



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

RESPUESTA DE LA EMERGENCIA DEL PIRU
(Schin's melle L.) AL REMOJO Y AL NUMERO DE
SEMILLAS POR ENVASE EN SIEMBRA DIRECTA

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 :
JAVIER RAMIREZ PACHECO

Director Ing. Agrón. Francisco Camacho Morfin
Asesor M. en C. Nelly Diego Pérez



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCION	
A. Descripción General de <u>Schinus molle</u> L.....	3
B. Antecedentes.....	7
II. OBJETIVOS.....	11
III. MATERIAL Y METODOS	
A. Material Biológico.....	12
B. Efecto de los Tratamientos de Remojo sobre la Germinación de Semillas Sembradas en Papel Filtro.....	12
C. Efecto de los Tratamientos de Remojo y del Número de Semillas sobre la Germinación en Siembras Directas en Envases...	13
D. Efecto de los Tratamientos de Remojo y de la Densidad de Siembra sobre la Germinación de Semillas Depositadas en Botes..	15
E. Variables de Respuesta Evaluadas.....	18
F. Análisis Estadísticos.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
V. CONCLUSIONES.....	44
VI. REFERENCIAS.....	46

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS	Pág.
1. Datos sobre las semillas empleadas.....	12
2. Tratamientos derivados del experimento factorial.	14
3. Tratamientos pregerminativos: Metodología.....	16
4. Efecto de los tratamientos de remojo sobre la germinación de <u>Schinus molle</u> en siembras sobre papel filtro.....	27
5. Efecto de los tratamientos de remojo y del número de semillas por envase, sobre la germinación de - <u>Schinus molle</u>	33
6. Ajuste á la distribución binomial de los valores obtenidos de la relación entre el tratamiento y el número de semillas por envase.....	35
7. Estimación de los porcentajes de germinación (p) de las siembras directas en envases.....	36
8. Efecto de los tratamientos de remojo y de la densidad de siembra en botes, sobre la germinación de <u>Schinus molle</u>	41
FIGURAS	
1. Algunas estructuras de <u>Schinus molle</u>	4
2. Anatomía de las unidades de dispersión de <u>Schinus molle</u>	5
3. Tipo de recipiente utilizado en las siembras directas.....	17
4. Tipo de recipiente utilizado en las siembras densas.....	17

5.	Curvas de germinación de semillas de <u>Schinus molle</u> sometidas á tratamientos de remojo y sembradas sobre papel filtro.....	26
6.	Relación entre el índice de Maguire y la capacidad germinativa obtenidos en semillas de <u>Schinus molle</u> sembradas sobre papel filtro.....	28
7.	Relación entre el índice de Maguire y la velocidad germinativa obtenidos en semillas de <u>Schinus molle</u> sembradas sobre papel filtro.....	28
8.	Curvas de germinación de semillas de <u>Schinus molle</u> sometidas á tratamientos de remojo y depositadas en envases (siembras directas).....	32
9.	Relación entre el índice de Maguire y la capacidad germinativa obtenidos con semillas de <u>Schinus molle</u> en siembras directas en envases.....	34
10.	Relación entre el índice de Maguire y la velocidad germinativa obtenidos con semillas de <u>Schinus molle</u> en siembras directas en envases.....	34
11.	Curvas de germinación de semillas de <u>Schinus molle</u> sometidas á tratamientos de remojo y depositadas en botes (siembras densas).....	40
12.	Relación entre el índice de Maguire y la capacidad germinativa obtenidos con semillas de <u>Schinus molle</u> en siembras densas en botes.....	42
13.	Relación entre el índice de Maguire y la velocidad germinativa obtenidos con semillas de <u>Schinus molle</u> en siembras densas en botes.....	42

RESUMEN

Las semillas de pirú (Schinus molle L.), presentan dormición química debido á la presencia de inhibidores en el mesocarpio.

Para estimular su germinación se aplicaron tratamientos de remojo y remojo & secado á semillas de pirú (colecta 1973), llevadas á diferentes condiciones de siembra.

En siembras sobre papel filtro, unicamente el remojo & secado indujo una germinación significativamente superior á la de los testigos.

En siembras directas en envases, en los que se depositó un cierto número de semillas (1, 3 ó 5), ambos tratamientos causaron valores germinativos significativamente altos, sólo cuando se sembró una semilla por envase. Sin embargo los testigos mostraron una germinación similar sin importar el número de semillas que fueron colocadas por envase.

El ajuste á la distribución binomial de los porcentajes de germinación logrados con este método de siembra, fué operante sólo para los casos en que se aplicaron tratamientos.

En siembras á densidades que cubrieron del 20 al 100% del suelo efectuadas en botes, los valores germinativos significativamente mayores correspondieron á: Semillas no tratadas y sembradas á densidades del 20, 40 y 60%; semillas remojadas y sembradas al 100% de densidad; y á semillas remojadas, secadas y sembradas á densidades del 80 y 100%.

Se concluyó que:

- En siembras sobre papel filtro fué necesario un tratamiento previo. El remojo & secado es aconsejable.
- Las siembras directas en envases son una buena alternativa de las siembras densas en almácigo ya que, hasta con cinco semillas por envase, no fué necesario ningun tratamiento pre germinativo.
- En siembras densas efectuadas en botes el aumento en la densidad de siembra disminuyó el porcentaje de germinación, pero el remojo, con ó sin secado, permitio contrarrestar este inconveniente.

I. INTRODUCCION

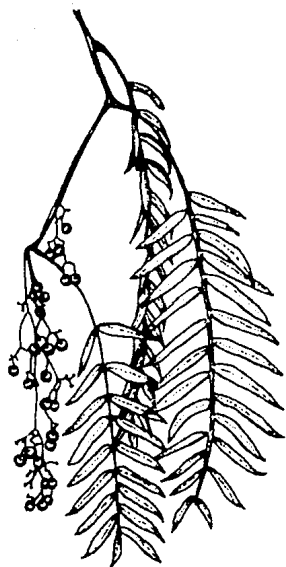
A. DESCRIPCION GENERAL DE Schinus molle L.

El pirú (Schinus molle L.), es una Anacardiacea arbórea de 4 á 10 m. de altura, perennifolia, tronco tortuoso, ramas y frutos colgantes y hojas alternas paripinnadas con 7 á 13 pares de foliólos de forma linear lanceolada finamente aserrados (Fig. 1). Las flores son pequeñas y paniculadas de color amarillo verdoso, las masculinas son ligeramente más alargadas y con pétalos más erectos que las femeninas (Copeland, 1959).

El árbol es poligamodioico, ó sea, su condición es principalmente dioica con algunas flores perfectas (Moreno, 1984).

Las unidades de dispersión ó diásporas son drupas de 5 á 8 mm. de diámetro (Fig. 2); el endocarpio, relativamente duro, rodea firmemente á la única semilla; los dos cotiledones son carnosos y oblongos; el embrión, bien desarrollado, ocupa casi toda la cavidad de la semilla; la testa y el endospermo son delgados; el mesocarpio forma parte de la unidad de dispersión por estar fuertemente adherido al endocarpio pero dejando espacio á varios depósitos de resina; el epicarpio, delgado, quebradizo, seco y de color rojizo, generalmente se pierde (Niembro, 1979).

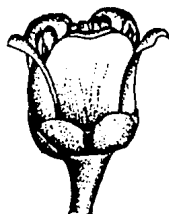
La especie manifiesta el fenómeno de la alelopatía ya que libera compuestos tóxicos á través de sus frutos, raíces y hojas muertas, que restringen la germinación ó crecimiento de otras especies vegetales (Anaya y Gómez, 1971; León, 1979).



HOJAS Y
FRUTOS



YEMAS
FLORALES



FLOR
MASCULINA



FLOR
FEMENINA

Fig. 1 ALGUNAS ESTRUCTURAS DE Schinus molle
(Tomado de Copeland, 1959).

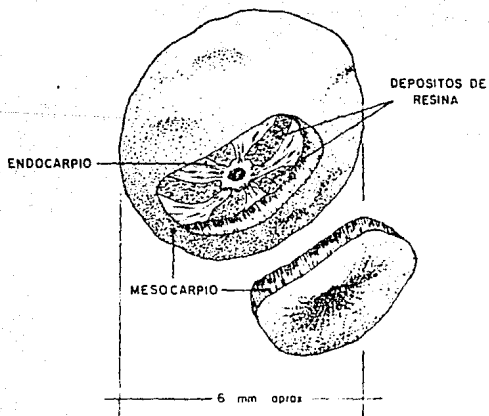
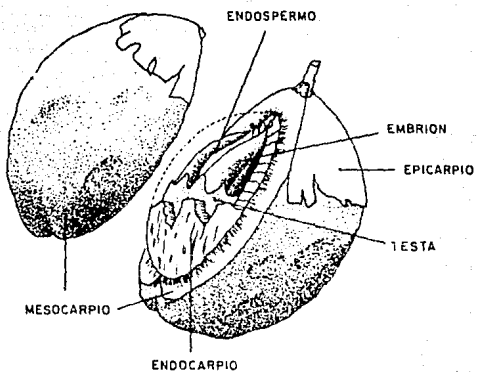


Fig. 2 ANATOMIA DE LAS UNIDADES DE DISPERSION DE Schinus molle.

El pirú es originario de Sudamerica, aunque, se ha naturalizado en Centroamerica y México donde, además, recibe los nombres de: pirúl, xaza, tizactunni, yaga-cica, peloncúhuítl, molle, etc. (A N C F, 1983).

Crece silvestre en zonas de pastizales secundarios y matorrales crasicales de clima subhúmedo ó árido, especialmente si la vegetación primaria ha sufrido alteraciones, donde sobrevive á pesar de las heladas, sequías y suelos erosionados ó salinos. Por lo general se asocia con pocas especies de plantas (Rzedowski,1983).

En México se distribuye ampliamente en la Altiplanicie y Mesa Central. En muchos lugares, como en lomerios y llanuras del Valle de México y en los alrededores de Tula, Hgo., constituye prácticamente la única vegetación arbórea (Camacho,1985).

Estas cualidades, aunadas al hecho de que no es consumido por el ganado, lo convierten en un recurso prioritario en la recuperación de áreas degradadas ó erosionadas donde, incluso, se le puede establecer mediante siembra directa (Roldan,1980).

El pirú tiene, además, usos medicinales, al respecto Martínez (1969), menciona que el cocimiento de los frutos hasta la consistencia del jarabe es suministrado oralmente para tratar la retención de orina (anuria).

De igual manera, la infusión de las hojas se emplea para combatir la estrechez y la uretritis blenorragica.

Para curar úlceras y heridas se aplica un preparado á base de la infusión espesa de las hojas y alcohol etílico (balsamo de los Jesuitas).

La emulsión de la gomo-resina se utiliza para atacar la conjuntivitis y como tópicó en el sanamiento de heridas. También es un purgante drástico.

El zumo de las ramitas tiernas previene las "cataratas".

El árbol también es aprovechado por la industria. De la gomo-resina se obtiene barniz y de la corteza taninos.

La madera se utiliza para fabricar mangos de herramientas, estacas y enseres rurales y como combustible (Weeb,1980).

B. ANTECEDENTES.

Tanto en la naturaleza como en los viveros la propagación del pird se realiza por semillas, sin embargo estas muestran frecuentemente una germinación difícil (Camacho,1935).

Varios autores han encontrado que el mesocarpio del fruto de esta planta contiene sustancias inhibitoras de la germinación, principalmente, ácidos fenolicos, 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 estas 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 esto 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), señala que cuando las semillas son despojadas del mesocarpio ó sometidas á remojo previo, muestran un aumento en su porcentaje de germinación.

Por tales motivos se considera que las semillas de Schinus molle presentan un tipo de dormición química según la clasificación de Nikolaeva (1969).

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 (1988), encontró resultados divergentes, en cuanto á 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 hrs. y la eliminación del mesocarpio, ambos causaron porcentajes de germinación notablemente mayores á el de los testigos.
- En siembras dentro de surcos en almácigo, los testigos tuvie-

ron una germinación alta y ninguno de los tratamientos probados consiguió superarla en forma significativa.

- En siembras á densidades que cubrieron del 20 al 100% de la superficie de la tierra, sólo con tratamientos á base de remojo se logró superar á la germinación de los testigos, aunque, el aumento en la densidad de siembra, la afectó negativamente.

De lo anterior se desprenden algunas observaciones:

- a) Los tratamientos á base de remojo, sobre semillas de pirú, son una buena opción, no solo por su efectividad, sino por que no requieren de substancias caras ó peligrosas ni de utensilios especiales.
- b) Las siembras densas, tan comunes en los métodos en almácigo, tienen la desventaja de disminuir el porcentaje de germinación de dichas semillas.

Por otro lado, e independientemente del tipo de semilla sembrado, los métodos en almácigo tienen como aspecto inherente, al transplante.

Al traslado de las plántulas ó brinzales, del almácigo á la sección de crecimiento, se le denomina transplante ó replique (Pimentel, 1971).

En la practica el transplante resulta ser un factor oneroso ya que conlleva á:

- Mayor tiempo invertido.
- La mortandad ó marchitamiento de cierto número de plántulas.
- El empobrecimiento del suelo de los almárcigos.
- Costos adicionales.

La siembra directa carece de tal inconveniente:

De acuerdo con Galloway y Borgo (1983), la siembra directa consiste en el depósito de semillas en recipientes apropiados para su germinación y crecimiento, eliminándose de esta manera el transplante.

La siembra directa se realiza, preferentemente, cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- Las plántulas no toleran bien el transplante.
- Hay abundancia de semillas.
- La germinación, bajo este método, es superior al 50%.
- El costo de las semillas es bajo.

En consultas efectuadas en viveros del área metropolitana del D.F., se explicó que también se manifiesta la dormición en semillas de Schinus molle, cuando estas se siembran en envases.

La inhibición se acentúa cuando se deposita más de una semilla por envase, lo cual es necesario para minimizar el número de envases en que no se presente ninguna germinación (Carrillo Sanchez, C.I.F.A.P.-D.F., comunicación personal, 1988).

II. OBJETIVOS

- A. Certificar si la dormición en semillas de Schinus molle L. (colecta 1973), se manifiesta bajo las siguientes condiciones de siembra:
1. En siembras sobre papel filtro.
 2. En siembras directas en envases, en los cuales se depositó un determinado número de semillas (1, 3 ó 5).
 3. En siembras á densidades que cubrieron del 20 al 100% del suelo (á semejanza de las practicadas en almací---gos), efectuadas en botes.
- B. Determinar el efecto de tratamientos pregerminativos de remojo y remojo & secado, sobre la germinación de las citadas semillas.

III. MATERIAL Y METODOS

A. MATERIAL BIOLÓGICO.

Para la realización de este trabajo se emplearon semillas de pirú proporcionadas por el laboratorio de semillas forestales del C.I.F.A.P.-D.F. (Cuadro 1).

Cuadro 1. DATOS SOBRE LAS SEMILLAS EMPLEADAS.

Especie	<u>Schinus molle</u> L.
Procedencia	Vaso de Texcoco, Edo. de Mex.
Fecha de colecta	Noviembre de 1973
Viabilidad	100%
Clave del lote	411

Este lote ha estado almacenado, desde su colecta, a temperatura de 3°C sin control de humedad. Su viabilidad fue determinada mediante la prueba de tetrazolio.

B. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE REMOJO SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS SEMBRADAS EN PAPEL FILTRO.

Este experimento se llevo á cabo en cajas de Petri esterilizadas tapizadas con dos discos de papel filtro humedecido como sustrato.

En cada caja se sembró, en disposición concéntrica, una muestra de 25 semillas (unidad experimental) previamente sometidas á alguno de los siguientes tratamientos (Cuadro 3):

1. Testigo.
2. Remojo durante 24 hrs.
3. Remojo durante 24 hrs. más 24 hrs. de secado.

Se hicieron cuatro repeticiones por tratamiento.

Las cajas con las muestras se distribuyeron aleatoriamente sobre una charola metálica y se introdujeron á una "germinadora" á 22°C.

Los conteos de semillas germinadas se realizaron semanalmente, á partir de la fecha de siembra, durante 28 días.

Dichas semillas eran eliminadas, una vez contabilizadas, para evitar errores de muestreo posteriores.

Se consideró que la germinación habia ocurrido cuando la radícula alcanzaba 2.0 cm. de longitud.

El experimento se efectuó á principios de 1989.

C. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE REMOJO Y DEL NUMERO DE SEMILLAS SOBRE LA GERMINACION EN SIEMBRAS DIRECTAS EN ENVASES.

Este experimento se desarrolló en forma factorial, en el que la combinación de dos factores de tres niveles cada uno derivó en un total de nueve tratamientos diferentes (Cuadro 2).

Por cada tratamiento se utilizó una parcela de 20 envases de polietileno (unidad experimental), llenos de tierra común (Fig. 3).

Se hicieron cuatro repeticiones por tratamiento.

Cuadro 2. TRATAMIENTOS DERIVADOS DEL EXPERIMENTO FACTORIAL (CLAVES)

FACTOR "a": Número de semillas sembradas por envase

		N I V E L E S		
		1	3	5
FACTOR "b": Tratamiento pregerminativo	NIVELES			
	Testigos	T1	T3	T5
	Remojo (24 hrs.)	R1	R3	R5
	Remojo (24 hrs.) & secado (24 hrs.)	RS1	RS3	RS5

Las parcelas, ordenadas en hileras y señaladas con etiquetas de aluminio, se distribuyeron en bloques al azar.

Los bloques se montaron en el área adjunta a una de las paredes del invernadero del C.I.F.A.P.-D.F.

Las semillas se sembraron a 1.0 cm., aproximadamente, de profundidad.

Los conteos de plántulas se realizaron cada tercer día, durante cinco semanas, a partir de la fecha de siembra.

Junto a cada plántula detectada se clavó un palillo plástico a fin de facilitar la contabilización.

Se consideró que la emergencia había ocurrido cuando el tallo adoptaba una posición vertical.

Los riegos se efectuaron cada tercer día, á partir de la fecha de siembra, con ayuda de un aspersor manual.

Los bloques se cubrieron, durante la noche, con toldos de papel de estraza con el propósito de evitar las inclemencias del tiempo ya que el experimento se desarrolló durante la estación invernal (principios de 1989).

D. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE REMOJO Y DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DEPOSITADAS EN BOTES.

Este experimento comprendió los siguientes tratamientos (los porcentajes indican las densidades á que se sembraron las semillas):

1. 100% (264 semillas).
2. 80% (211 semillas).
3. 60% (158 semillas).
4. 40% (106 semillas).
5. 20% (53 semillas).
6. 100%, con semillas remojadas durante 24 hrs.
7. 80%, con semillas remojadas durante 24 hrs. más 24 hrs. de secado.
8. 100%, con semillas remojadas durante 24 hrs. más 24 hrs. de secado.

Por cada tratamiento se utilizó un bote de hojalata (unidad experimental) con el interior recubierto, de antemano, con pintura de aceite (para evitar la oxidación) y casi lleno de tierra común (Fig. 4).

Cuadro 3. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS; METODOLOGIA.

Para evitar asincronias debidas á la germinación anticipada de las semillas que son previamente remojadas, los tratamientos se programaron así:

PRIMER DIA	<p>1. REMOJO DE LAS SEMILLAS "RS".</p> <p>Procedimiento:</p> <p>a. Depósito de 4 muestras de semillas (de 30 gr. cada una), en sendos frascos de cristal.</p> <p>b. Llenado de cada frasco con 500 ml. de agua corriente.</p> <p>c. Introducción de los frascos á una "germinadora" á 22°C durante 24 hrs.</p>
SEGUNDO DIA	<p>2. SECADO DE LAS SEMILLAS "RS".</p> <p>Procedimiento:</p> <p>a. Extendido de las muestras sobre un pliego de papel cartoncillo.</p> <p>b. Exposición de las muestras á la intemperie durante 24 hrs.</p>
TERCER DIA	<p>3. REMOJO DE LAS SEMILLAS "R".</p> <p>4. SEMBRADO DE LAS SEMILLAS "RS" Y "T".</p>
CUARTO DIA	<p>5. SEMBRADO DE LAS SEMILLAS "R".</p>

"T" = Testigos.

"R" = Con remojo (24 hrs.).

"RS" = Con remojo (24 hrs.) & secado (24 hrs.).

Fig. 3 TIPO DE RECIPIENTE UTILIZADO EN LAS SIEMBRAS DIRECTAS

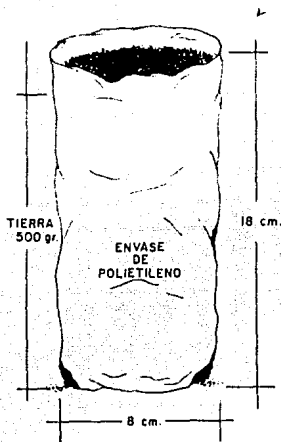
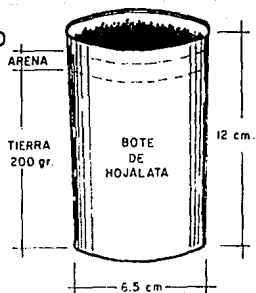


Fig. 4 TIPO DE RECIPIENTE UTILIZADO EN LAS SIEMBRAS DENSAS



Se definió como densidad al 100%, á el número promedio de semillas tal que, una vez sembradas en cualquiera de los botes, cada semilla quedaba en contacto con las que le rodeaban formándose una cubierta continua de una semilla de grosor.

Las demas densidades se estimaron con base en este dato.

Las semillas se sembraron sobre la superficie de la tierra y se cubrieron con una capa de arena sílica de 1.0 cm., aproximadamente, de espesor (la arena facilita los conteos sin obstruir la emergencia).

Se hicieron cuatro repeticiones por tratamiento.

Los botes con las semillas se acomodaron al azar sobre una mesa, junto á una de las ventanas del laboratorio de semillas forestales, siguiendo el gradiente de iluminación solar.

Los muestreos y los riegos se realizaron de la misma manera que en el experimento anterior, excepto en que, por tratarse de siembras densas, no resultó practico el marcaje de las plántulas, por lo que estas, una vez contabilizadas, eran desprendidas del suelo.

El experimento se llevó á cabo á finales de 1985.

E. VARIABLES DE RESPUESTA EVALUADAS

Con los datos obtenidos se calcularon, de acuerdo con Morales y Camacho (1985), los siguientes índices:

1. Capacidad Germinativa

Es el porcentaje de germinación acumulada final.

$$C.G. = (A_i \text{ final}) (C)$$

Donde:

$A_i \text{ final}$ = Total de semillas germinadas.

C = Transformación porcentual
(100/total de semillas sembradas).

2. Velocidad Germinativa

Es el tiempo transcurrido desde la siembra hasta un punto dado de la curva de germinación. Entre menor sea dicho tiempo, mayor será la velocidad germinativa, pues disminuye el número de días que las semillas tardan en germinar.

La velocidad germinativa se evaluó mediante la fórmula de "días al 75% de germinación".

$$D_{75} = d + \frac{(D - d)(E - a)}{A - a}$$

Donde:

E = (Total de semillas germinadas + 1) (0.75).

A = Valor de la germinación acumulada mayor más cercano a "E".

a = Valor de la germinación acumulada menor más cercano a "E".

D = Días requeridos para alcanzar "A".

d = Días requeridos para alcanzar "a".

3. Valor Germinativo

Es la cualificación de la germinación, resultante de la ponderación de la capacidad y velocidad germinativas, mediante una fórmula que aporta un solo dato numérico.

Para evaluar el valor germinativo se aplicó el índice de Maguire.

$$V.G. = \sum \frac{G_i}{D_i} (C)$$

Donde:

G_i = Número de semillas germinadas.

D_i = Tiempo transcurrido desde la siembra.

C = Transformación porcentual
(100/total de semillas sembradas).

P. ANALISIS ESTADISTICOS

1. Análisis de Gráficas

Una forma sencilla y precisa para comparar los resultados obtenidos con los tratamientos es mediante el análisis gráfico de la germinación acumulada respecto al tiempo transcurrido desde la siembra.

Las conclusiones á que se llega resultan de considerar los siguientes puntos:

- a. La altura máxima que alcanza la línea correspondiente á cada tratamiento, mientras más se separe del eje del tiempo, mayor será la capacidad germinativa.

- b. La distancia, de dicha línea, del eje de la germinación acumulada. Un aspecto que debe considerarse es la inclinación de la línea en la etapa anterior en que esta se estabiliza, mientras más vertical sea la línea en esta fase, mayor será la velocidad germinativa.

2. Prueba de Medias

Las diferencias entre los valores germinativos (medias) lo grados con los tratamientos se detectaron mediante la prueba de Tukey con un alfa igual a 0.05, para aplicarla se efectuaron los análisis de varianza requeridos a dichos valores.

Como ya se especificó, el valor germinativo se determinó por medio del índice de Maguire.

Este índice atiende los puntos considerados en el análisis de gráficas al combinar, de manera progresiva, la capacidad y velocidad germinativas (Morales y Camacho, 1985). Variables que se denominaran componentes del mencionado índice.

Índices como el de Maguire resultan útiles en las comparaciones estadísticas al evitar dar un sobrepeso subjetivo a alguno de sus componentes, lo que no es fácil de evitar en el análisis gráfico.

Una de sus limitantes es lo circunscrito de los valores que ofrecen. Para superar esto se relacionó al índice de Maguire con cada uno de sus componentes mediante regresión de los mismos (García y Camacho, 1988).

Estas relaciones también se presentan en forma gráfica (puntos y rectas de regresión), para hacerlas más comprensibles.

En el caso de las siembras directas en envases, la prueba de medias se aplicó de acuerdo con la significancia de la interacción (Reyes, 1978).

3. Ajuste á la Distribución Binomial

En el manejo de siembras directas en envases, es necesario conocer (Tinus y McDonald, 1979):

- a. La cantidad de plántulas que se obtendrán al sembrar, cierto número de envases, con determinada cantidad de semillas en cada uno.
- b. El número de envases que carecerán de plántulas.

Estos puntos pueden estimarse por medio de la distribución binomial de probabilidad, ya que la germinación de cada semilla es una variable aleatoria y solo hay dos resultados posibles y mutuamente excluyentes (Infante y Zarate, 1984).

El ajuste de los resultados obtenidos, á la distribución binomial teórica, se determinó con base á la prueba de Kolmogorov-Smirnov, ya que esta se fundamenta en la máxima diferencia entre la distribución esperada y la observada (Siegel, 1972).

El valor de "p" (porcentaje de germinación), con el que se tuvo el mejor ajuste, se estimó mediante el método de "aproxima

ciones sucesivas" (con un programa de compute en BASIC), en el que se buscó minimizar la "D" (desviación máxima) de Kolmogorov-Smirnov.

Otros métodos que se probaron para estimar "p" fueron:

- a. La relación entre semillas sembradas y germinadas.
- b. El despeje de dicha variable, á partir del número de envases que presentaron todas las semillas germinadas.
- c. El despeje de dicha variable, á partir del número de envases que no presentaron ninguna semilla germinada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE REMOJO SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS SEMBRADAS EN PAPEL FILTRO.

El análisis gráfico muestra que la germinación de las semillas tratadas con remojo & secado fué la más rápida y completa. Las semillas tratadas con remojo (y sembradas inmediatamente) exhibieron un despliegue germinativo relativamente bajo, el de los testigos fué menor aun (Fig. 5).

La prueba de medias indica que, unicamente con la aplicación de remojo & secado, se lograron valores de germinación significativamente altos. Las semillas solamente remojadas y los testigos aportaron resultados similares (Cuadro 4).

De la observación de las Figs. 6 y 7, se infiere que las relaciones entre el índice de Maguire y sus componentes fueron elevadas.

Los valores, significativamente altos, de los coeficientes de determinación corroboran esto (Cuadro 4).

Las ecuaciones de relación indican que, por cada unidad que se incrementó el índice de Maguire, la capacidad germinativa se elevó en poco más de un cuatro por ciento, y el tiempo para que esto ocurriera se redujo en, practicamente, un día (Cuadro 4).

Los resultados concuerdan con los de Camacho (1985) y Ramirez (1988), en cuanto á que los testigos tuvieron una baja calidad de germinación y en que el remojo & secado produjo un nota-

ble mejoramiento de esta.

Esto se explica por el hecho de que, bajo estas condiciones de siembra, la eliminación natural de los inhibidores por lixiviación no puede producirse, por lo que es necesario el lavado previo de las semillas.

Los resultados no concuerdan en cuanto á que el remojo sin secado no ocasionó un estímulo significativo.

Una característica del lote de semillas utilizado puede ser la causa; su largo período de almacenamiento (casi 15 años).

Es frecuente que las semillas envejecidas presenten, entre otros cambios, cierto grado de destrucción de sus membranas celulares debido á la liberación de enzimas digestivas (Heydecker y Coolbear, 1977).

La reparación de tejidos celulares que, en las semillas utilizadas, se produciría luego del remojo, ó sea, durante la fase de secado, puede ser la causa del éxito logrado con el tratamiento de remojo & secado.

Esto explica á su vez el escaso rendimiento obtenido con el remojo y siembra inmediata ya que, en este caso, se "forzó" á las semillas á continuar su germinación luego de la imbibición sin darles el tiempo necesario para la regeneración de sus tejidos, lo que ocasionó que dichas semillas no pudieran concluir favorablemente el proceso germinativo.

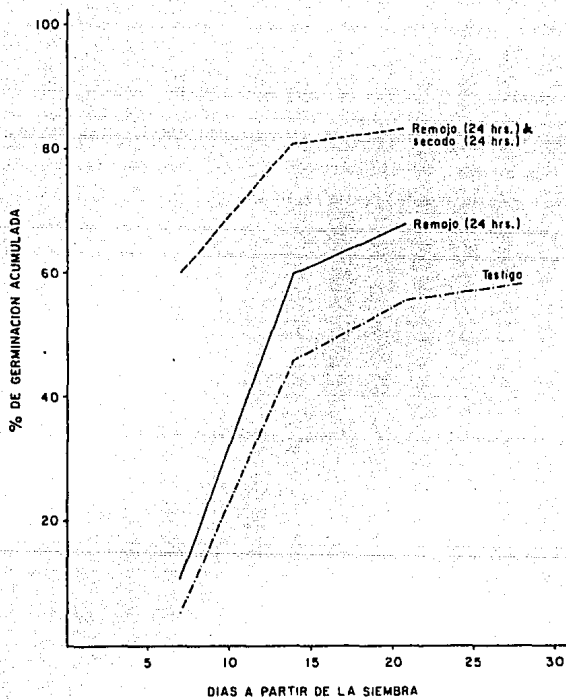


Fig. 5 CURVAS DE GERMINACION DE SEMILLAS DE *Schinus molle* SOMETIDAS A TRATAMIENTOS DE REMOJO Y SEMBRADAS SOBRE PAPEL FILTRO.

Cuadro 4. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE REMOJO SOBRE LA GERMINACION DE Schinus molle EN SIEMBRAS SOBRE PAPEL FILTRO.

TRATAMIENTOS	INDICE DE MAGUIRE (M)
Remojo (24 hrs.) & secado (24 hrs.)	10.17 a
Remojo (24 hrs.)	5.45 b
Testigo	4.18 b

Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con alfa igual á 0.05.

ECUACIONES DE RELACION CON LOS COMPONENTES.

	Coef. de Determ.
$C. G. = 41.67 + 4.24 M$	0.81 *
$D_{75} = 18.92 - 1.03 M$	0.75 *

Donde:

C. G. = Capacidad Germinativa.

D_{75} = Días al 75%.

* Indica que la "F" de regresión fué significativa con alfa igual á 0.05.

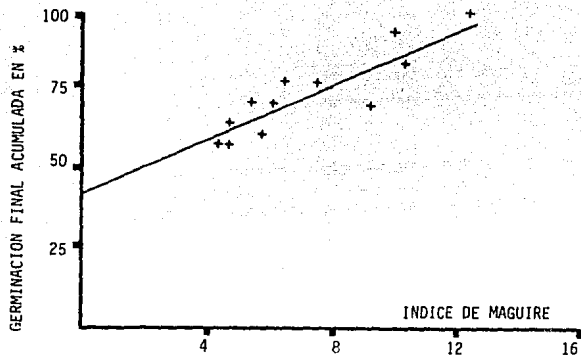


Fig. 6 RELACION ENTRE EL INDICE DE MAGUIRE Y LA CAPACIDAD GERMINATIVA OBTENIDOS EN SEMILLAS DE Schinus molle SEMBRADAS SOBRE PAPEL FILTRO.

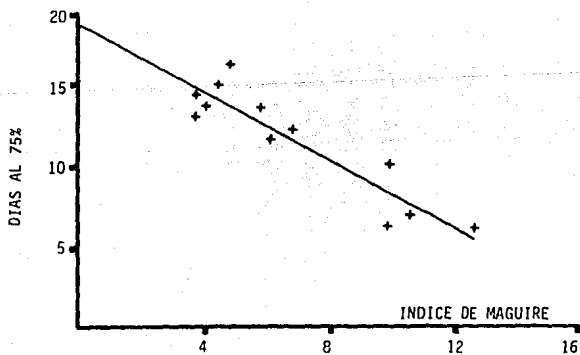


Fig. 7 RELACION ENTRE EL INDICE DE MAGUIRE Y LA VELOCIDAD GERMINATIVA OBTENIDOS EN SEMILLAS DE Schinus molle SEMBRADAS SOBRE PAPEL FILTRO.

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE REMOJO Y DEL NUMERO DE SEMILLAS SOBRE LA GERMINACION EN SIEMBRAS DIRECTAS EN ENVASES.

En el análisis gráfico se observan dos comportamientos diferentes (Fig. 8):

- El primero se distinguió por una germinación rápida y alta. Fué mostrado por las semillas sometidas á remojo (con y sin secado) y sembradas unitariamente por envase; y por los tegigos, sin importar el número de semillas que fueron depositadas por envase.

La similitud en la velocidad germinativa de estas siembras es evidente ya que, las líneas de sus respectivas curvas se entrecruzaron y mantuvieron cercanas entre si. Sólo sus porcentajes de germinación mostraron ligeras diferencias.

- El segundo se caracterizó por una velocidad y capacidad germinativas bajas. Fué expuesto por las semillas sometidas á remojo (con y sin secado) y sembradas conjuntamente por envase.

De estas siembras, los casos en que se sembraron 5 semillas por envase dieron los valores germinativos más bajos.

La prueba de medias señala la formación de los mismos dos grupos de valores de germinación, significativamente diferentes entre si (Cuadro 5).

En las Figs. 9 y 10 se advierte que, el índice de Maguire practicamente no tuvo relación con la velocidad germinativa, en

cambio si la tuvo, y muy elevada, con la capacidad germinativa.

Los valores tan dispares, de los coeficientes de determinación confirman esto (Cuadro 5).

En las ecuaciones de relación se aprecia que, por cada unidad que se elevó el índice de Maguire, la capacidad germinativa se incrementó en, aproximadamente, un 20%, y el tiempo para que esto sucediera aumentó en casi un tercio de día (Cuadro 5).

El ajuste á la distribución binomial fue operante para todas las siembras en que se aplicaron tratamientos, aunque, en el caso de los testigos, cuando se sembraron tres semillas por envase, se rebasó apenas el límite crítico (Cuadro 6).

En cuanto á los métodos usados para estimar el porcentaje de germinación (p), el que aportó el mejor ajuste de acuerdo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, resultó ser el basado en las "aproximaciones sucesivas" (Cuadro 7).

Los valores más cercanos á dicho ajuste obtenidos con este método fueron, en la mayoría de los casos, los correspondientes á la relación entre semillas sembradas y germinadas.

Los resultados contradicen á los obtenidos en el experimento anterior en cuanto á que los tratamientos causaron valores de germinación significativamente inferiores (excepto en siembras unitarias), á los de los testigos.

Coinciden con los resultados de Ramírez (1988), quien encon

tró que, en siembras dentro de surcos en almácigo, los tratamientos á base de remojo, entre otros, no superaron en forma significativa á la germinación de los testigos.

Esto se atribuye á que, en siembras en el suelo, la lixiviación de los inhibidores se produce de manera natural, por lo que resulta superfluo la aplicación de tratamiento previo.

Considerando lo anterior cabría esperar que, los valores germinativos obtenidos con los tratamientos en cuestión, fueran similares á los de los testigos, lo cual sólo se observó en las semillas tratadas y sembradas unitariamente.

De hecho, en todos los casos en que coincidió la aplicación de tratamiento con la siembra conjunta de semillas, la germinación se vió disminuida.

Es de suponerse que el efecto combinado de estos factores influyó negativamente en la germinación.

Un aumento en la "susceptibilidad" de las semillas debido á su envejecimiento, á agentes como el lavado previo y la competencia por agua y oxígeno, pudo ser la causa. "Susceptibilidad" que se reflejó en una reducción del potencial germinativo en las siembras en que concurrieron ambos factores.

En cuanto al ajuste á la distribución binomial, los datos obtenidos no son concluyentes para considerar la posibilidad de emplear dicho modelo en la planeación de siembras directas. Es necesario realizar experimentos con un mayor número de envases.

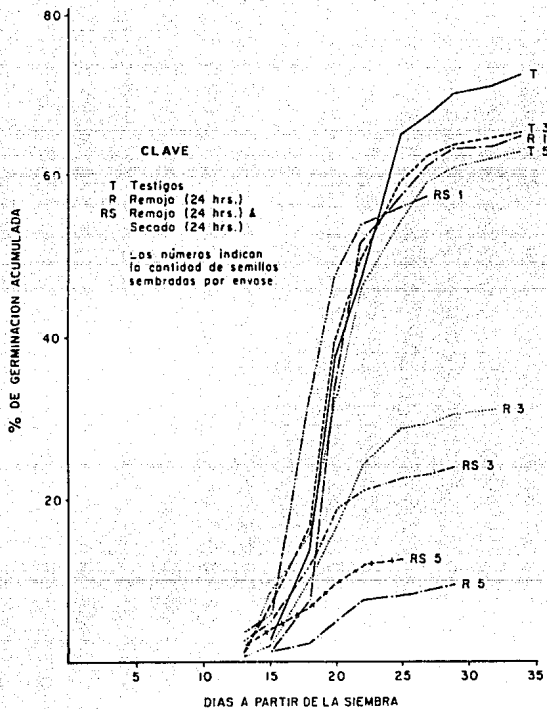


Fig. 8 CURVAS DE GERMINACION DE SEMILLAS DE *Schinus molle* SOMETIDAS A TRATAMIENTOS DE REMOJO Y DEPOSITADAS EN ENVASES (SIEMBRAS DIRECTAS)

Cuadro 5. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE REMOJO Y DEL NUMERO DE SEMILLAS POR ENVASE, SOBRE LA GERMINACION DE Schinus molle.

TRATAMIENTOS	INDICE DE MAGUIRE (M)		
	# de semillas por envase:		
	1	3	5
Testigos	3.39 a	3.15 a	3.00 a
Remojo (24 hrs.)	3.06 a	1.52 b	0.45 b
Remojo (24 hrs.) & secado (24 hrs.)	3.11 a	1.34 b	0.72 b

Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con alfa igual a 0.05.

ECUACIONES DE RELACION CON LOS COMPONENTES.

	Coef. de Determ.
C. G. = $-1.58 + 20.43 M$	0.99 *
$D_{75} = 21.23 + 0.29 M$	0.03

Donde:

C. G. = Capacidad Germinativa.

D_{75} = Días al 75%.

* Indica que la "F" de regresión fué significativa con alfa igual a 0.05.

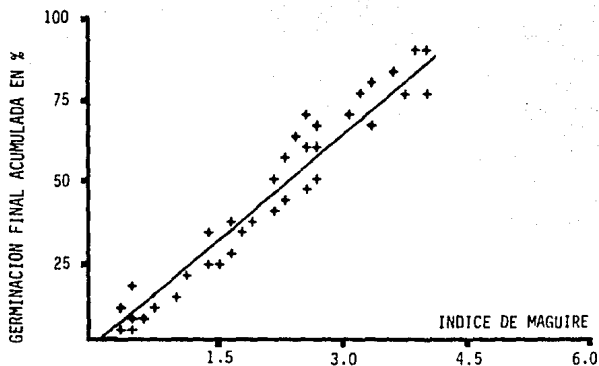


Fig. 9 RELACION ENTRE EL INDICE DE MAGUIRE Y LA CAPACIDAD GERMINATIVA OBTENIDOS CON SEMILLAS DE Schinus molle EN SIEMBRAS DIRECTAS EN ENVASES.

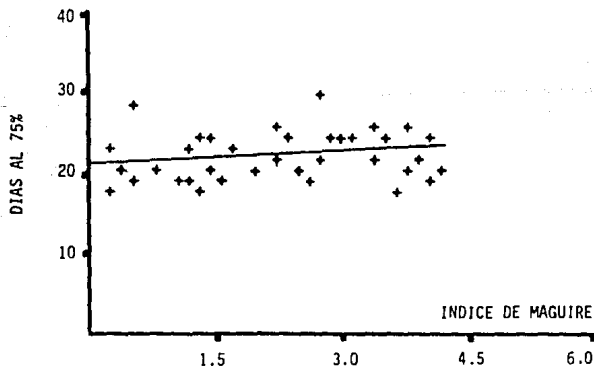


Fig. 10 RELACION ENTRE EL INDICE DE MAGUIRE Y LA VELOCIDAD GERMINATIVA OBTENIDOS CON SEMILLAS DE Schinus molle EN SIEMBRAS DIRECTAS EN ENVASES.

Cuadro 6. AJUSTE A LA DISTRIBUCION BINOMIAL DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LA RELACION ENTRE EL TRATAMIENTO Y EL NUMERO DE SEMILLAS POR ENVASE.

	# de sem. por envase	Valor esti- mado de "p"	Indice de Kolmo- gorov-Smirnov "D"
Testigo	1	0.725	—
	3	0.661	0.1862
	5	0.668	0.2429
Remojo	1	0.650	—
	3	0.280	0.1280
	5	0.076	0.0505
Remojo & secado	1	0.575	—
	3	0.206	0.1277
	5	0.089	0.0850

El nivel de significancia para "D" con alfa igual á 0.01 es:

$$1.63 / \sqrt{N} = 0.1822$$

Donde:

N (# de observaciones) = 80

Cuadro 7. ESTIMACION DE LOS PORCENTAJES DE GERMINACION (p)
DE LAS SIEMBRAS DIRECTAS EN ENVASES.

	# de sem. por envase	Relación en tre sem. de positadas y germinadas	Despeje á par- tir del # de:		Aproxima- ciones sucesivas
			Envases con todas las sem. germinadas	Envases con nin- guna sem. germinada	
Testigo	1	0.725	0.725	0.725	0.725
	3	0.654	0.780	0.390	0.661
	5	0.625	0.822	0.266	0.668
Remojo	1	0.650	0.650	0.650	0.650
	3	0.308	0.531	0.206	0.280
	5	0.093	0.416	0.066	0.076
Remojo & secado	1	0.575	0.575	0.575	0.575
	3	0.242	0.483	0.145	0.206
	5	0.125	0.478	0.066	0.089

No obstante es interesante señalar que, un aspecto valioso que permitiría el uso de la distribución binomial, es el hecho de que la capacidad germinativa, en las siembras de semillas no tratadas, no halla sido influida por el número de estas depositadas por envase.

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE REMOJO Y DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DEPOSITADAS EN BOTES.

En el análisis gráfico se aprecian tres comportamientos diferentes (Fig. 11):

- El primero, en el que se manifestó una germinación alta y veloz, fué mostrado por las semillas remojadas y sembradas inmediatamente, á la máxima densidad.
- El segundo, en el que se observó una alta capacidad germinativa, pero una velocidad germinativa más bien baja, correspondió á las semillas no tratadas y sembradas á densidades del 20 al 60%; y á las semillas tratadas con remojo & secado en siembras á las dos máximas densidades manejadas.
- El tercero, con una germinación tardía y escasa, fué presentado por las semillas no tratadas y sembradas á las dos máximas densidades mencionadas.

En contraste, la prueba de medias señala dos grupos únicos de valores de germinación, significativamente diferentes entre si (Cuadro 8):

- El grupo que muestra los mejores índices de germinación engloba á los tratamientos correspondientes á los dos primeros comportamientos detectados en el análisis gráfico.
- El otro grupo, con los valores germinativos menores, contiene á los tratamientos pertenecientes al tercer comportamiento observado en dicho análisis.

La discordancia entre el análisis gráfico y la prueba de medias es consecuencia de la heterogeneidad de los valores de varianza obtenidos con los tratamientos, lo cual no pudo corregirse con "transformaciones", por lo que los resultados de dicha prueba deben ser considerados sólo como indicativos.

En las Figs. 12 y 13, se denota que, la relación del índice de Maguire con la velocidad germinativa fué moderadamente alta, mientras que, con la capacidad germinativa, fué muy elevada.

La dispersión de los puntos alrededor de las rectas de regresión es indicativa de la diversidad de los valores de varianza antes mencionada. Dispersión que tiende á ser mayor para la velocidad germinativa.

En los coeficientes de determinación se percibe que, la relación del índice de Maguire con la capacidad germinativa fué relativamente mayor que con la velocidad germinativa, aunque siendo significativamente elevadas en ambos casos (Cuadro 8).

Las ecuaciones de relación indican que, por cada unidad que

se elevó el índice de Maguire, la capacidad germinativa se acrecentó en casi un 17%, y el tiempo para que esto se suscitara disminuyó en, más ó menos, dos días (Cuadro 8).

Estos resultados muestran el patrón descrito por Ramírez (1988), quien menciona que, bajo condiciones semejantes, el incremento en la densidad de siembra redujo el porcentaje de germinación, pero los tratamientos á base de remojo ayudaron á solventar este problema.

Por lo tanto pueden hacerse las siguientes consideraciones:

- a) En las densidades menores de siembra, la germinación de las semillas no tratadas practicamente no se vió disminuida ya que, la lixiviación de los inhibidores y su difusión en el suelo ocurrió sin ningun impedimento, por lo que el lavado previo de las semillas no fué determinante.
- b) Pero en las densidades mayores de siembra, la excesiva dilución de inhibidores puede ocasionar que su concentración en el suelo iguale á la de las semillas, como consecuencia la lixiviación puede suspenderse antes de que, en estas, se alcance un nivel que permita la germinación (Nielsen y Muller, 1980); por lo que, en este caso, los tratamientos aplicados si promovieron la germinación.

En las semillas utilizadas no se detectó ninguno de los sintomas de envejecimiento que se observaron en los experimentos precedentes.

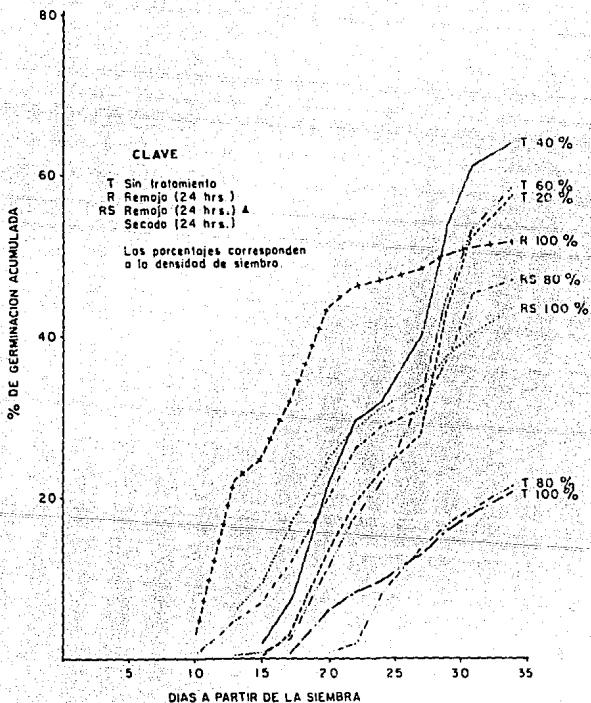


Fig. II CURVAS DE GERMINACION DE SEMILLAS DE *Schinus molle* SOMETIDAS A TRATAMIENTOS DE REMOJO Y DEPOSITADAS EN BOTES (SIEMBRAS DENSAS)

Cuadro 8. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE REMOJO Y DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN BOTES, SOBRE LA GERMINACION DE Schinus molle.

TRATAMIENTOS	INDICE DE MAGUIRE (M)	
R 100%	3.46	 a
T 40%	2.97	
T 60%	2.51	
RS 100%	2.48	
T 20%	2.45	
RS 80%	2.45	 b
T 80%	0.93	
T 100%	0.90	

T = Sin tratamiento.
R = Remojo (24 hrs.).
RS = Remojo (24 hrs.) & secado (24 hrs.).

Los porcentajes indican la densidad de siembra.

Las medias señaladas con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con alfa igual a 0.05.

ECUACIONES DE RELACION CON LOS COMPONENTES.

C. G. = 7.35 + 16.92 M	Coef. de Determ. 0.81 *
D ₇₅ = 30.11 - 1.99 M	0.22 *

Donde: C. G. = Capacidad Germinativa.

D₇₅ = Días al 75%.

* Indica que la "F" de regresión fué significativa con alfa igual a 0.05.

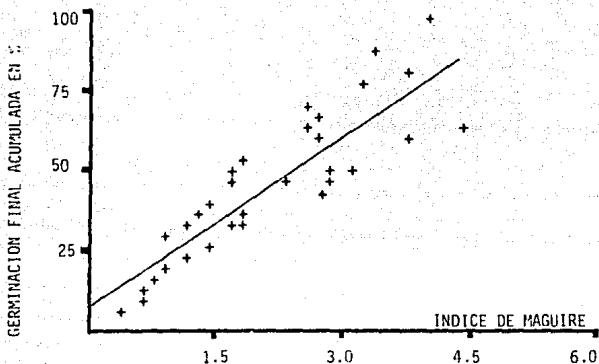


Fig. 12 RELACION ENTRE EL INDICE DE MAGUIRE Y LA CAPACIDAD GERMINATIVA OBTENIDOS CON SEMILLAS DE Schinus molle EN SIEMBRAS DENSAS EN BOTES.

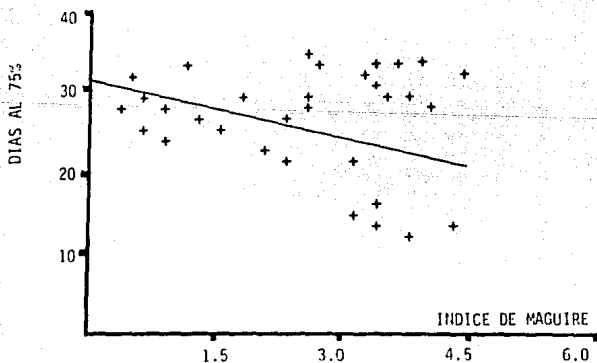


Fig. 13 RELACION ENTRE EL INDICE DE MAGUIRE Y LA VELOCIDAD GERMINATIVA OBTENIDOS CON SEMILLAS DE Schinus molle EN SIEMBRAS DENSAS EN BOTES.

En relación á esto cabe aclarar que, este experimento fué realizado con más de tres años de anticipación respecto á los dos anteriores, por lo que el lote de semillas empleado tenia un periodo menor de almacenamiento.

V. CONCLUSIONES

- A. La necesidad de aplicar tratamientos pregerminativos de remojo ó remojo & secado, á semillas de Schinus molle, depende de las condiciones de siembra.
- B. En siembras sobre papel filtro, el remojo & secado indujo los mejores resultados. El remojo sin secado no fué determinante (lo cual se atribuyó á la senectud de las semillas), siendo la germinación, apenas mayor, á la de los testigos.
- C. En siembras directas en envases, la germinación de los testigos fué significativamente alta independientemente del número de semillas que fueron depositadas en aquellos.
- D. En dichas siembras, los tratamientos produjeron valores de germinación similares á los de los testigos sólo en los casos en que se depositó una semilla por envase.
- E. En las mencionadas siembras, los tratamientos causaron valores germinativos significativamente inferiores á los de los testigos cuando se colocó más de una semilla por envase (lo cual se atribuyó á la senectud de las semillas).
- F. Por lo tanto, en las siembras directas, y hasta con cinco semillas por envase, no fué necesario ningun tratamiento pregerminativo.
- G. El ajuste á la distribución binomial, de los porcentajes de

germinación obtenidos del referido método de siembra, fué operante cuando se aplicaron tratamientos. Los testigos mostraron desviaciones significativas.

- H. En siembras densas efectuadas en botes, se confirmó el supuesto de que, á mayor densidad de siembra, menor capacidad germinativa.
- I. En las mismas siembras, los tratamientos aplicados estimularon la germinación de las semillas sembradas á las máximas densidades.

VI. REFERENCIAS

- Anaya, A. L. y Gómez, P. A. 1971. Inhibición del crecimiento producido por el pirú. Rev. de la Soc. Mex. de Hist. Nat. 32:99-109
- A N C F. 1983. Los árboles forestales. El "pirú". Dasonomía Mexicana. I(2):8.
- Camacho, M. F. 1985. Determinación de tipos de dormición. SARH. Pub. Esp. No. 48. México. pp 153-169.
- _____ 1985. Identificación del mecanismo que inhibe la germinación en Schinus molle L. y forma de eliminarlo. Ciencia Forestal. 10(55):35-49.
- _____ 1987. Dormición de semillas: Aspectos generales y tratamientos para eliminarla. Tesis Ing. Agron. Esp. Fitotécnia. Univ. Aut. Chapingo. México. 174 p.
- Copeland, H. F. 1959. The reproductive structures of Schinus molle (Anacardiaceae). Madroño. 15:14-25.
- Galloway, G. y Borgo, G. 1983. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en sierra Peruana. Proyecto FAO Holanda/Infor. INFOR. Lima. 33 p.
- García, C. S. E. y Camacho, M. F. 1988. Efecto del remojo y secado sobre la germinación de Prunus serotina ssp. capuli (cav). Mc Vaugh. Mem. del VI Simp. de Ciencias en Sist. Biol. Dpto. Biol. Pac. Ciencias. UNAM, México. pp 82-91.
- Heydecker, W. and Coolbear, P. 1977. Seed treatments improved performance survey and attempted prognosis. Seed Sci. and Technol. 5(2):323-425.

- Infante, G. S. y Zarate, L. G. 1984. Métodos estadísticos; un enfoque interdisciplinario. Trillas. México. pp 185-195.
- León, de la L. J. L. 1979. Determinación de la posible acción de alelopáticos en el pirú (Schinus molle L.), sobre otras plantas. Tesis Prof. Biol. Esc. Nal. Ciencias Biol. Inst. Politéc. Nal. México. 56 p.
- Martínez, M. 1969. Las plantas medicinales de México. Ed. Botas. México, pp 261-265.
- Morales, V. G. y Camacho, M. P. 1985. Formato y recomendaciones para evaluar germinación. Secret. de Agric. y Rec. Hidr. Pub. Esp. No. 48. México. pp 123-138.
- Moreno, P. N. 1984. Glosario Botánico Ilustrado. CEGSA. México. pp 19-20.
- Nielsen, E. T. and Muller, W. H. 1980. A comparison of the relative naturalization ability of two Schinus species in southern California. I. Seed germination. Bull. of the Torrey Bot. Club. 107(I):51-56.
- Niembro, R. A. 1979. Semillas Forestales. Patena. México. 137 p.
- Nikolaeva, M. G. 1969. Physiology of deep dormancy in seeds. Trad. Shapiro, Z. IPST press. Israel. 220 p.
- Pimentel, B. L. 1971. Semilleros portátiles y el transplante anticipado. Bosques. VIII(3):4-27.
- Ramírez, P. M. 1988. Efectos de dos métodos de siembra en almácigo y siete tratamientos pregerminativos sobre la emergencia de semillas de pirú (Schinus molle L.). Tesis Prof. Biol. Fac. Ciencias. UNAM. México. 31 p.

- Reyes, C. P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Ed. Trillas. México. 344 p.
- Roldan, P. A. 1980. Segunda Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Inst. Nal. de Invest. Forest. Pub. Esp. No. 33. México. pp 145-148.
- Rzedowski, J. 1986. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. pp 252, 356.
- Salisbury, P. B. and Ross, C. W. 1978. Plant physiology. Wadsworth. USA. 422 p.
- Siegel, G. 1972. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Trad. Aguilar V. J. Ed. Trillas. México. pp 233-245.
- Tinus, R. W. and McDonald, S. E. 1979. How to grow tree seedlings on containers in greenhouse. Gen. Tech. Rep. RM-60. USDA. Forst. Serv. USA. pp 144-148.
- Weeb, D. B. 1980. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. Tropical Forestry Papers. 15. England. pp 229-230.