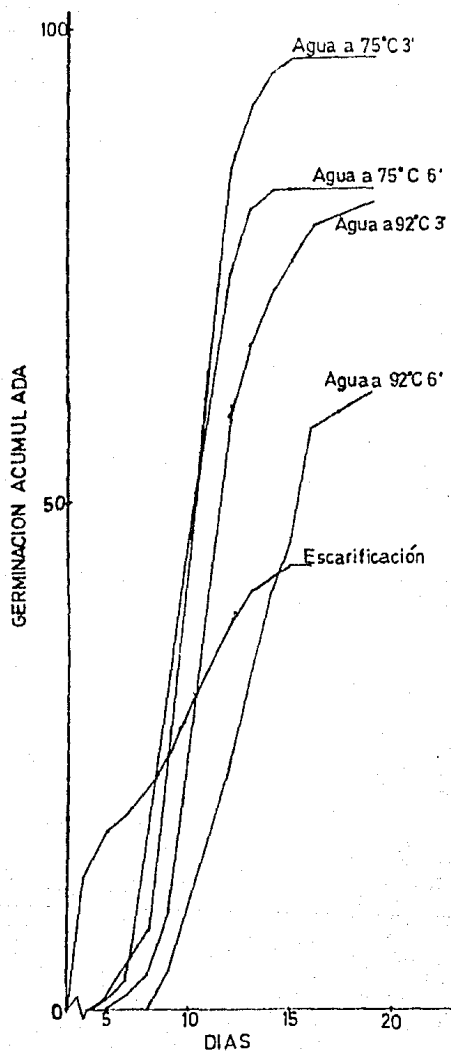


Fig. 6a. Porcentaje de semillas germinadas por tratamiento contra tiempo.

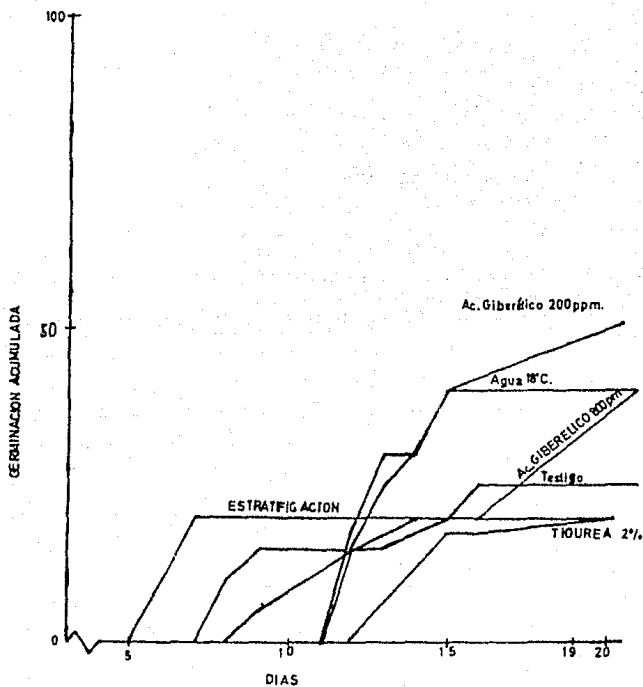


Fig. 6b. Porcentaje de semillas germinadas por tratamiento contra tiempo.

Los otros tratamientos (estratificación, ácido giberélico a 200 y 800 ppm, tiourea al 2% y agua a 18°C) lograron porcentajes inferiores a 7%.

Considerando los porcentajes de germinación, se dividió a los tratamientos en tres grupos:

El primero integrado por agua caliente a 75°C 3', 75°C 6', 92°C 3' y 92°C 6'.

El segundo integrado con el lote de escarificación.

El tercero con los lotes control, estratificación, ácido giberélico a 200 y 800 ppm, tiourea al 2% y agua a 18°C.

CUADRO No. 4.

EFFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS
SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE
Dodonaea viscosa (L.) Jacq.

TRATAMIENTO	PORCENTAJES	TRANSFORMACION ARCO SENO
Control	2.6	8.01 d
Agua a 75°C 3 minutos	98.0	83.03 a
Agua a 75°C 6 minutos	93.5	77.28 ab
Agua a 92°C 3 minutos	86.0	68.74 ab
Agua a 92°C 6 minutos	75.5	60.93 bc
Escarificación	51.0	45.61 c
Acido Giberélico 200 ppm	6.5	11.85 d
Acido Giberélico 800 ppm	4.7	10.63 d
Tiourea al 2%	2.0	8.16 d
Agua a 18°C	4.5	8.72 d

Diferencia Máxima Significativa Honesta = 18.29
Los valores con la misma letra no difieren
significativamente entre si, de acuerdo a la
Prueba de Tukey al 95%.

La diferencia entre la germinación del lote control y los tratamientos de agua caliente y escarificación, fué un primer indicio para afirmar la existencia de latencia en las semillas de Dodonoea viscosa (L.) Jacq., al respecto se consideró que la presencia de semillas impermeables aporta pruebas definitivas.

Semillas Duras.

Cerca del 97% de las semillas del lote control fueron duras (cuadro 5). Los tratamientos de estratificación, ácido giberélico a 200 y 800 ppm, tiourea al 2% y agua a 18°C, presentaron un porcentaje de duras superior al 90%. Con base en la prueba de Tukey y con una confianza del 95%, se puede afirmar que no existieron diferencias significativas entre el promedio de semillas duras producidas por estos tratamientos (cuadro 5).

Por otro lado se observó que los cuatro tratamientos de agua caliente eliminaron las semillas duras y el tratamiento de escarificación tuvo un porcentaje menor del 35%. La diferencia de la media obtenida por este último tratamiento y la del testigo fué significativa.

De acuerdo con la variable analizada. Los tratamientos aplicados se pueden agrupar en dos conjuntos. En el primero, los que causaron la imbibición de las semillas (agua caliente y escarificación) y en el segundo; aquellos que no la causaron (control, estratificación, tiourea y agua a

18°C). El hecho de que las semillas sin tratamiento no embebieron, es otro indicio para afirmar la presencia de latencia en las semillas de Dodonaea viscosa. Un aspecto importante es que las semillas se embebieron con los tratamientos que produjeron los porcentajes más altos de germinación. Esto permite considerar que la latencia de las semillas de Dodonaea viscosa puede ser de tipo físico, de acuerdo a Nikolaeva (1977).

CUADRO No. 5. EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS PRESIEMBRA SOBRE LAS SEMILLAS DURAS DE Dodonaea viscosa (L.) Jacq.

TRATAMIENTO	PORCENTAJES	TRANSFORMACION ARCO SENO
Control	96.9	79.95 a
Agua a 75.C 3 minutos	0.0	0.0
Agua a 75.C 6 minutos	0.0	0.0
Agua a 92.C 3 minutos	0.0	0.0
Agua a 92.C 6 minutos	0.0	0.0
Escarificación	1.0	4.07 b
Acido Giberélico 200 ppm	92.0	74.7 a
Acido Giberélico 800 ppm	93.8	76.25 a
Tiourea al 2%	96.5	79.28 a
Agua a 18.C	95.0	79.25 a

Diferencia Máxima Significativa Honesta = 54.73
 Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre sí, de acuerdo a la Prueba de Tukey al 95%.

Si los tratamientos de agua caliente o escarificación hubieran embebido a un alto porcentaje de semillas y presentado un número pequeño de germinadas, se podría considerar otro tipo de latencia. El tratamiento de agua caliente se ha usado con éxito a las semillas con latencia física; mientras que el de escarificación se aplica a la física, la mecánica y la química. La mecánica se descartó pues la testa no es muy gruesa, además en esos casos es necesario que la escarificación debilite a toda la cubierta (Camacho, 1987) y la técnica empleada consistió en agujerar la testa. La química también se descartó, pues en ese caso la escarificación recomendada, consiste en quitar por completo a la testa y el remojo produce un estímulo notorio (Camacho, 1987).

Semillas firmes.

Las semillas firmes son las que si estan embebidas; pero no germinaron. Con base en los resultados de la Prueba de Tukey al 95% (cuadro 6), se agrupó a los tratamientos que no tienen diferencias significativas de la siguiente forma:

- a) Un grupo con porcentaje de semillas firmes superior al 10%, integrado por agua caliente a 92.C 6' y la escarificación.

- b) El segundo, integrado por agua a 92°C 6' y 92°C 3', aquí cabe señalar que no hay diferencias significativas entre ellos, pero si con 3' y escarificación.
- c) El tercer grupo integrado por el resto de los tratamientos con cantidades insignificantes de semillas firmes.

CUADRO No. 6. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS PRESEMBRA SOBRE LAS SEMILLAS FIRMES DE Dodonaea viscosa (L.) Jacq.

TRATAMIENTO	PORCENTAJES	TRANSFORMACION ARCO SENO
Control	0.5	2.03 d
Agua a 75.C 3 minutos	1.5	4.94 d
Agua a 75.C 6 minutos	5.0	10.75 cd
Agua a 92.C 3 minutos	10.0	18.05 bc
Agua a 92.C 6 minutos	20.5	26.54 ab
Escarificación	33.2	35.08 a
Acido Giberélico 200 ppm	1.5	6.1 cd
Acido Giberélico 800 ppm	1.5	6.34 cd
Tiourea al 2%	1.0	4.09 d
Agua a 18.C	0.5	2.03 d

Diferencia Máxima Significativa Honesta = 12.71
 Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre sí, de acuerdo a la Prueba de Tukey al 95%.

En el caso de los tratamientos con bajo porcentaje de germinación y alto de semillas duras, el número de firmes se interpretó como las pocas semillas que pudieron embeberse. Las semillas firmes observadas en los tratamientos de agua a 75°C, se consideraron como aquellas a las que les faltó tiempo para germinar, o bien presentaban algún daño.

Las semillas firmes presentadas por los tratamientos de agua a 92°C, posiblemente no germinaron debido a daños en el metabolismo, originados por la temperatura.

Finalmente las semillas firmes escarificadas, o bien fueron resultado de una germinación tardía, o se dañó el embrión durante la escarificación.

Los bajos porcentajes de semillas firmes obtenidas permiten afirmar que las semillas de Dodonaea viscosa no presentan un mecanismo inhibitorio adicional a la impermeabilidad de la testa.

Semillas muertas.

El tratamiento con mayor cantidad de semillas muertas fué la escarificación (cuadro 7). Posiblemente la forma de aplicar este tratamiento facilitó el ataque de patógenos; además al agujerar la semilla, es muy fácil que se dañe el embrión. De acuerdo con la Prueba de Tukey, no existieron diferencias significativas entre la cantidad de semillas muertas causadas por la escarificación y los tratamientos

de agua caliente a 92°C 3 y 6 minutos y el de 75°C 6 minutos; aunque entre el primero y los tres últimos existió una diferencia mayor a 11 (datos transformados). Con respecto a los cuatro tratamientos de agua caliente, estos presentaron pequeñas cantidades de semillas muertas. Debido a la acción de la temperatura sobre los patógenos presentes en el exterior de las semillas. De los tratamientos restantes, con un bajo número de semillas germinadas y embebidas, solo tiourea al 2% presentó muertas. Es claro que las semillas duras presentaron mayor resistencia a los patógenos que las embebidas. Se descartó como causa la presencia de cajas y sustrato contaminado, pues éstos últimos se esterilizaron adecuadamente y la asignación de cajas fué al azar. Es notorio que los tratamientos que imbibieron pocas semillas, prácticamente no presentaron muertas; los de agua caliente una cantidad reducida y la escarificación un número alto.

CUADRO No. 7.

SEMILLAS MUERTAS PRODUCIDAS POR LOS
TRATAMIENTOS PRESIEMBRA SOBRE LAS
SEMILLAS DE Dodonaea viscosa (L.) Jacq.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE	TRASFORMACION ARCO SENO
Control	0.0	0.0
Agua a 75°C 3 minutos	0.5	2.03 b
Agua a 75°C 6 minutos	1.5	4.92 ab
Agua a 92°C 3 minutos	4.0	7.95 ab
Agua a 92°C 6 minutos	4.0	8.21 ab
Escarificación	14.8	20.77 a
Acido giberélico 200 ppm	0.0	0.0
Acido giberélico 800 ppm	0.0	0.0
Tiourea al 2%	0.5	2.03 b
Agua a 18°C	0.0	0.0

Diferencia Máxima Significativa Honesta = 17.08

Los valores con la misma letra no difieren
significativamente entre si, de acuerdo a la
Prueba de Tukey al 95%.

Análisis conjunto de las variables porcentuales.

Existen evidencias claras de la presencia de latencia en las semillas de Dodonoea viscosa y de que ésta es de tipo físico. El lote control presentó un porcentaje reducido de semillas germinadas y firmes, y por el contrario el mayor de semillas duras (cuadro 8).

El hecho de que los tratamientos de agua caliente obtuvieran un alto porcentaje de semillas germinadas, el mayor de firmes y nulo de duras es indicio de latencia física, ésto se refuerza con los resultados de la escarificación. Este último tratamiento consistió en agujerar la testa; una forma inadecuada para romper latencia química, pues no le quitaría los inhibidores químicos. Otra señal inequívoca de la presencia de una cubierta impermeable al agua (Rolston, 1978; Ramírez y Camacho, 1987), es que en el resto de los tratamientos, muchas de las semillas que no germinaron, se clasificaron como duras (no se embebieron).

Los tratamientos de enfriamiento húmedo, reguladores del crecimiento y remojo en agua a temperatura ambiente no lograron romper la latencia (altos porcentajes de semillas duras y bajos de firmes y germinadas).

Por último las radiografías tomadas a las semillas demostraron la presencia de un embrión maduro que constituía la mayor parte de la semilla, con dos cotiledones bien desarrollados (fig. 7). Respecto de esta técnica se puede consultar el trabajo de De la Garza y Nepamuceno (1986).

CUADRO No. 8. EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS
SOBRE LAS SEMILLAS DE *Dodonaea viscosa*
(L.) Jacq. (Datos no transformados).

TRATAMIENTO	% G	% D	% F	% M
Control	2.6	96.9	0.5	0.0
Agua a 75°C 3 minutos	98.0	0.0	1.5	0.5
Agua a 75°C 6 minutos	93.5	0.0	5.0	1.5
Agua a 92°C 3 minutos	86.0	0.0	10.0	4.0
Agua a 92°C 6 minutos	75.5	0.0	20.5	4.0
Escarificación	51.0	1.0	33.2	14.8
Estratificación	2.0	98.0	0.0	0.0
Acido Giberélico 200 ppm	6.5	92.0	1.5	0.0
Acido Giberélico 800 ppm	4.7	93.8	1.5	0.0
Tiourea al 2%	2.0	96.5	1.0	0.5
Agua a 18°C	4.5	95.0	0.5	0.0

% G = Porcentaje de semillas germinadas.

% D = Porcentaje de semillas duras.

% F = Porcentaje de semillas firmes.

% M = Porcentaje de semillas muertas.

Elección del índice mejor correlacionado.

El valor germinativo seleccionado fué el de Maguire. Presentó las mejores correlaciones con el tiempo de germinación, capacidad y uniformidad germinativa (cuadro 9).

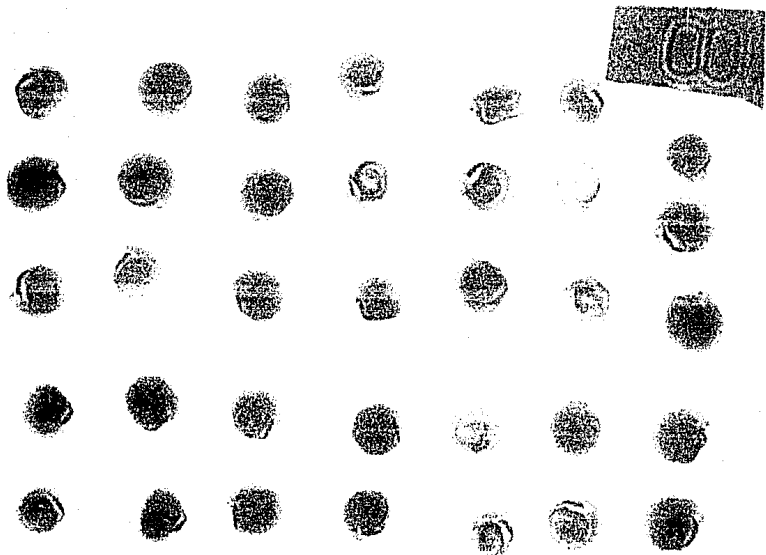


Fig. 7. Radiografía de semillas de Dodonaea viscosa.
(Aumentada cuatro veces).

CUADRO No. 9. RELACION ENTRE VALORES GERMINATIVOS Y SUS COMPONENTES EN SIEMBRAS DE Dodonaea viscosa.

VALOR GERMINATIVO DE ACUERDO A	COMPONENTE	INDICE MEJOR CORRELACIONADO	TIPO DE CORRELACION LINEAL SPEARMAN	
Czabator	C	Porcentaje de Germinación	0.915	0.980
	T	Días inicio	-0.529	-0.684
	U	Periodo Germinativo	0.374	0.586
Máxima Media	C	Porcentaje de Germinación	0.985	0.977
	T	Días al 50%	-0.515	-0.694
	U	Periodo Germinativo	0.56	0.600
Djammishir y Pourbeik	C	Porcentaje de Germinación	0.937	0.898
	T	Días inicio	-0.570	-0.626
	U	Periodo Germinativo	0.426	0.499
Maguire	C	Porcentaje de Germinación	0.976	0.968
	T	Días al 25%	-0.593	-0.677
	U	Periodo Germinativo	0.649	0.632
Componente:	Capacidad germinativa.	C.		
	Tiempo.	T.		
	Uniformidad.	U.		

Todos los valores germinativos tuvieron correlaciones superiores a 0.89 con la capacidad germinativa, no así con el tiempo y la uniformidad (correlaciones inferiores a 0.699). Esto se debe a que las curvas de germinación difieren más en altura que en las otras características (figs. 6a y 6b).

De acuerdo con las ecuaciones obtenidas, por cada unidad que se incrementó el índice de Maguire, el porcentaje de germinación aumentó en casi 10% (fig. 8), el tiempo para que ésto ocurriera se redujo en cerca de medio día (fig. 9). Respecto a la uniformidad germinativa los resultados son consistentes con el tiempo a la germinación (fig. 10).

Los resultados del análisis efectuado al valor germinativo de los tratamientos, demostraron diferencias significativas entre ellos.

Al observar los resultados de la Prueba de Tukey al 95% de confianza (cuadro 10), se notó que de los tratamientos aplicados, los de agua a 75°C 6 y 3 minutos fueron los mejores. Entre agua a 75°C 3' y 92°C 3' no existieron diferencias significativas; pero si hay entre 73°C 6' y 92°C 3', tampoco hay diferencias entre éste último y escarificación.

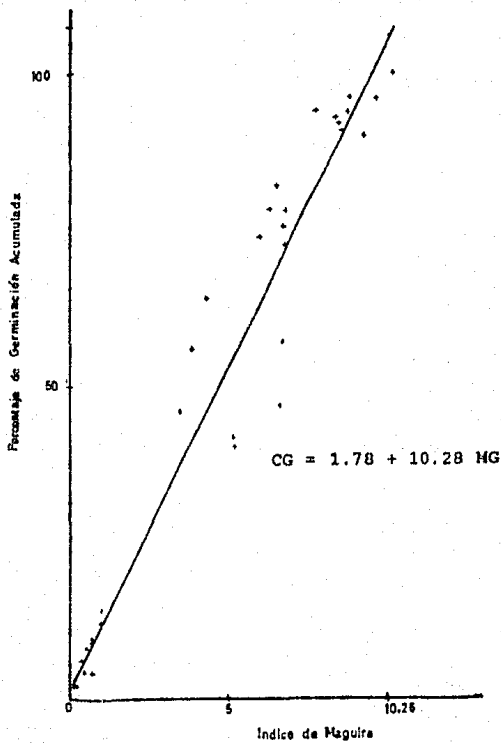


Fig. 8. Relación entre Porcentaje de Germinación e Índice de Maguire.

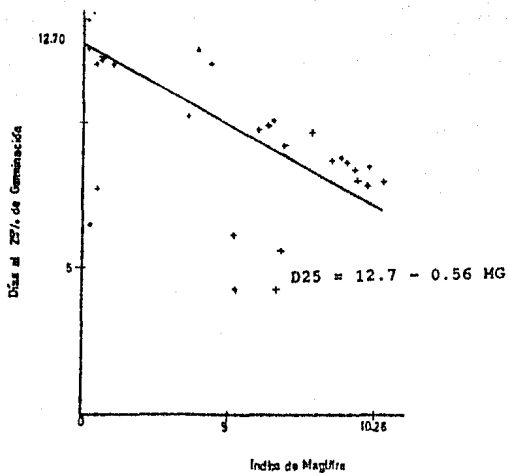


Fig. 9. Relación entre Días al 25% de Germinación e Índice de Maguire.

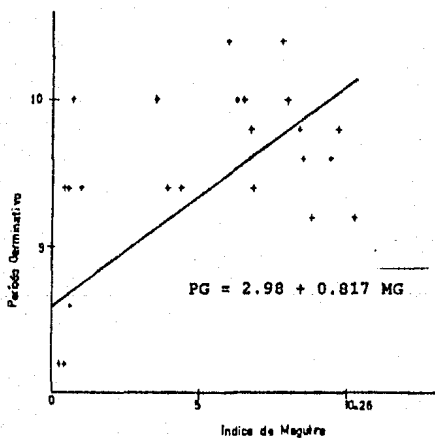


Fig. 10. Relación entre Periodo Germinativo e Índice de Maguire.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Es importante mencionar lo anterior, porque ésta información permitió proponer el mejor tratamiento.

Los lotes que recibieron reguladores del crecimiento, control, agua y tiourea al 2% no produjeron diferencias significativas entre ellos y se asociaron en un grupo.

CUADRO No. 10

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL
VALOR GERMINATIVO (Maguire) DE
Dodonaea viscosa.

TRATAMIENTO	INDICE DE MAGUIRE (Transformados a $(x+1)^{1/2}$)	
Agua a 75°C 6 minutos	3.176	a
Agua a 75°C 3 minutos	3.139	ab
Agua a 92°C 3 minutos	2.793	bc
Escarificación	2.635	cd
Agua a 92°C 6 minutos	2.343	d
Acido giberélico 200 ppm	1.166	e
Acido giberélico 800 ppm	1.136	e
Agua a 18°C	1.131	e
Control	1.106	e
Tiourea al 2%	1.065	e

Diferencia Máxima Significativa Honesta = 0.3608.
Las medias con la misma letra no difieren
significativamente entre sí.
Prueba de Tukey al 95%.

Con base a los resultados de semillas germinadas, duras, muertas, firmes e índice de Maguire, es válido afirmar que los tratamientos de agua a 75°C son los mejores, aún por encima de agua a 92°C. Los segundos presentan un número de semillas duras y firmes superior a los primeros, lo que implica una capacidad menor para embeber y daño a procesos metabólicos. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Ramírez y Camacho (1987), en leguminosas y apoya la hipótesis de que es preferible utilizar agua a temperaturas cercanas a los 70°C que superiores a los 80°C, además es difícil encontrar dichas temperaturas en el ecosistema. Sería interesante optimizar la temperatura, con el fin de aumentar el porcentaje de semillas germinadas

La escarificación es un tratamiento que da buenos resultados de germinación; pero es impráctico, debido al tamaño pequeño de las semillas y al alto número de muertas.

Es posible suponer la aplicación de calor seco a las semillas, para producir el mismo efecto que el agua caliente. Ahora bien si éste fenómeno es una respuesta al medio para evitar la germinación en condiciones adversas y aumentar la probabilidad de supervivencia, cabe imaginar la ruptura del fenómeno por calor en un ambiente seco. Incluso con pequeñas cantidades de agua la semilla podría germinar; pero al no encontrar suficiente perecería, diluyendo el esfuerzo reproductivo de la población.

Una posibilidad más importante radica en probar diferentes tratamientos recomendados para latencia física, a fin de encontrar mejores opciones que agua caliente.

Otro aspecto que invita a la investigación, es combinar tratamientos; por ejemplo, agua caliente con reguladores del crecimiento. En este caso se garantizaría la entrada de los últimos a la semilla. Como objetivo estaría buscar la combinación, que aumente la germinación, considerando tanto desarrollo de la plántula en el suelo como costo.

El trabajo aquí presentado permite reconocer que las semillas de Dodonaea viscosa no son quiescentes, y que presentan latencia física, lo cual nos permite sembrarlas en plantaciones forestales, para su trasplante posterior a zonas desforestadas, diseñando investigaciones que permitan evaluarla como una especie alternativa para la reforestación, en función del tipo de terreno y condiciones ambientales que pueda resistir; producción de suelo y formadoras de un ambiente que permita el desarrollo de otras especies vegetales.

Para lo anterior es necesario plantarla en ambientes degradados. Encontrar los tipos de suelo y clima en los cuales se desarrolla adecuadamente. Descubrir si realmente forma suelo y bajo que condiciones. Proponer técnicas para sembrarla en los terrenos degradados. Investigar su papel en procesos de sucesión; por ejemplo, como especie pionera en comunidades secundarias. Así como los efectos que cause en

las áreas donde se plante. Las investigaciones requieren de plantas disponibles.

La importancia de la presente obra radica en despejar la duda sobre la latencia de las semillas de Dodonaea viscosa y encontrar el tipo de latencia. Al requerir la plantación masiva de la especie estudiada, es necesario romper su latencia con agua caliente a 75°C.

Sobre lo anterior surgen varias líneas de investigación:

Primero, encontrar la temperatura que de los mejores resultados de germinación.

En segundo lugar, probar diferentes tratamientos sugeridos para romper latencia física, con el fin de proponer alternativas al agua a 75°C.

En tercer lugar, combinar diferentes tratamientos; por ejemplo, agua caliente con reguladores del crecimiento. Lo anterior, en función de seleccionar los tratamientos que optimicen la germinación de la semilla en el suelo y la supervivencia de la planta.

VII. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

- 1.- Las semillas de Dodonoea viscosa si presentan latencia.
- 2.- Las semillas de Dodonoea viscosa presentan latencia de tipo físico (impermeabilidad de la testa al agua).
- 3.- Los tratamientos que rompieron la latencia de Dodonoea viscosa son el remojo en agua caliente y la escarificación.
- 4.- Los mejores tratamientos para romper la latencia son agua a 75°C durante 3 y 6 minutos.
- 5.- Los tratamientos poco prácticos son: Agua a 92°C durante 3 y 6 minutos, pues aumentan el porcentaje de semillas duras y el de escarificación, en el que se nota un aumento de semillas muertas.
- 6.- Los tratamientos que no funcionan son: Los de ácido giberélico, estratificación húmeda fría, tiourea y remojo con agua a 18°C.

El presente trabajo se enmarca dentro de un proyecto desarrollado por el CIFAP-DF, en coordinación con el Depto. de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo, que propone a Dodonoea viscosa como una especie idónea para reforestar y recuperar zonas degradadas y cuyo objetivo es evaluar este uso.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Alvarez Gonzalez, P. (1962) Verbas medicinales. Como curarse con plantas, El Libro Español, México, pp. 161.
- Atwater, B. R. (1980) "Dormancy and morphology of seeds of herbaceous ornamental plants", Seed Sci. and Technol., 9(4):523-573.
- Bewley, J. D. and M. Black (1985) Seed: Physiology of development and germination, Plenum Press, N.Y., pp. 193-195.
- Camacho Morfín, F. (1987) Dormición de semillas. Aspectos generales y tratamientos para eliminarla, tesis, UACH, México, pp. 5.
- Camacho Morfín, F. (1988) "Programa de cómputo para estudiar la germinación de semillas forestales mediante índices y ecuaciones", Mem. de Resumen de la 1ª. Reun. Cient. Forest. y Agrop. CIFAP-D.F. INIFAP, México, pp. 25.
- Clark, D. E. (1967) Desert gardening, Lane Books, California, pp. 27-29.
- Daniel, W. W. (1984) Biostatística: Base para el análisis de las ciencias de la salud, LIMUSA, México, 5a. reimpr. de la 1a. ed de 1977, pp. 193-241, 234-235.
- De la Garza López, P. y F. Nepamuceno M. (1986) "Análisis radiográfico de semillas forestales en México", Ciencia Forestal, 11(59):1.
- Edwart, J. A. and B. O. (1917) The flora of the Northern territory, Mc. Carron, Bird I Co. Melbourne, Australia, pp. 174-176.
- FAO (1956) Notas sobre semillas forestales, Cuadernos de Fomento Forestal, No. 5, Yugoslavia.
- FAO (1959) Elección de especies arbóreas para plantación, Cuaderno de Fomento Forestal, No. 13, Roma Italia.
- Fenner, M. (1985) Seed ecology, Chapman and Hall, G.B. (outline studies in ecology) pp. 72-76.
- Harper, J. L. (1977) Population biology of plants, Academic Press, London, pp. xiv, 62.
- Hartmann, H. T. y D. E. Kester (1982). Propagación de plantas. Principios y prácticas, CECSA, México, 3a. reimpr. de la edición de 1978, pp. 145, 154, 173-189.
- Heywood, V. H. (ed)(1978) Flowering plants of the world, Oxford University Press, G. B. pp. 193.
- Infante Gil, S. y G. P. Zárate de Lara (1984) Métodos estadísticos. Un enfoque interdisciplinario, Trillas, México, 1a. reimpr. de la 1a. ed. de 1984, pp. 413-425, 448-449.

- ISTA (1979) Reglas internacionales para ensayos de semillas, tr. INSyPV, Com. Nal. de Semillas, España, 183 p.
- Jann, D. C. and R. Amen (1977) "What is germination?", in A. A. Khan, (ed). The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Netherlands, pp. 25-26.
- Koller, D. (1972) "Environmental control of seed germination", in T. T. Kozlowski (ed). Seed biology, vol. 2, Academic Press, N. Y. (physiological ecology), pp. 4.
- Martinez, M. (1969) Las plantas medicinales en México, 5a. ed. Ediciones Botas, México, pp. 104-105.
- Mitastein, M. (1962) Estudios ecológicos y edáficos en relación con el problema de reforestación, Tesis (Biología), Facultad de Ciencias UNAM, México, pp. 82.
- Morales Vidal, G. y F. Camacho Morfín (1985). "Formato y recomendaciones para evaluar germinación", Mem. de la III Reun. Nal. sobre Plant. Forest. SARH, Pub. Esp. No. 48. México, pp. 125-138.
- Moreno, E. (1984) Análisis físico y biológico de semillas agrícolas, Instituto de Biología, UNAM, México, 383 p.
- Niembro, R. A. (1986). Arboles y arbustos útiles de México. Naturales en introducidos, Limusa, México, p. 85-86.
- Nikolaeva, M. G. (1977) "Factors controlling the seed dormancy pattern", in A. A. Khan (ed). The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination, Elsevier/North Holland Biomedical Press, Netherlands, pp. 151-154.
- Puig, H. (1976) Vegetation de la Huaste Mexique, Mision Archeologique et Ethnologique Francaise au Mexique. 5:195.
- Ramírez Orta, G. y F. Camacho (1987) "Tratamiento de semillas latentes de plantas de importancia económica", Biología, 16(1/4): 37-42.
- Reyes Castañeda, P. (1980) Bioestadística aplicada: Agronomía, Biología, Química, Trillas, México, pp. 111-113, 204-205.
- Rosner, B. (1982) Fundamentals of biostatistics, Duxbury Press, Boston, pp. 356-436.
- Rolston, M.P. (1978) "Water impermeable seed dormancy", The Botanical Review, 44(3)365-396.
- Russell, L. J. and J. L. Stoddart (1977) "Gibberellins and seed germination", in A. A. Khan (ed). The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination, Elsevier/North Holland Biomedical Press, Netherlands, pp. 77.
- Rzedowski, J. y L. Huerta (1978) Vegetación de México, Limusa, México, pp. 203, 281, 301.

- Rzedowski, J. y G. C. Rzedowski (1985) Flora fanerogámica del Valle de México, Esc. Nal. de Cienc. Biol. Inst. de Ecología, México, vol. II, pp. 44-46, 52.
- Sachdev, K. and D. K. Kulshreshtha (1983) "Flavonoids from Dodonaea viscosa", Phytochem. 22(5):1253-1256.
- Sachdev, K. (1986) "Viscosol a C-4' prenylated flavonoid from Dodonaea viscosa", Phytochem. 25(8):1967-1969.
- Sherff, E. E. (1947) "Further studies in the genus Dodonaea L. (Sapindaceae)", Field. Mus. of Nat. Hist. Botany, 23(6):269-317.
- Standley, D. C. (1923) "Trees and Shrubs of Mexico", Contributions from the U.S. Nat. Herb., 32(3)
- Wagner, H., C. Ludwig, L. Grotjahn and M. S. Y. Khan, (1987) "Biological active saponins from Dodonaea viscosa", Phytochem. 26(3):697-701.
- Walter, P. H. (1962) Matt flora mexicana, Northland Press, U.S., pp. 41-42.
- Venable, D. L. and J. S. Brown (1988) "The selective interactions of dispersal, dormancy and seed size adaptations for reducing risk in variable environments", Am. Nat., 131 (3):360-384.