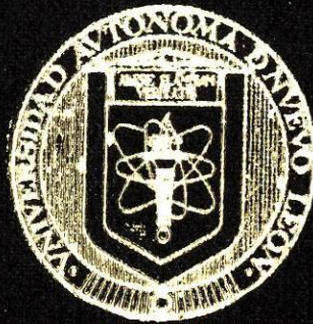


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESCARIFICACION DE SEMILLAS DE ALGARROBO (Ceratonia  
silicua L.) CON ACIDO SULFURICO CONCENTRADO A 6  
TIEMPOS DE INMERSION EN MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA

FERNANDO RAMIREZ JUAREZ

MARIN, N. L.

MAYO DE 1989

T

SB315

.A4

R3

c.1





1080063521

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESCARIFICACION DE SEMILLAS DE ALGARROBO (Ceratonia  
silicua L.) CON ACIDO SULFURICO CONCENTRADO A 6  
TIEMPOS DE INMERSION EN MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA

FERNANDO RAMIREZ JUAREZ

MARIN, N. L.

MAYO DE 1989

10746 e



T  
SB 315

.A4

R3



040.631

FA8

1989

Q.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

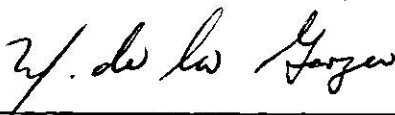
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

T E S I S

ESCARIFICACION DE SEMILLAS DE ALGARROBO (Ceratonia silicua L.)  
CON ACIDO SULFURICO CONCENTRADO A SEIS TIEMPOS DE INMERSION,  
EN MARIN, N.L.

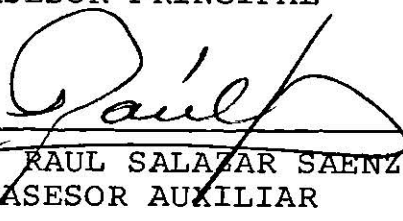
TESIS QUE PRESENTA, FERNANDO RAMIREZ JUAREZ, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO FITOTEC-  
NISTA.

COMISION REVISORA



---

ING. MARGARITO DE LA GARZA DAVILA  
ASESOR PRINCIPAL



---

ING. RAUL SALAZAR SAENZ  
ASESOR AUXILIAR



---

ING. JAIME ALDAPE BOTELLO  
ASESOR ESTADISTICO



## AGRADECIMIENTO

### A MIS ASESORES

ING. MARGARITO DE LA GARZA DAVILA

ING. RAUL J. SALAZAR SAENZ

ING. JAIME ALDAPE BOTELLO

Por su valiosa ayuda y acertada orientación que hicieron posible la culminación de éste experimento.

### A MIS AMIGOS (AS)

Jesús R., Sergio C., J. Santos V., Baltazar A., Daniel H., Urbano N., J. Carlos S., Francisco R., Martín C., J. Carlos E., Eloy M., J. Carmen G., Agustín L., Vidal de J., Ramón V., Yolanda J., y a los integrantes del grupo Sergio Román.

Por todos aquellos momentos que convivimos.

SRITA. JOSEFINA TIJERINA ZUÑIGA

Por su labor en la mecanografía del escrito.

## DEDICATORIA

A DIOS GRACIAS:

Por guiarme a través del sendero apropiado y permitirme terminar mis estudios.

A LA MEMORIA DE:

Sr. Juan Pablo Ramírez Ramírez (+)

Srita. Nicolasa Juárez Saucedá (+)



A MI MADRE:

Sra. Micaela Juárez Saucedá

Como un humilde tributo a su apoyo,  
sacrificios, paciencia y a su gra-  
to amor que en todo momento me ha  
brindado.

A MIS HERMANOS:

Laura Martha  
Argelia María  
Juan Pablo

Por su gran amor, cariño y confianza  
que me brindan, no importando la distancia.

A MI TIO:

Sr. Cirilo Juárez Saucedá  
Por sus buenos consejos.

# INDICE

	Página
I.- INTRODUCCION .....	1
2.- REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1. Origen Geográfico .....	3
2.2. Distribución Geográfica .....	3
2.3. Taxonomía .....	3
2.3.1. Clasificación .....	3
2.3.2. Variedades botánicas y cultivares .....	4
2.4. Descripción Botánica .....	4
2.4.1. Raíz .....	4
2.4.2. Tallo .....	5
2.4.3. Hojas .....	5
2.4.4. Flores .....	5
2.4.5. Fruto .....	6
2.4.6. Semilla .....	6
2.5. Factores de Producción .....	6
2.5.1. Ecológicos .....	6
2.5.1.1. Temperatura .....	6
2.5.1.2. Altitud, Latitud y Longitud .....	7
2.5.1.3. Humedad .....	7
2.5.1.4. Edáficas .....	7
2.5.2. Tecnológicos .....	7
2.5.2.1. Propagación .....	7
2.5.2.1.1. Semilla (sexual).....	7
2.5.2.1.1.1. Obtención de las semillas para pro pagación de frutales .....	7



	Página
2.5.2.1.1.2. Selección de semillas .....	9
2.5.2.1.1.3. Conservación de las semillas .....	9
2.5.2.1.1.4. Escarificación de las semillas ...	10
2.5.2.1.1.4.1. Escarificación mecánica .....	10
2.5.2.1.1.4.2. Escarificación química .....	12
2.5.2.1.2. Injerto (asexual) .....	18
2.5.2.1.2.1. Escudete .....	18
2.5.2.1.2.2. Canutillo .....	18
2.5.2.2. Labores culturales .....	19
2.5.2.2.1. Barbecho y escarda .....	19
2.5.2.2.2. Riego .....	19
2.5.2.2.3. Fertilización .....	19
2.5.2.2.4. Poda .....	20
2.5.2.3. Factores bióticos .....	20
2.5.2.3.1. Plagas .....	20
2.5.2.3.1.1. Carcoma ( <u>Zeuzera oesculi</u> ) .....	20
2.5.2.3.1.2. Barrenador del algarrobo ( <u>Megacylle robiniae</u> ) .....	21
2.5.2.3.1.3. Cenicilla ( <u>Aspidiotus ceratoniae</u> ).-	21
2.5.2.3.1.4. Tijeretas ( <u>Forficula auricularia</u> L.)	22
2.5.2.3.1.5. Pulgón ( <u>Myzus spp.</u> ) .....	22
2.5.2.3.2. Enfermedades .....	22
2.5.2.3.2.1. Albugina o Blanco del algarrobo ...	22
2.5.2.3.2.2. Podredumbre roja del leño .....	22
2.5.2.3.2.3. Podredumbre blanca del leño .....	23
2.5.2.3.3. Planta parásita (muérdago) .....	23

	Página
2.6. Composición química de los frutos .....	23
2.7. Conservación de los frutos .....	25
2.8. Industrialización .....	25
2.8.1. De la planta .....	25
2.8.2. Del fruto .....	25
3.- MATERIALES Y METODOS .....	27
3.1. Materiales .....	27
3.2. Métodos .....	27
4.- RESULTADOS .....	33
5.- DISCUSION .....	44
6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48
6.1. Conclusiones .....	
6.2. Recomendaciones .....	
7.- RESUMEN .....	51
8.- BIBLIOGRAFIA .....	52
9.- APENDICE .....	56

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura		Página
1	Croquis de distribución de los tratamientos de el experimento escarificación de semillas de algarrobo ( <u>Ceratonía silicua</u> L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L. ....	29
Tabla		
1	Porcentaje de germinación, sin transformar y transformada, a los 10 y 98 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo ( <u>Ceratonía silicua</u> L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L. ....	34
2	Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 98 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo ( <u>Ceratonía silicua</u> L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L. ....	36
3	Comparación de medias por el método Tukey, del porcentaje germinación ( $\bar{X}$ ) a los 98 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo ( <u>Ceratonía silicua</u> L.) con ácido sulfúrico con-	

	centrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L. ....	36
4	Análisis de varianza de las alturas de las plantas a los 108 días de la siembra de las semillas, del experimento escarificación de semillas de algarrobo ( <u>Ceratonía silicua</u> L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L. ....	38
5	Comparación múltiple de medias por Tukey, de la altura de las plantas ( $\bar{X}$ ) a los 108 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo ( <u>Ceratonía silicua</u> L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión en Marín, N.L.	39
6	Resumen de los análisis de varianza para las variables estudiadas, en su última lectura bajo un diseño completamente al azar, del experimento escarificación de semillas de algarrobo ( <u>Ceratonía silicua</u> L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión en Marín, N.L. ....	43

7	Comparación de medias, por el método Tukey, del número de folíolos ( $\bar{X}$ ) a los 108 días de sembradas las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo ( <u>Ceratonia silicua</u> L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L. ....	57
8	Comparación múltiple de medias por Tukey del número de hojas ( $\bar{X}$ ) a los 111 días de sembradas las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo ( <u>Ceratonia silicua</u> L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión en Marín, N.L...	57
9	Comparación múltiple de medias por Tukey, del diámetro del tallo ( $\bar{X}$ ) de las plantas a los 111 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo ( <u>Ceratonia silicua</u> L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L. ....	58
10	Comparación múltiple de medias, por Tukey, del peso fresco del tallo ( $\bar{X}$ ) de las plantas a los 112 días de la siembra de las semilla del experimento escarificación de semillas de algarrobo ( <u>Ceratonia silicua</u> L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L. ....	58



- 11 Comparación múltiple de medias, por Tukey, del peso fresco de las raíces ( $\bar{X}$ ) de las plantas, a los 112 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (Ceratonía silicua L) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L. 59
- 12 Comparación múltiple de medias, por Tukey, del peso fresco total ( $\bar{X}$ ) de las plantas, a los 112 días de sembradas las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (Ceratonía silicua L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L. 59
- 13 Comparación múltiple de medias, por Tukey, para peso seco del tallo ( $\bar{X}$ ) de las plantas a los 113 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (Ceratonía silicua L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L. 60
- 14 Comparación múltiple de medias por Tukey, del peso seco total ( $\bar{X}$ ) de las plantas a los 114 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (Ceratonía silicua L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L. 60

Tabla

Página

15	Valores ( $\bar{X}$ ) de las variables en las que sólo se realizó un sólo conteo, al final del trabajo del experimento escarificación de semillas de algarrobo ( <u>Ceratonia silicua</u> L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.	63
16	Coeficientes de variación ( $\bar{X}$ ) de las variables del experimento de esca <u>ri</u> ficación de semillas de algarro <u>bo</u> ( <u>Ceratonia silicua</u> L.) comparado con coeficientes de variación promedio de dos experimentos de éba <u>no</u> ( <u>Pithecellobium flexicaule</u> Benth) y de dos experimentos en framboyan ( <u>Delonix regia</u> L.) en Marín, N.L. .	64
Gráfica		
1	Curvas de incremento del número de folíolos promedio entre los tratamientos del experimento esca <u>ri</u> ficación de semillas de algarro <u>bo</u> ( <u>Ceraton<u>ia</u> silicua</u> L.) a 6 tiempos de in <u>mersión</u> en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. en Marín, N. L .....	61
2	Curvas que muestran el crecimiento promedio de las plantas del experimento esca <u>ri</u> ficación de semillas de algarro <u>bo</u> ( <u>Ceraton<u>ia</u> silicua</u> L.) a 6 tiempos de inmersión en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. en Marín, N.L. ....	62

## INTRODUCCION

De los dos medios de propagación de las plantas, sexual (por semilla) y asexual (vegetativa), la primer técnica tiene gran importancia, ya que por medio de semillas se obtienen plantas diferentes a la planta madre.

La germinación de las semillas, de ciertas especies, es retardada debido a que en la mayoría de los casos sus cubiertas pueden ser duras, resinosas o aceitosas, impidiendo la rápida absorción del agua. De acuerdo a lo anterior, el hombre ha sentido la necesidad de acelerar la germinación de las semillas, y obtener al mismo tiempo una germinación más uniforme, con el fin de obtener las plántulas más rápidamente y hacer producir a las plantas más prontamente. El aceleramiento de la germinación de las semillas se ha logrado por medio de tratamientos, los cuales pueden ser mecánicos o químicos, cuyo objeto principal es destruir parcial o totalmente la cubierta pero sin dañar la vitalidad del embrión y así permitirle a la semilla un contacto más rápido con la humedad, germinando más prontamente en condiciones naturales para su germinación.

El algarrobo (Ceratonia silicua L.) es una planta leguminosa capacitada para aprovechar el nitrógeno atmosférico. Sus principales ventajas son su capacidad de adaptación en los terrenos áridos, pobre en nutrientes, pedregosos, calcáreos, resistentes a heladas y sequías, y las buenas posibilidades para el control de la erosión; ofreciendo así buenas perspectivas

para la explotación del árbol del algarrobo en forma extensiva en el Estado de Nuevo León, ya que se presentan las condiciones ecológicas propias en las cuales puede prosperar mejor que otros. Los principales inconvenientes en el desarrollo de éste árbol son su laboriosa multiplicación y su tardía entrada en producción, debido a la rusticidad en que se desarrolla.

En el Rancho "El Mogor" ubicado en el municipio de Ensenada, B.C.N., se estableció una huerta de 4,000 algarrobos, que están en producción y que demuestran su extraordinaria adaptación a la región. Se han obtenido datos de costos de producción y con el valor que alcanza la fruta en el mercado, se demuestra que su explotación es rentable (1) (6) (9) (13).

El objetivo de este experimento, en el cual se utilizó ácido sulfúrico concentrado y tiempos de inmersión diferentes, es determinar un tiempo de inmersión óptimo para la escarificación de las semillas de algarrobo para acelerar su germinación y obtener mejor calidad de plántulas.

## LITERATURA REVISADA

### 2.1 Origen Geográfico

El algarrobo (Ceratonia silicua L.) es nativo de la zona Este del Mediterraneo - desde la costa Sur de Asia Menor hasta Siria (5) (19).

### 2.2 Distribución Geográfica

Desde tiempo histórico el algarrobo ha sido cultivado extensivamente por diversos países asiáticos, europeos y nortáfricanos a lo largo de la costa del Mediterraneo. Introducidos en los E.U.A. en 1854, se desarrolla bien en los climas templados y subtropicales del Sur de Florida, los estados del Golfo, Nuevo México, Arizona y el Sur de California (5) (18) (28).

Se cultiva en algunas regiones del Norte de México (19).

### 2.3 Taxonomía

#### 2.3.1 Clasificación

Reino .....	Vegetal
Subreino .....	Embriofitas
División .....	Traqueofitas
Clase .....	Angiospermas
Subclase .....	Dicotiledoneas
Orden .....	Rosales
Familia .....	Leguminosa



Subfamilia ..... Caesalpinioideas  
 Género ..... Ceratonia  
 Especie ..... silicua

(17) (32)

### 2.3.2. Variedades botánicas y cultivares

Las principales variedades botánicas comestibles son:

Ceratonia silicua variedad saccharata  
latisima Duch  
racemosa  
falcata Nob

Los cultivares que prosperan en Italia, Grecia, España y el Centro de España son: garrofero silvestre, franco macho y hembra o azucarado.

La preferencia por los cultivares es variado por país, así por ejemplo, en Valencia predomina el Lindars, Costelantes y el Melars; en Túnez el más estimado es el "algarrobo hermafrodita de silicua larga de sfax"; en Chipre es el "Tylliria"; en Portugal la algarroba de Burro y Mulato, etc. (7).

## 2.4 Descripción Botánica

### 2.4.1 Raíz

Es pivotante o principal, penetrante, robusta, con abundantes raíces laterales, que se expanden superficialmente y

después oblicuamente.

#### 2.4.2 Tallo

Aunque no suele pasar de los 10 mt de altura, el algarrobo es un árbol majestuoso, de tronco grueso y corto, generalmente irregular, con diámetro medio superior a los 50 cm, pudiendo llegar en algunos casos hasta 2 mt, pero de largas y poderosas ramas combadas hasta tocar la tierra.

La corteza rugosa es de color rojizo o grisáceo, agrietada hacia la base y comúnmente lisa en las últimas ramificaciones (7) (8) (10).

#### 2.4.3 Hojas

Las hojas se componen de tres a cinco pares de hojuelas, sin impar, ovaladas, de bordes enteros, tiesas, coriáceas, lampiñas y lustrosas en la cara superior, de color verde oscuro, brillantes y perennes.

#### 2.4.4 Flores

Las flores son pequeñas y nada llamativas de color verdoso o rojizo; tienen cáliz de cinco sépalos y carecen de corola. Son imperfectas o incompletas. Por consiguiente se considera generalmente como planta dióica o unisexual, es decir: plantas con flores solamente estaminadas o pistiladas.

#### 2.4.5. Fruto

El fruto es una vaina o legumbre, alargado y comprimido, de 10 a 25 cm de longitud, por 2.5 a 3 cm de ancho y 1 cm de grueso, no abridero o indehisciente, seco, endurecido y de color negro un poco rojizo, de sabor acervo antes de llegar a sazón, pero luego de un dulzor muy agradable (10) (16).

#### 2.4.6 Semilla

Las semillas son planas, ovadas, de color rojizo lustroso, lisas, duras y dicotiledóneas.

### 2.5 Factores de Producción

#### 2.5.1 Ecológicos

2.5.1.1 Temperatura.- Las temperaturas que soporta un árbol adulto oscilan entre los 5° y 45°C. Protegiendo de las heladas a arbolitos de menos de dos años (7)

En la Hacienda de Guadalupe de Linares, N.L. se observaron las temperaturas que se presentaron durante la helada de 1983. Estas oscilaron entre los -6.5 a 2.5°C, del 24 al 31 de diciembre. De esta manera se puede observar y estudiar el grado de daño causado a los árboles y arbustos cultivados en Linares, N.L. Dentro de los árboles cultivados se encuentra el algarrobo y el grado de daño que presentó fue: todas o casi todas las hojas, y algunas ramitas, muertas. Recuperación buena en 1984 (24)

2.5.1.2. Altitud, latitud y longitud.- Prospera en lugares desde los 0 hasta los 500 msnm, de Latitud Norte de 37 a 43° (provincias españolas) y medra en zonas desde los 2° de Longitud Oeste, hasta en las de 5° Longitud Este (provincias españolas) (2) (20).

2.5.1.3. Humedad.- Con una precipitación anual de 350 mm se satisfacen sus necesidades para una producción regular.

2.5.1.4. Edáficas.- El algarrobo se adapta bien a terrenos calcáreos de consistencia media y permeables; granílicos, arenosos, volcánicos y esquistosos (7) (11).

Se desarrolla bien en valles, llanuras, hondonadas, barrancos, colinas y montañas (7) (26).

## 2.5.2 Tecnológicos

2.5.2.1 Propagación.- La reproducción y multiplicación del algarrobo se efectúa por una semilla e injerto, respectivamente (7).

2.5.2.1.1 Propagación por semilla (sexual)- La propagación del algarrobo por semilla dá mejores resultados, obteniéndose plantitas diferentes a la planta madre (13).

2.5.2.1.1.1 Obtención de las semillas para propagación de frutales.- Es conveniente, siempre, escoger las frutas mejores formadas, que respondan más típicamente a los caracteres de la especie; como la madurez comercial es siempre anterior a la

fisiológica, no es necesario dejar en la planta los frutos que se reservan para semilla, bastará seleccionar de la cosecha un número de frutas algo mayor que el que se estima necesario para proveerse de semillas, los que se guardarán hasta que alcancen la madurez necesaria que asegure la completa evolución del fruto y facilite en la práctica la extracción de la semilla.

Para obtener semillas de ciruelo basta recoger los frutos maduros al pie del árbol después de su caída natural o provocada (30).

La obtención de semillas de cerezo, ciruelo y durazno es de fruta fresca, una vez extraídas se lavan tan pronto como sea posible para quitar las partes de fruta y jugo, ya que éstas pierden su viabilidad si se dejan fermentar en el jugo aunque sea por 24 horas (23).

Para obtener semillas de naranjo agrio convendrá elegir, algunas semanas antes de la siembra sobre plantas sanas y vigorosas, una cantidad de frutos bien desarrollados procediendo luego a la extracción de la semilla. Los frutos que se reservan para la obtención de las semillas se deben dejar que alcancen su completa madurez antes de extraer sus semillas (30).

La colecta de frutos de algarrobo para la obtención de sus semillas puede ser en el campo o bien las vainas maduras pueden ser sacudidas desde los árboles hasta unos toldos o carpas. Las vainas sacudidas del árbol deben permanecer en el cam



po de 2 a 3 días hasta que esten completamente secas. Debido a su alto contenido de azúcar es probable que las vainas empiecen a enmohecerse y a ser atacadas rápidamente por un gusano excavador (Paramycelios transitella Walker), en el caso de que se presenten ambientes húmedos durante la estación de cosecha. Dado que los gusanos atacan a las vainas desde que éstas están aún adheridas al árbol, es recomendable limitar la cosecha a los años secos (5).

2.5.2.1.1.2. Selección de semillas.- De vainas sanas y completamente maduras en el árbol se seleccionarán las semillas de mayor tamaño, de más fina piel y sin rugosidades.

2.5.2.1.1.3. Conservación de semillas.- Las semillas de cerezo, ciruelo, durazno, pueden conservarse por 4 años o más en almacenamiento frío y seco.

Si es necesario almacenar la semilla de cítricos, hay que sumergirla en una solución al 1% de sulfato de 8-oxiquinocina, secarla superficialmente, colocarla en bolsas de polietileno y conservarla fresca a temperaturas de 3.3 a 4.4°C, la semilla así tratada se puede conservar por muchos meses con sólo una pequeña pérdida de su viabilidad.

Las semillas de nogal pierden su viabilidad si se enrancian, para evitar ésto, son almacenadas en frío y pueden ser mantenidas así durante 1 o 4 años antes de ser plantadas.

Las semillas de algarrobo (Ceratonia silicua L.) son fá-

cilmente extraídas después de que las vainas se han secado al aire durante unos pocos días. Pero si éstas van a ser almacenadas durante un tiempo antes de ser extraídas las semillas, aquellas deben ser fumigadas con bromuro metílico. Las semillas han permanecido viables tanto como 5 años cuando se almacenan en seco a bajas temperaturas en envases sellados.

2.5.2.1.1.4 Escarificación de semillas.- La escarificación de las semillas se puede hacer de varias maneras, puliendo las semillas después de tratarlas con un aceite especial, tratando a las semillas con ácido o calor, irradiándolas eléctricamente y raspándolas mecánicamente, la escarificación tiene que hacerse cuidando de no hacer mucho daño a la semilla.

2.5.2.1.1.4.1 Escarificación mecánica.- La escarificación mecánica consiste en cualquier proceso de rompimiento, raspado o alteración mecánica de la cubierta de las semillas duras e impermeables, para hacerla permeable al agua o a los gases. La germinación de la mayoría de las semillas de cubierta dura mejora con un tratamiento adicional; el tallar las semillas con lija, romper la cubierta con un martillo o entre las quijadas de un tornillo en banco, son métodos simples de escarificación que sirven para pequeñas cantidades de semilla relativamente grandes, para operaciones en gran escala se usan escarificaciones mecánicas especiales, con frecuencia se trata de ésta forma a las semillas pequeñas de leguminosas, como las de alfalfa y las de trébol para aumentar su germinación, las de árbol pueden ser volteadas en barriles forrados con lija, o junto con

arena gruesa o grava, en mezcladoras de concreto, la arena o grava debe ser de diferente tamaño al de la semilla para facilitar la separación, la escarificación debe hacerse hasta el punto de que no perjudique la semilla.

Algunas semillas de leguminosas son duras y deben descascararse o escarificarse, para que puedan absorber agua y germinen con presteza y uniformidad; las leguminosas y espárragos, generalmente contienen un alto porcentaje de semillas duras, con las cuales no se obtiene una población uniforme si no se rompe la capa superficial de las mismas (23).

El método más común cuando se trata de pequeñas cantidades de semilla es el desgaste mediante un papel de lija grueso, cuando se trata de grandes cantidades éste se efectúa en un pequeño cilindro con un eje de hierro y una manivela con el fin de que pueda girar, este cilindro está forrado con papel de lija, las semillas se introducen por una pequeña tolva y al girar son obligadas a pasar contra una pared revestida de lija y espaciada convenientemente (30).

Las semillas de envolturas duras, impermeables y reservas albuminosas, necesitan una preparación previa a la siembra, de lo contrario la germinación puede demorarse por semanas y aún por meses, como consecuencia de la lenta absorción de humedad que permita al germen entrar en vegetación activa, la preparación en éste caso consiste en un adelgazamiento o ablandamiento de la envoltura de la semilla por acción mecánica, la cual

se puede realizar en un tambor que gira alrededor de un eje revestido de tela esmeril, en sus movimientos las semillas son obligadas a pasar por una pared de separación graduable según el diámetro de las semillas, igualmente revestida, el paso de las semillas entre las dos superficies desgastantes produce el adelgazamiento de la envoltura y la formación de gran cantidad de vías de acceso a la humedad del suelo.

El Servicio Forestal de los Estados Unidos de América ha ideado una máquina escarificadora muy útil para tratar grandes volúmenes de semillas, se compone de un eje de 6 discos verticales de 25 cm de diámetro, que giran a una velocidad de 500 a 900 revoluciones por minuto, la parte media de éste cilindro se abre como tapa para permitir la carga de la semilla; los discos están revestidos de cubierta dura; este tratamiento está indicado para muchas leguminosas, Acacia de Albata, A. mollisima, Albizia, Robinia (29).

2.5.2.1.1.4.2 Escarificación química.- La escarificación con ácido sulfúrico pretende modificar las cubiertas duras e impermeables de las semillas; el remojo en ácido sulfúrico concentrado es un método efectivo para modificar las cubiertas de las semillas duras, debe ser usado con cuidado debido a que es fuertemente corrosivo ya que reacciona violentamente con el agua, produciendo elevadas temperaturas y salpicaduras (13).

En las semillas de olivo para evitar los tratamientos mecánicos, se han ideado tratamientos químicos a base de ácido

sulfúrico comercial diluido al 10% que disuelve o saponifica las substancias de grasa adherida a las semillas, sin afectar la vitalidad de la almendra, a las semillas se les da un baño de una hora por día durante 15 días, al terminar el tratamiento se lavan las semillas con agua corriente para evitar los residuos del ácido (30).

Trabajando con semillas de algodón el Dr. Taylor saturó la semilla con ácido sulfúrico, se quemó la corteza de la semilla y en algunos casos se disolvió parte del embrión, pero él siguió adelante, hizo la prueba con las semillas que habían estado saturándose hasta 20 horas, los resultados fueron: prácticamente el 100% de las semillas deterioradas por el ácido germinaron bajo condiciones de laboratorio, pero casi ninguna respondió cuando se sembraron en el suelo (3).

En vez de aplicar a las semillas escarificación mecánica, que le producen pequeñas grietas o rajaduras en sus tegumentos, puede utilizarse para el mismo fin el ácido sulfúrico u otro producto químico, nada más que presenta el inconveniente de que una mala dosificación de la substancia química o de los tiempos de inmersión, puede provocar la esterilidad germinativa (15).

La escarificación con ácido sulfúrico tiene la ventaja de requerir muy poco equipo, ácido sulfúrico comercial de pureza 95%, densidad 1.84, un recipiente para contenerlo, cestos confeccionados de alambre galvanizado, con los que se introduce



la semilla en el baño, tiene la ventaja además de resultar eficaz si se realiza racionalmente, es cómoda, económica y se le puede practicar semanas antes de la siembra, destruye todos los gérmenes de hongos e insectos que puedan encontrarse adheridos a la semilla; es un pretratamiento aconsejable para semillas de leguminosas, en un baño de 15 a 20 minutos es por lo general suficiente para acelerar la germinación en Acacia melanoxylon R, Robinia y algunos Prosopis (29).

En las especies de semilla dura pueden utilizarse algunos tratamientos que ataque la testa rápida y eficazmente. Una vez que la testa es vuelta permeable, en la mayoría de las especies la germinación se realiza en condiciones ambientales favorables. La mayoría de las leguminosas poseen semillas con una cubierta impermeable, al igual que algunas especies de la familia de la bumelica (Sapotaceae), arándano (Ericaceae), zumaque (Anacardiaceae) y el jaboncillo (Sapindaceae). Un método común para tratar testas impermeables es remojar la semilla en ácido sulfúrico concentrado. Algunas especies de semilla dura que han recibido dicho tratamiento son las acacias, ciclamor, palo amarillo, olivo ruso, honeylocust ("algarrobo dulce"), zumaque, algarrobo negro, jaboncillo del oeste y el tilo.

Los materiales y equipo necesario son los siguientes: ácido sulfúrico de grado comercial (gravedad específica 1.84, 95% de pureza); recipientes resistentes al ácido (de preferencia plástico grueso); recipientes y tamices de alambre para el manejo, drenado y lavado de la semilla; abundante abasto de

agua corriente; en un lugar seguro para drenar el ácido diluido sobrante del lavado de semillas; facilidades para secar la semilla después de lavada.

¡Deben tomarse precauciones!. Todos los trabajadores deben entender y obedecer las precauciones de seguridad en el uso del ácido, la semilla, envases, implementos y el ácido mismo deben ser manejados con gran cuidado para evitar daños. El agua no debe vaciarse de golpe al ácido ya que podría ocurrir una reacción violenta. Los trabajadores deben utilizar ropa de seguridad, guantes, anteojos u otro tipo de protección ocular.

La dureza de la testa en la mayoría de las especies varía entre los lotes de semilla, y aún entre los árboles individuales. El período óptimo de inmersión en ácido para cada lote puede determinarse tratando una pequeña muestra durante períodos diferentes, remojando posteriormente los lotes en agua a temperatura ambiente de 1 a 5 días (dependiendo de la especie). El tiempo de tratamiento que produzca un mayor porcentaje de semillas hinchadas (por toma de agua) sin presencia de daño visible, será el correcto. La mayoría de las especies requieren sólo de 15 a 60 minutos en ácido pero algunas, por ejemplo el cafeto de Kentucky necesita 2 horas. Algunos zumaques necesitan de más de 6 horas de tratamiento. El sobreremojo puede dañar la semilla llegando incluso a exponer el endospermo. En cambio, el remojo insuficiente deja las testas lustrosas en la mayoría de las especies; las testas de las semillas correctamente tratadas son opacas, pero sin llegar a estar profunda-

mente corroídas.

Si las pruebas revelan pequeñas diferencias entre los lotes, todos deberán reunirse para recibir el tratamiento, a menos de que existan otras razones para mantenerlas separadas (p. ej. diferentes fuentes de semilla). En caso de grandes diferencias entre los lotes se aplicarán tratamientos separados.

Los pasos a seguir en el tratamiento con ácido son:

- 1.- Dejar que las semillas tengan la temperatura ambiente. Si es que provienen de un almacenaje en frío, no debe abrirse el envase hasta que se alcance un equilibrio de temperaturas. Podría formarse humedad sobre las semillas frías expuestas al aire húmedo y tibio, pudiendo reaccionar dicha humedad con el ácido hasta alcanzar un punto peligroso de temperatura;
- 2.- Mezclar completamente las semillas a modo de que sean tratadas como un solo lote;
- 3.- Sumergir las semillas en el ácido durante un período necesario, asegurándose de que todas estén cubiertas por el líquido. Una agitación cuidadosa reducirá el tiempo de tratamiento necesario. El tratamiento debe llevarse a cabo bajo un rango de 65 a 80°F, preferentemente en el extremo superior del mismo. Las temperaturas bajas requerirán un remojo más prolongado que en el caso de las temperaturas mayores;
- 4.- Retire las semillas del ácido, lávelas rápida y cuidadosamente en agua corriente fría durante 5 a 10 minutos para eliminar los restos del ácido. Al principio el agua debe aplicarse copiosamente, debiendo menearse las semillas durante el lavado;
- 5.- Desparrame las semillas en una capa delgada para su secado,

a menos que se prefiera sembrar en húmedo.

Pueden tratarse lotes de 50 libras utilizando tamices de alambre en forma cilíndrica. De este modo la mayor parte del ácido se retiene para su reutilización. Después de un corto período de drenado, la semilla deberá ser lavada. Deben tomarse cuidados adicionales en los tratamientos a gran escala con el fin de evitar temperaturas excesivas que puedan dañar a las semillas.

Otra forma de escarificar con ácidos es colocar la semilla en una pila cónica (montón) sobre una superficie plana y vaciar el ácido sulfúrico sobre ellas a una razón de 1/4 de galón por cada 80 libras de semilla. El ácido se distribuirá revolviendo el montón de vez en vez con una pala. Después de transcurrido el tiempo de tratamiento deseado, la semilla se lavará en la forma usual. Este método ha sido muy útil en el algarrobo negro. También se recomienda para semillas de testa relativamente delgada, dado que el daño por sobretratamiento no es probable.

El tratamiento con ácido presenta varias ventajas. Es eficaz para muchas especies y necesita poco o nulo equipo especial. Su costo es razonable. La mayor parte del ácido puede ser recuperado y reutilizado (a menos de que se vacíe sobre un montón de semilla). La semilla tratada puede guardarse desde una semana a un mes o más antes del sembrado, sin deterioración apreciable ya que el proceso deja a la semilla seca, fir-

me y deshinchada, ésta puede sembrarse tanto manual como mecánicamente.

Existen también desventajas. La duración del tratamiento debe determinarse cuidadosamente, al igual que el control de la temperatura, en especial al tratarse de lotes grandes, para así prevenir un daño serio a la semilla. Además los trabajadores se enfrentan con un riesgo a su seguridad (14) (17).

Semillas que requieren escarificación química con ácido son: las de algarrobo negro (Robinia pseudoacacia L.) las de pastos (Sporobolus) (3).

2.5.2.1.2 Injerto (propagación asexual).- El injerto es la unión íntima de dos partes vegetativas diferentes por sus cambium, en éstas partes no hay variación genética al entrar en simbiosis y dar vida a un individuo o vegetal (4).

Los tipos de injerto indicados para el algarrobo son el de escudete y el de canutillo, más común el primero.

2.5.2.1.2.1 Escudete (asexual).- En el patrón se hace una incisión en forma de T, que es donde se introducirá el escudete, el cual contiene en su centro la yema o botón .

Durante la primavera, se recomienda injertar cuando las yemas están hinchadas pero sin abrir.

2.5.2.1.2.2 Canutillo.- De la vareta portayemas se obtienen por incisión, un anillo de corteza conteniendo una o dos yemas,

colocándolas sobre el patrón, del que fué previamente eliminada una sección de su corteza igual a la del injerto.

2.5.2.2 Labores Culturales.- Las más recomendables son el barbecho y las escardas, el riego, la fertilización y la poda.

2.5.2.2.1 Barbecho y escardas.- Con estas labores se conserva la humedad y el suelo mullido, además de eliminar las malas hierbas.

Son convenientes dos barbechos; uno en invierno y el otro en primavera al tiempo de iniciarse el movimiento de la savia.

2.5.2.2.2 Riego.- El riego es indispensable durante el trasplante del algarrobo, ya que posteriormente se desarrolla y fructifica con lluvias desde los 150 mm anuales (7).

2.5.2.2.3 Fertilización.- El nitrógeno atmosférico que aprovecha el algarrobo le es insuficiente para una producción abundante y constante de frutos, así como para una mayor resistencia a plagas y enfermedades.

El utilizar las cenizas de las ramas inútiles del algarrobo le proporcionan potasa, cal, magnesio, óxidos de hierro y manganeso.

Se aumenta la fructificación al fertilizar anualmente con la fórmula 50-40-50 para 70 árboles/Ha.

Otras formas en que se contribuye a la fertilización del

algarrobo son: aplicación de desechos de cal; aplicación de yeso; de abonos orgánicos. (20) (27).

2.5.2.2.4 Poda.- En el algarrobo la primer poda debe ser cuando tenga una edad de 3 a 5 años, y se realiza a principios de otoño en España e inmediatamente después de la recolección del fruto.

En el algarrobo femenino se conserva la madera vieja debi do a que en ésta se desarrollan las yemas florales y posteriormente los frutos. Realizando unicamente la poda indispensable.

Es recomendable repetir la poda al año o a los dos años siguientes para eliminar las pequeñas ramas interiores, infruc tíferas o secas (7).

2.5.2.3 Factores Bióticos.- De las plagas que atacan el algarrobo estan: carcoma, el barrenador, la cenicilla, el pulgón y las tijeretas; y las enfermedades: albugina, podredumbre blan- ca y roja del leño y además del parásito vegetal llamado muér- dago (7) (26).

#### 2.5.2.3.1 Plagas

2.5.2.3.1.1 Carcoma (Zeuzera oesculi).- Esta plaga también re- cibe los nombres de: taladro, barrena, barreneta, roe-maderas y barrina de acuerdo a la región Española en que habita.

La mariposa hembra deposita sus huevos fecundados en los brotes más tiernos del algarrobo, desde mediados de julio has-



ta terminar el verano, en España.

El ataque que recibe el algarrobo en sus brotes tiernos se inicia cuando la plaga se encuentra en estadio larvario, y es el más perjudicial, ya que, además de destrozar sus brotes, éste estadio tiene una duración de 3 años. Su función de talar o roer se ve favorecida por que tiene aparato bucal masticador propio.

Después de 3 años de actividad destructora de la larva, al llegar la primavera o principios de verano llega a su estado de pupa o crisálida, cesando gradualmente sus movimientos y funciones durante uno o dos meses. Posteriormente, a mediados de julio, la pupa se convierte en adulto, y se repite el ciclo reproductivo.

2.5.2.3.1.2 Barrenador de algarrobo (Megacyllene robiniae Forster).- En el invierno se interna como gusano muy pequeño o larva, en la corteza o madera de los árboles infectados. Al principio de la primavera al alimentarse barrenan la madera y el corazón de los árboles. Las galerías son numerosas y de dirección irregular como para ocasionar la muerte del árbol, que puede romperse durante los períodos de vientos fuertes.

Estos insectos pertenecen al orden de los Coleopteros.

2.5.2.3.1.3 Cenicilla (Aspidiotus ceratoniae).- Este insecto pertenece al orden de los Hemípteros, y ocasiona daño al fruto, partes herbáceas y leñosas del algarrobo.

La cenicilla obstruye el paso de la luz y del aire a través de los poros y estomas de sus hojas, reflejándose en una nutrición raquítica (7).

2.5.2.3.1.4 Tijeretas (Forficula auricularia L.).- Las tijeretas, caracterizadas por la dureza de su cuerpo, pertenecen al orden Dermaptera. De aparato bucal masticador, la larva consume los tejidos sanos. El adulto, que se alimenta de otros animales más pequeños, durante la noche daña la fruta y brotes tiernos de los injertos del algarrobo (7) (26).

2.5.2.3.1.5 Pulgón (Myzus spp).- Ataca principalmente los brotes tiernos de algarrobos recién trasplantados, y su daño no es de consideración (7).

#### 2.5.2.3.2 Enfermedades

2.5.2.3.2.1 Albugina o blanco del algarrobo (Oidium ceratoniae). Se manifiesta como manchas pardas con polvo blanquecino superficial. Se presenta con temperaturas de 12 a 45°C, y detiene su desarrollo a 38°C (12).

2.5.2.3.2.2 Podredumbre roja del leño (Polyporus sulphureus).- El viento favorece la diseminación de la espora, y al llegar al algarrobo, éstas germinan en las grietas del tronco. Los hongos se desarrollan en las ramas y en la parte leñosa putrefacta.

2.5.2.3.2.3 Podredumbre blanca del leño (Polyporus igniarius). Estos hongos nacen en las ramas y putrefacción del cuerpo leñoso, y su epifitología es similar al anterior.

2.5.2.3.3 Plantas parásitas.- El principal parásito vegetal del algarrobo es el muérdago (Viscum album). Establecida la planta parásita en el hospedero, su primer año se manifiesta a manera de hinchazón, en el sitio donde está establecida, de ese punto en adelante se imposibilita la vida del algarrobo. Finalmente esa parte de rama se elimina al aumentar el volumen de la hinchazón y de la planta parásita.

## 2.6. Composición química de los frutos

Según Reviere y Baillache la composición química de las vainas es la siguiente:

Composición por 100 vainas:	Vainas:		
	Secas sin semilla	Secas con semilla	fresca con semilla
Agua	1.40	1.00	13.00
Materias nitrogenadas	2.10	2.50	2.30
Nitrógeno correspondiente	0.332	0.40	0.35
Sacarosa	21.46	19.00	16.69
Glucosa	19.62	17.00	14.94
Almidón	4.60	9.60	8.43
Celulosa	19.50	23.40	20.58
Materias grasas	0.25	0.50	0.44
Materias extractivas indeterminadas	31.07	27.00	23.74

Muntz encuentra 30% de sacarosa y 14% de glucosa (26).  
Este análisis corresponde al obtenido del garrofero de Chipre.

La vaina también contiene vitamina A, B<sub>1</sub> (tiamina) B<sub>2</sub> (riboflavina), niacina, calcio, magnesio, hierro y ácido isobutírico (1).

### 2.6.1 Análisis Fitoquímico

Contenido en 100 gr de parte comestible:

Calorias .....	309.0		
Agua .....	14.6	(gr)	
Proteínas .....	5.9	"	
Grasas .....	0.6	"	
Carbohidratos .....	16.6	"	
Fibras .....	5.5	"	
Cenizas .....	0.7	"	
Calcio .....	13.0	(mgr)	
Fósforo .....	27.0	"	
Hierro .....	0.9	"	
Vitamina A .....	114.0	U.I.	
Tiamina .....	0.04	(mg)	
Riboflavina .....	0.04	"	
Niacina .....	1.46	"	
Acido ascórbico .....	145.0	"	(18).

La corteza y las hojas contienen materias tánicas; alrededor del 50%. La composición del fruto varía mucho según la procedencia, porque hay muchas diferencias de algarrobo, pero

la proporción de azúcar siempre es muy elevada, hasta acercarse al 50%, con frecuente predominio de la sacarosa (de 20 a - 25%) sobre los azúcares invertidos (de 10 a 25%), según Oddo (1928). En las semillas se encuentran manana, galactana y pentosana. La =carubina= de los antiguos analistas, en realidad, es manana; y la =carubinoso=, d-manosa (10) (25).

## 2.7. Conservación de frutos

Para obtener buenos resultados en la conservación del fruto se requiere que durante su secado se haga en presencia de corrientes de aire, así mismo el almacén debe contener una buena ventilación. Previamente el fruto debió ser recolectado con algunos días de retraso (7).

## 2.8. Industrialización

### 2.8.1. De la planta

De la planta se obtiene leña, carbón y madera.

De la corteza y de las hojas, la industria farmacéutica, extrae productos tánicos. La corteza fresca en decocción es astringente.

De los retoños se obtiene material para la fabricación de cestos y canastos (1) (2) (7).

### 2.8.2 Del fruto

Las vainas del algarrobo . ricas en proteínas y azúcares

son un alimento para ganado altamente nutritivo, comparable con la cebada y superior a la avena. La goma del algarrobo, la cual rodea el endospermo de la semilla, ha sido usado como agente rellenedor y engrosador en una gran variedad de productos. Las vainas también se usan en la preparación del alcohol "comida nutritiva" , jarabe de algarrobo, y medicamentos como laxantes y diuréticos (19) (25) (26).

## MATERIALES Y METODOS

El desarrollo del presente experimento se llevó a cabo en el invernadero de la F.A.U.A.N.L., localizado en el Municipio de Marín, Nuevo León, la situación geográfica es de 25° 53' latitud Norte y 100° 03' longitud Oeste del Meridiano de Greenwich; la altitud es de 375 msnm.

### Materiales

Los materiales y equipo que se necesitaron fueron los siguientes: ácido sulfúrico concentrado (gravedad específica 1.84, 95% de pureza); recipientes resistentes al ácido sulfúrico concentrado; tamices de alambre; abundante abasto de agua corriente; facilidades para secar la semilla después de lavada; semillas de algarrobo; tierra de hoja, tierra del lugar y arena; cincuenta y seis bolsas de propagación y una mesa de invernadero.

### Métodos

En un vaso de precipitado de 100 ml se agregaron 15 ml de ácido sulfúrico concentrado, el cual fué suficiente para cubrir las semillas, donde se fueron sumergiendo las 240 semillas de algarrobo que recibieron escarificación química por un tiempo determinado, según sea el tratamiento; para el manejo, drenado y lavado de las semillas se utilizaron tamices de alambre y abundante abasto de agua corriente; para su secado se utilizó papel secante.

El medio de propagación es a razón de: un tercio de tie-



rra de hoja, un tercio de tierra del lugar y un tercio de arena. Esta mezcla se utilizó en las 56 bolsas de propagación de diámetro aproximado a los 23 cm y una altura de 30 cm, se les agregó la mezcla de suelo hasta los 25 cm, aproximadamente. Las 280 semillas se sembraron el 14 de mayo de 1987 a una profundidad de 1.5 a 2 cm. Las bolsas se colocaron sobre una mesa de propagación de la segunda sección del invernadero. Se les proporcionó riego a las parcelas con regadera de jardín conforme se requería humedad.

Las semillas utilizadas provenían de vainas sanas maduras en el árbol y se escogieron las de mayor tamaño y sin rugosidades.

Al realizar éste experimento se utilizó el diseño completamente al azar. El cual fué seleccionado debido a que no existía una fuente de variación que controlar, puesto que todas las unidades experimentales son homogéneas desde el punto de vista tipo de suelo así como cantidad del mismo y condiciones ambientales que lo rodean. Donde se evaluaron 7 tratamientos cada uno con 4 repeticiones lo que da un total de 28 parcelas o unidades experimentales integradas cada una por 2 bolsas con cinco semillas por bolsa. Estas semillas se distribuyeron en la bolsa en forma de cruz, con una semilla al centro y las demás en los extremos, a una distancia similar entre ellas.

Los tratamientos son:

- 1.- Testigo (semilla sin tratar)

- 2.- Diez minutos de inmersión en  $H_2 SO_4$
- 3.- Veinte minutos de inmersión en  $H_2 SO_4$
- 4.- Media hora de inmersión en  $H_2 SO_4$
- 5.- Cuarenta minutos de inmersión en  $H_2 SO_4$
- 6.- Cincuenta minutos de inmersión en  $H_2 SO_4$
- 7.- Una hora de inmersión en  $H_2 SO_4$

Croquis:

Figura 1. Croquis de distribución de los tratamientos de el experimento escarificación de semillas de algarrobo (Ceratonia silicua L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>5</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>4</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>4</sub> R <sub>3</sub>
T <sub>4</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>6</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>7</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>4</sub> R <sub>1</sub>
T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>5</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>7</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>5</sub> R <sub>4</sub>
T <sub>6</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>7</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>6</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>6</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>7</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>5</sub> R <sub>3</sub>

El modelo estadístico para este diseño fue:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

$$E_{ij} = NI (0; \sigma^2)$$

$$i = 1 \dots t = 7$$

$$j = 1 \dots r = 4$$

$$iJ = tr = 28$$

Donde:

$Y_{ij}$  = el efecto de la observación de la variable bajo estudio en la  $ij$ -ésima unidad experimental que recibió el tratamiento  $i$ .

$U$  = el efecto de la media general.

$T_i$  = el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = el error experimental asociado a la  $i$ - $j$ -ésima observación.

Hipótesis a probar

1.- Evaluar la existencia de las diferencias de germinación de semillas entre los efectos de los tiempos de inmersión en el ácido sulfúrico concentrado.

2.- Determinar que existen diferencias con respecto al número de hojas entre los diferentes tiempos de inmersión en el ácido sulfúrico concentrado.

3.- Analizar si existe diferencia significativa con respecto al porte de la planta, en los diferentes niveles de escarificación química.

Las variables a evaluar en el experimento son las siguientes:

Porcentaje de germinación: se llevó a cabo un conteo de cada 5 días a partir del décimo día en que se sembraron las semillas de algarrobo, efectuando conteos generales para determinar el porcentaje de germinación.

Altura de la planta: este dato se tomó de la base del ápice, en cm. La primer toma de datos fué a los quince días después de su siembra, con una frecuencia quincenal, y su última lectura fué el 30 de agosto de 1987. Estas lecturas fueron individuales, para posteriormente sacar sus promedios respectivos.

Número de hojas: su única lectura se efectuó el 30 de agosto, en forma individual, para luego trabajar con sus promedios.

Número de folíolos: la primera lectura fué veinte días después de la siembra, las siguientes lecturas fueron cada diez días, su última fué el 30 de agosto. Este conteo se realizó a todas las plantas para posteriormente sacar promedios.

Diámetro del tallo: esta variable se tomó por encima de la base del tallo, para esto se utilizó el vernier. Su única toma de datos, individuales, fué el lunes 31 de agosto.

Peso fresco total, peso fresco de la parte aérea y peso fresco de la parte radicular: estas variables se tomaron a toda la población, con un promedio de plantas de 9.75, 8.0, 8.0, 8.25, 8.0, 8.25 y 4.25 de los tratamientos: 7, 5, 4, 6, 2, 3 y 1, respectivamente, se sacaron las plantitas del medio de propagación en que estaban cuidando de que las raicillas salieran lo más entera posible y eliminándose la tierra adherida a ellas, se pesaron las plantas y luego se separó raíz de tallo y así obtener su peso individual en la balanza granataria.

Peso seco total, peso seco de la parte aérea y peso seco de la parte radicular: de los datos previos, se obtuvieron los resultados después de haber permanecido las plantas en la estufa a una temperatura de 60° a 70°C durante 24 horas. Se sacaron de la estufa y se pesaron con la balanza granataria.

Para el análisis estadístico se efectuó un análisis de varianza convencional para el diseño completamente al azar en las siguientes variables: altura de la planta, diámetro del tallo, peso fresco total, peso fresco de raíz, peso fresco del tallo, peso seco de la raíz, peso seco del tallo y peso seco total. Sin embargo fué necesario hacer uso de transformación raíz cuadrada ( $\sqrt{X}$ ) para las variables número de hojas y número de folíolos puesto que son conteos y no cumplen con el supuesto de homogeneidad de varianza, el cual se logra a través de esta transformación. Así mismo para la variable más importante, porcentaje de germinación, fué necesario hacer uso de la transformación  $\sqrt{\text{proporción}}$  puesto que los porcentajes no siguen una distribución normal y para el caso de 100% de germinación se usó la fórmula  $\frac{(n - 1/4)}{n}$  sugerida por Bartlett. Donde "n" es el número de observaciones (U. Exp.), las cuales en éste caso son 28.

La nomenclatura utilizada para representar los niveles de significancia son los siguientes:

- x diferencia significativa ( $0.01 \leq P \leq 0.05$ )
- xx diferencia altamente significativa ( $p \leq 0.01$ )
- NS no significancia ( $0.05 < P$ ).

## RESULTADOS

En el primer conteo de germinación de semillas de algarrobo, efectuado 10 días después de la siembra, se observó que el mejor tratamiento fué el (7) de una hora de inmersión en el ácido sulfúrico concentrado, reportando un 96.82% ( $\bar{X}$ ) de germinación, los más cercanos son los tratamientos (6) de 50 y el (3) de 20 minutos de inmersión en el ácido sulfúrico concentrado, éstos con 82.5 y 82.27% de germinación ( $\bar{X}$ ), respectivamente; luego le siguen los tratamientos (5) de 40, el (4) de 30, el (2) de 10 minutos de inmersión en el mencionado ácido, y al final el tratamiento (1) testigo, los cuales presentaron: 77.5, 77.5., 72.5 y 17.5% de germinación ( $\bar{X}$ ), respectivamente. Para el último conteo realizado 98 días después de la siembra de las semillas de algarrobo, el tratamiento (7) de una hora de inmersión el ácido mantenía el mismo porcentaje de germinación, el tratamiento (3) de 20 minutos de inmersión aumentó a 84.77 y el (6) de 50 minutos de inmersión mantuvo el 82.5% de germinación ( $\bar{X}$ ), los tratamientos (5) de 40, el (4) de 30 y el (2) de 10 minutos de inmersión en el ácido sulfúrico concentrado aumentaron a 80%, y el (1) testigo a 42.5% de germinación ( $\bar{X}$ ) (ver Tabla 1 en la página siguiente)

Según la significancia del estadístico de prueba, utilizando el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), se observa que para todas las variables en todos los muestreos fueron altamente significativas excepto en la variable peso seco de la raíz en la cual hubo no significan

Tabla 1. Porcentaje de germinación, sin transformar y transformada, a los 10 y 98 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (Ceratonia silicua L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión en Marín, N.L.

Tratamientos	Porcentaje de germinación			
	a 10 días		a 98 días	
	$\bar{x}_{t_B}$	$\bar{x}_{t_{Arcs}}$	$\bar{x}_{t_B}$	$\bar{x}_{t_{Arcs}}$
7	*96.82	81.30	96.82	81.30
3	*82.27	67.57	84.77	69.08
6	82.5	65.83	82.50	65.83
5	77.5	62.29	80.00	64.32
4	77.5	62.13	80.00	63.80
2	72.5	58.44	80.00	63.80
1	17.5	24.52	42.5	40.61

$t_B$  = Transformación según Bartlett

$t_{Arcs}$  = transformación Arcoseno.

\* = Valores transformados con la misma fórmula sugerida por Bartlett.



cia. Se procedió a hacer la comparación de medias por el método de Rango Múltiple de Tukey y pudo observarse una uniformidad de los resultados de cada variable en cada uno de los muestros, de aquí que la discusión de los resultados se hará con respecto a los últimos muestreos.

En la Tabla 6 se muestra un resumen de los análisis de varianza de las variables estudiadas, en su último muestreo, presentándose los cuadrados medios para las diferentes fuentes de variación del modelo.

A continuación se hará mención de los resultados por variable:

En la Tabla 2 se observa el análisis de varianza del porcentaje de germinación con sus cuadrados medios respectivos, lo que le confiere la alta significancia entre tratamientos, esto en su última lectura realizada a los 98 días de la siembra de las semillas de algarrobo. El porcentaje de germinación presentó una media general de 64.10 y un coeficiente de variación de 12.33%.

La comparación múltiple de medias por Tukey mostraron que el tratamiento (7) con una hora de inmersión en el ácido sulfúrico concentrado fué el mejor, aunque no presenta diferencia significativa con los tratamientos 3, 6, 5, 4 y el 2, éstos con 81.30, 69.08, 65.83, 64.32, 63.80 y 63.80% de germinación ( $\bar{X}$ ), respectivamente. El tratamiento testigo (1) mostró el más bajo porcentaje de germinación, con una media de 40.61%,

lo anterior se estima con un 99% de confianza, ésto se podrá observar en la Tabla 3.

Tabla 2. Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 98 días de la siembra de las semillas, del experimento escarificación de semillas de algarrobo (*Ceratonia silicua* L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Tratamiento	6	3502.9607	383.82678	
Error	21	1312.8193	62.515205	9.338**
Total	27	119889.38		

\*\* Altamente significativo

Tabla 3. Comparación de medias, por el método Tukey, del porcentaje germinación ( $\bar{X}$ ) a los 98 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (*Ceratonia silicua* L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

Tratamientos	$\bar{X}$	$\alpha = 0.01$
7	81.30	a
3	69.08	a
6	65.83	a
5	64.32	a
4	63.80	a
2	63.80	a
1	40.61	

Letras iguales indica no diferencia estadística.

El conteo de número de folíolos a los 108 días de la siembra indica que el tratamiento 7 fué el que presentó mayor número de folíolos, con una media de 12.61. Luego le siguen los tratamientos 6, 4, 5, 2 y 3 con medias de 12.46, 12.39, 11.58, 11.02 y 10.52 folíolos, respectivamente. El tratamiento testigo (1), con media de 6.59, fué el que presentó el menos número de folíolos. Esto se puede constatar en la Gráfica 1 del Apéndice.

La variable número de folíolos a los 108 días después de la siembra nos reporta una media general de 11.02 y un coeficiente de variación de 7.58% (datos transformados). La comparación múltiple de medias por el método Tukey mostró que el tratamiento 7, con media de 12.61 folíolos, fué el mejor y que estadísticamente es igual a los tratamientos 6, 4, 5, 2 y 3, con los siguientes promedios: 12.46, 12.39, 11.58, 11.02 y 10.52. El tratamiento testigo (1), con media de 6.56, presentó el valor más bajo de número de folíolos y es muy diferente, estadísticamente, a los demás (Ver Tabla 7 en el Apéndice).

La toma de lecturas de las alturas de las plantas a los 108 días después de la siembra de las semillas de algarrobo arrojó valores en donde muestran que el tratamiento 6 con 14.10 cm de altura ( $\bar{X}$ ), tiene la mayor altura, posteriormente le siguen los tratamientos 3, 5, 7, 4 y 2, éstos con 13.30, 13.06, 12.92, 12.65 y 12.32 cm de altura ( $\bar{X}$ ). El tratamiento testigo (1) es el que registró la menor altura ( $\bar{X}$ ) de 8.81 cm (ver Gráfica 2 en el Apéndice).

Esta variable presenta una media general de 12.45 cm y un coeficiente de variación de 12.85%.

La Tabla 4 nos muestra el análisis de varianza de las alturas de las plantas, en éste se tienen los cuadrados medios que le confieren su alta significancia entre tratamientos, estos valores son de su última lectura efectuada a los 108 días de la siembra de las semillas de algarrobo.

Tabla 4. Análisis de varianza de las alturas de las plantas a los 108 días de la siembra de las semillas, del experimento escarificación de semillas de algarrobo (*Ceratonia silicua* L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamiento	6	69.376	11.563	
Error	21	50.750	2.417	4.785**
Total	27	120.126	4.449	

\*\* Altamente significativa

Mediante la comparación múltiple de medias, por Tukey, se muestra que el tratamiento 6 fué el mejor, con 14.1 cm de altura ( $\bar{X}$ ), siguiéndole los tratamientos 3, 5, 7, 4 y 2 con 13.30, 13.06, 12.92 y 12.32 cm de altura ( $\bar{X}$ ), respectivamente, los cuales, entre ellos, no muestran diferencia significativa. Los tratamientos 5, 7, 4, 2 y 1 son estadísticamente iguales, como podrá observarse en la Tabla 5 correspondiente a la comparación múltiple de medias.

Tabla 5. Comparación múltiple de medias, por Tukey, de la altura de las plantas ( $\bar{X}$ ) a los 108 días de la siembra de las semillas, del experimento escarificación de semillas de algarrobo (Ceratonia silicua L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

Tratamientos	$\bar{X}$ (cms.)	0.01
6	14.10	a
3	13.30	a
5	13.06	a b
7	12.92	a b
4	12.65	a b
2	12.32	a b
1	8.81	b

Letras iguales indica no diferencia estadística

El único conteo de número de hojas se llevó a cabo el 2 de septiembre de 1987, en éste conteo el tratamiento 7, con 8.49 hojas ( $\bar{X}$ ), fué el mejor. Los tratamientos 6 y 4 con 8.06 y 7.83 hojas ( $\bar{X}$ ), respectivamente, son los más cercanos al tratamiento 7, luego le siguen los tratamientos 5, 2, 3 y 1, con medias de 7.50, 7.26, 6.92 y 4.54 hojas, respectivamente.

La media general del número de hojas es de 7.23 y presenta un coeficiente de variación de 7.76% (datos transformados). Su comparación de medias por Tukey nos indica que el tratamiento mejor fué el 7 con media de 8.49 hojas, el cual a la vez es estadísticamente igual a los tratamientos 6, 4, 5, 2 y 3 cuyas medias son 8.06, 7.83, 7.50, 7.26 y 6.92, respectivamente. El

tratamiento testigo (1) es el de más bajo valor y muy diferente estadísticamente a los demás (ver Tabla 8 en el Apéndice).

En la toma de lecturas de diámetro del tallo, efectuadas el 2 de septiembre de 1987, éstas muestran que el diámetro mayor lo presentó el T5 con una media de 2.64 mm, luego le siguen los tratamientos 7, 6, 4, 2, 3 y 1 con medias de 2.62, 2.60, 2.59, 2.40, 2.37 y 1.86 mm, respectivamente (ver Tabla 15 en el Apéndice).

Esta variable presenta una media general de 2.44 mm y un coeficiente de variación de 5.01%. El tratamiento 5 fué el mejor y es estadísticamente igual a los demás tratamientos, excepto a el tratamiento testigo (1), el cual presenta una media de 1.86 mm totalmente diferente a los demás (ver Tabla 9 en el Apéndice).

La Tabla 6 nos muestra que la variable peso fresco del tallo presenta alta significancia, con una media general de 15.65 y un coeficiente de variación de 21.72%. En la Tabla 10 de el Apéndice, donde se presenta su comparación de medias por Tukey, se observa que los mejores tratamientos fueron el 7, 5, 4, 6, 2 y 3 los cuales son estadísticamente iguales y cuyas medias son: 20.65, 17.83, 17.80, 16.95, 16.38 y 15.03 gr en base a 9.75, 8.0, 8.0, 8.25, 8.0 y 8.25 plantas ( $\bar{X}$ ), respectivamente, y el tratamiento diferente fué el testigo (1) con la media más baja de 4.92 gr, de 4.25 plantas ( $\bar{X}$ ).

La media general de la variable peso fresco de las raíces

es de 6.51 y su coeficiente de variación de 22.78%. Debido a la alta significancia que presentó su análisis de varianza se realizó su comparación de medias por Tukey, encontrándose que el tratamiento 7 fué el mejor, con una media de 9.45 gr, siendo estadísticamente igual al resto de los tratamiento, excepto para el tratamiento testigo (1) con la media más baja de 1.87 gr (ver Tabla 11 en el Apéndice).

Los pesos frescos totales registrados, el 2 de septiembre, fueron: 30.10, 25.23, 24.75, 24.15, 22.70, 19.80 y 6.8 gr ( $\bar{X}$ ), de los tratamientos 7, 4, 5, 6, 2, 3 y 1, respectivamente (ver Tabla 15 en el Apéndice). Se obtuvo alta significancia, y presenta una media general de 21.93 y un coeficiente de variación de 21.67%. La comparación de medias por Tukey indica que el tratamiento 7 con media de 30.10 gr es el mejor y que además es estadísticamente igual a los tratamientos 4, 5, 6, 2 y 3 con medias de 25.23, 24.75, 24.15, 22.70 y 19.80, respectivamente, pero diferentes a el testigo (1), con media de 6.80, el cual a su vez es igual estadísticamente al T3, con media de 19.80 (ver Tabla 12 en el Apéndice).

La Tabla 6 correspondiente al resumen de los análisis de varianza nos muestra no significancia para la variable peso seco de las raíces, considerando a todos los tratamientos como iguales, siendo sus respectivas medias 2.70, 2.63, 2.48, 1.88, 1.55, 1.78 y 0.45 gr de los tratamientos 3, 7, 5, 6, 2, 4 y 1.

La variable peso seco del tallo presentó alta significan-



cia, con una media general de 5.371 y un coeficiente de variación de 31.38%. Se encontró que los tratamientos 7, 6, 4, 2, 5 y 3 fueron estadísticamente iguales y cuyas respectivas medias fueron: 7.33, 6.87, 6.23, 5.68, 5.40 y 4.50 gr ( $\bar{X}$ ), y que a la vez los tratamientos 4, 2, 5 y 3, son igual estadísticamente al T1, éste con una media de 1.6 gr (ver Tabla 13 en el Apéndice).

El mayor peso seco total le corresponde al tratamiento 5 con media de 10.38 gr, luego le siguen los tratamientos 7, 6, 4, 2 y 3 con medias de 9.95, 8.80, 8.00, 7.25 y 7.20 gr ( $\bar{X}$ ), respectivamente. El menor peso seco le corresponde al testigo (1) con una media de 1.95 gr (ver Tabla 15 en el Apéndice).

Esta variable presenta una media general de 7,63 y un coeficiente de variación de 30.76%. Su alta significancia nos condujo a su comparación de medias, en donde el tratamiento 5 con media de 10.38 gr de peso seco total es el mejor y además es estadísticamente igual a los demás tratamientos, excepto al tratamiento testigo (1), el cual es estadísticamente igual a el tratamiento 3 (ver Tabla 14 en el Apéndice).

Tabla 6. Resumen de los análisis de varianza para las variables estudiadas, en su última lectura, bajo un diseño completamente al azar, del experimento es carificación de semillas de algarrobo (Ceratonia silicua L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión en Marín, N.L.

Variable	C.M.T.	C.M.E.	Fcal.	$\bar{X}$	C.V.%
% de Germ (t)	583.82678	62.515205	9.338**	64.1076	12.33
# de Fol. (t)	17.931775	0.6992642	25.64**	11.023571	7.585
Alt. de planta	11.563	2.417	4.785**	12.450	12.858
# de hojas (t)	6.65825	0.3152238	21.122**	7.2307	7.764
Diám del tallo	0.318	0.015	21.573**	2.440	5.019
Peso fresco tallo	101.323	11.55	8.769**	15.650	21.715
Peso fresco raíz	21.115	2.198	9.608**	6.507	22.784
Peso fresco total	216.356	22.595	9.576**	21.932	21.673
Peso seco raíz	2.490	1.019	2.444 N.S.	1.921	52.548
Peso seco tallo	14.588	2.842	5.132**	5.371	31.387
Peso seco total	31.280	5.520	5.666**	7.636	30.768

\*\* Altamente significativo

N.S. No significativo

(T) Variable transformada

C.M.T. = Cuadrado medio de tratamiento

C.M.E. = Cuadrado medio del error

C.V. = Coeficiente de variación

## DISCUSION

Los resultados obtenidos en el presente experimento fueron realmente los esperados, ya que el objetivo era acelerar la germinación de las semillas de algarrobo por medio del ácido sulfúrico concentrado, y se observó que las semillas que recibieron tratamiento aumentaron su porcentaje de germinación en forma bastante apreciable en comparación con el testigo.

De los tratamientos, el que mejor adelantó la germinación así como el número de planta de altura más homogénea fue el T7, y los más cercanos a éste son los T3 y T6, ya que en estos tratamientos la mayor incidencia de plantas se presentó a los 10 días después de sembradas, mientras que en el testigo la mayor incidencia de plantas se manifestó a los 98 días de sembrados y sin embargo siempre se manifestó inferior al porcentaje de germinación de los demás tratamientos, por lo tanto se podrá observar que las semillas tratadas sí germinaron primero y en una mayor proporción en comparación con el testigo, Aunque al final del experimento se manifiesta no significancia entre los tratamientos en que se manejó el ácido sulfúrico concentrado. Cabe mencionar que los mejores tratamientos serían aquellos en los que se obtuvo el mayor número de plantas germinadas en el menor tiempo posible, para éste caso los tratamientos T7, T3 y T6 fueron los que presentaron estas características, con medias de 81.30, 67.57 y 65.83% de germinación ( $\bar{X}$ ) a los 10 días de sembradas las semillas de algarrobo. También con esto se logra tener una población más uniforme en cuanto a la altura, nú

mero de hojas, diámetro del tallo, etc.

Además se pudo observar que el uso del ácido sulfúrico concentrado usado con 1.84 de gravedad específica y 95% de pureza, por una hora de inmersión de las semillas, no afectó apreciablemente la viabilidad de las mismas.

De los tratamientos en los que se obtuvo mayor número de plantas germinadas y en menos tiempo, se esperaría que también manifestaran la mayor altura, y en cierta forma ésto es lo que se observa ya que los tratamientos 6 y 3 presentan la mayor altura promedio, éstas de 14.10 y 13.30 cm, respectivamente, el tratamiento 7, que manifestó el mayor porcentaje de germinación y en menos tiempo, ahora presenta una altura de 12.92 cm ( $\bar{X}$ ), con un valor mínimo de 12.50 y un máximo de 13.39 cm ( $\bar{X}$ ) en las repeticiones 1 y 4, respectivamente, lo que le confiere mayor homogeneidad en alturas de las plantas, ya que los tratamientos 6 y 3 presentan valores mínimos de 11.58 y 10.56, y máximos de 16.24 y 16.37 cm de altura ( $\bar{X}$ ), con mayor variabilidad por lo que el tratamiento 7 tiene buen promedio de alturas pero, además, mayor estabilidad en la variación de la misma lo que lo hace el más recomendable.

El número de hojas ( $\bar{X}$ ) mayor se manifestó en los tratamientos 7 y 6 con valores medios de 8.49 y 8.06 hojas, respectivamente, con lo cual se observa que al adelantar la germinación las plantas se adelantan en sus procesos y sobresalen sobre las plantas que germinaron posteriormente.

En cuanto al diámetro del tallo, el tratamiento 5 que tuvo menor porcentaje de germinación que tratamientos 7 y 6 ahora presenta mayor diámetro del tallo, lo que se explica porque hay menor competencia donde hay menor germinación.

Sin embargo estadísticamente los tratamientos con producto químico son iguales y, pero, muy diferentes al tratamiento (1) con semillas no tratadas que aunque tenían menor competencia germinaron más tarde, por lo tanto se sigue manifestando el tratamiento 7 como el mejor ya que el tiempo de inmersión en el ácido no aumenta los costos pero sí la eficiencia en los objetivos perseguidos.

En peso seco de la raíz no se encontró diferencia significativa entre los efectos de los tratamientos, lo cual puede ser explicado desde el punto de vista biológico ya que los valores de peso seco para raíz son muy pequeños, así mismo se puede explicar desde el punto de vista estadístico el que no hubiera diferencia significativa ya que el coeficiente de variación fue de 52.54%, valor relativamente grande comparado con el de las demás variables estudiadas que fluctuaron desde 5.01% para diámetro del tallo y de 31.38% para peso seco del mismo, lo que refleja que existe un rango de error grande para el manejo de la variable peso seco de la raíz.

En forma general, en todas las variables estudiadas, podemos afirmar que los resultados obtenidos con respecto a su significancia son bastante aceptables, ya que obtuvimos coeficien

tes de variación adecuados con comparación con otros trabajos similares en framboyan (Delonix regia L.) y en ébano (Pithecellobium flexicaule Benth) que se presenta en la Tabla 16, con excepción de la variable peso seco que presenta coeficientes de variación relativamente altos, pero también aceptables por complejidad de manejo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo las condiciones en las que se realizó el experimento, se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

### 6.1. Conclusiones

1.- Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, porque se adelantó la germinación de las semillas tratadas sin dañar la viabilidad del embrión y sin afectar las características propias de la planta, lo que representa el objetivo principal del presente experimento.

2.- El tratamiento 7, de una hora de inmersión en el ácido sulfúrico concentrado, fué el que se manifestó como el mejor en la mayoría de las variables, principalmente en el porcentaje de germinación de semillas al primer muestreo a los 10 días de la siembra, lo que representa un mayor número de plantas y en consecuencia, mayor homogeneidad en altura, en el número de hojas, número de folíolos, diámetro del tallo, etc., sin aumentar el costo de la siembra, ya que sólo requiere de una hora de inmersión en el ácido sulfúrico concentrado.

3.- En el tratamiento (1) testigo, sin escarificación química, se observó que en todo momento su porcentaje de germinación se mantuvo por debajo de los demás, lo que es explicado por la testa dura de la semilla que no permite el contacto directo del embrión con la humedad, lo que se puede compensar con mayor tiempo de exposición de la semilla con el suelo y hu

medad, sin embargo el porcentaje de germinación sigue siendo bajo los que se explica por un mayor ataque a las semillas por la fauna biológica del suelo como virus, bacterias, hongos, los que disminuyen fuertemente su germinación en un tiempo considerable.

## 6.2. Recomendaciones

1.- Se recomienda utilizar el tratamiento de una hora de inmersión en ácido sulfúrico concentrado puesto que además de aumentar el porcentaje de germinación en un menor tiempo, no daña la viabilidad del embrión y no afecta la manifestación normal de las características propias de la planta, proporcionándoles homogeneidad en: altura, diámetro del tallo, número de hojas, número de folíolos etc., lo que da mayor presentación de éste árbol para su venta ya sea para estética o para huertos, repercutiendo en mayores beneficios económicos para el viverista.

2.- Para trabajos similares al presente, se recomienda volver a repetir el experimento con algunas variantes, por ejemplo, es muy recomendable incrementar, si se va a escarificar con éste ácido, la inmersión arriba de una hora, lo que nos permitiría obtener el tiempo óptimo para el máximo de germinación así como para detectar el tiempo de remojo en que se daña al embrión.

3.- En trabajos similares se podrá recomendar otros productos químicos, o bien comparar métodos de escarificado por



ejemplo comparar métodos mecánicos con métodos químicos de escarificado, o con remojo de humedecimiento en agua.

4.- Para éste mismo producto químico se podría experimentar con diferente concentración, ya que en éste trabajo se utilizó sólo el 95% de pureza.

5.- El medio en el que se realizó la siembra fué una mezcla de arena, tierra de hoja y tierra del lugar, a partes iguales, y se recomienda que se realicen nuevas investigaciones de éste tipo bajo condiciones naturales y otros medios de siembra.

6.- Cuando la cantidad de semilla, a escarificar para posteriormente sembrar, sea grande el tratamiento más fácil de realizar es el remojo o inmersión en ácido sulfúrico, aunque, en éste tipo de escarificado se necesitan mayores cuidados ya que es altamente corrosivo, por lo cual recomendamos no exceder el tiempo de inmersión ya que el embrión puede morir.

## RESUMEN

Durante los meses de mayo a septiembre de 1987 en el invernadero de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., se realizó un trabajo experimental, en semillas de algarrobo (Ceratonia silicua L.) para probar: 1) testigo (semilla sin tratar), 2) 10 minutos de inmersión en ácido sulfúrico concentrado ( $H_2 SO_4$ ), 3) 20 minutos de inmersión en el ácido, 4) media hora de inmersión en el ácido, 5) 40 minutos de inmersión en el ácido, 6) 50 minutos de inmersión en el ácido y 7) una hora de inmersión en ácido sulfúrico concentrado ( $H_2 SO_4$ ). Utilizándose un sólo medio de propagación el cual fué una mezcla de 1/3 de tierra de hoja 1/3 de tierra del lugar y 1/3 de arena; la cual se utilizó con el propósito de hacer el medio más suave y propio para la germinación.

Las variables estudiadas fueron: porcentaje de germinación, número de folíolos, altura de plantas, diámetro del tallo, número de hojas, peso fresco de raíz y tallo, peso fresco total, peso seco de raíz y tallo, y peso seco total.

De los tratamientos aplicados se encontró que los mejores fueron: el T7, T6 y el T3, los cuales cumplen con el objetivo de adelantar la germinación en el menor tiempo posible.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ANONIMO. (s.a.). Spring Tree Corporation, U.S.A, Carob Powders. Mark. Bull. 4 pp.
- 2.- ANONIMO. 1978. Gran Diccionario Enciclopédico de Selecciones del Reader's Digest. Ed. Mexicana, México. V. 12. p. 6.
- 3.- ----- 1970. Algodonero. Semillas de Germinación Rápida. El Surco. John Deere, S.A. Volúmen 75. Número 3. p. 17.
- 4.- CALDERON A., E. 1977. Fruticultura General. Ed. Fuentes México. pp. 502, 512, 579 - 581.
- 5.- COIT J., E. 1951. Carob or st. Johnsbread. J. Econ. Bot. 5(1). pp. 303, 304.
- 6.- COMISION NACIONAL DE LAS ZONAS ARIDAS SUB-DIRECCION INDUSTRIAL. Informe de Actividades 1972 - 1976. México, D.F., Noviembre de 1976. p. 44.
- 7.- DARIS O., M. 1964. Cultivo del Algarrobo. Ed. Sintes, Barcelona. p. 172.
- 8.- ----- 1976. Plantas Medicinales; El Dioscórides Renovado. Ed. Labor, Barcelona. pp. 350, 351, 980.
- 9.- ESTRADA C., A.E. y Jorge S., M. de la F. Facultad de Ciencias Forestales. Sinopsis de las Especies de Linares, N.L. p. 8.
- 10.- FONT Q., Dr. P. 1962. Plantas Medicinales. El Dioscórides Renovado. Ed. Labor. S.A. Buenos Aires Río de Janeiro - México - Montevideo. pp. 350 - 351.

- 11.- GALEANA M., T. DE. 1967. Pequeño Larousse de Ciencias y Técnicas. Ed. Larousse, México. pp. 57, 266, 307, 362, 381.
- 12.- GARZA G., Dr. J. DE LA. 1974. Cursos de Fitopatología Depto. de Dif. de la U.A.N.L. pp. 12, 60 y 61.
- 13.- HARTMAN H., T. y Kester, D.E. 1979. Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Ed. CECSA. México. p. 659.
- 14.- HEIT C., E. 1976. Propagation From Seed. Part. 6 Hardsee Dedness. A Critical Factor. Am. Nursery man. 125(10): 10 - 12.
- 15.- INSTRUCTIVO TECNICO DE VIVEROS. 1975, Comisión Nacional de Fruticultura. México, D.F. pp. 20.
- 16.- LOPEZ M., C. y Román B. 1983. Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera. Prácticas de los Cultivos. Ed. Oceano. pp. 102, 103.
- 17.- MEGINNIS, HH. G. 1937. Sulphuric Acid Treatmen to Increase Germination of Black Locust Seed. U.S.A. Dep. Agric. Circ. 453, 35 p. pp. 127, 128.
- 18.- MENDOZA B., R.E. 1979. Frutales Nativos y Silvestres de Panamá. Ed. Universitario. p. 99.
- 19.- NIEMBRO R., A. 1986. Arboles y Arbustos Utiles de México, Naturales e Introducidos. Ed. Limusa. México, España, Colombia, Venezuela, Puerto Rico, Argentina. p. 60.
- 20.- REBOUR, H. 1971. Frutales Mediterráneos. Ed. Mundiprensa. España. pp. 207 - 210.

- 21.- RESENDIZ T., S. y VELAZQUEZ C.S. 1989.- Efecto de Fertilización Nitrogenada (Urea, Gallinaza e Interacción) a diferentes dosis en ebano (Pithecellabium Flexicaule Benth). Tesis Ing. Agr. Fitotecnista sin presentar. F.A.U.A.N.L. pags. 75.
- 22.- RODRIGUEZ F., A.C. 1985. Prueba de 10 Métodos de Escarificación de Semillas de Framboyán (Delonix regia L.) Bajo Condiciones de Invernadero en Marín, N.L. Tesis Ing. Agr. Fitotecnista. F.A.U.A.N.L. pags. 49.
- 23.- ----- 1963. Semillas. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Segunda Edición Autorizada por el Centro Regional de Ayuda Técnica (A. I. D.) México, D.F. pp. 206, 430, 431, 432, 583, 782.
- 24.- SYNNOTT T., J. 1983. Efecto de las Heladas de 1983 Sobre las plantas de la Región de Linares, N.L. Publicación U.A.N.L. Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables. Ex-Hacienda de Guadalupe. Linares, N. L., México. pp. 4, 9, 10 - 12.
- 25.- TISCORNIA J.,R. 1977. Cultivo de Plantas Frutales. Ed. Albatros. Lavallo 3975 - T. E. 86 - 1215, Buenos Aires. pp. 12, 16.
- 26.- TAMARO, D. 1968. Tratado de Fruticultura. Ed. Gili, Barcelona, pp. 344, 371, 372, 383, 444, 860 - 866.
- 27.- TISDALE, S.L. y Nelson, W. L. 1970. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Ed. Montaner y Simón, Barcelona. pp. 139, 142, 444, 457, 460, 471.
- 28.- UBERTO. 1979. Diccionario de Botánica. Ed. Teide, S.A. Barcelona. Instituto Geográfico de Agostini. p. 16.

- 29.- VIDAL J., J. y Constantino, I.N. 1959. Iniciación a la Ciencia Forestal. Primera Edición. Salvat Editores, S.A. pp. 177, 178, 193, 202 - 205.
- 30.- VIDAL J., J. 1953. Multiplicación de los Frutales. Tercera Edición. Ed. Sudamericana, Buenos Aires, Argentina. pp. 35 - 39.
- 31.- VILLANUEVA F., A. 1984.- Prueba de 10 Medios de Cultivo y 2 Posiciones de la Semilla (Escarificada) en Framboyan (Delonix regia L.) Bajo Condiciones de Invernadero en Marín, N.L. Tesis. Ing. Agr. Fitotecnista. F.A. U.A.N.L. pags. 84.
- 32.- WILLSON, C.L. and Loomis, W.E. 1968. Botánica. Ed. Uteha, México. p. 405.

**A P E N D I C E**

Tabla 7. Comparación de medias, por el método Tukey, del número de folíolos ( $\bar{X}$ ) a los 108 días de sembradas las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (*Ceratonia silicua* L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

Tratamientos	$\bar{X}$	$\alpha=0.01$
7	12.61	a
6	12.46	a
4	12.39	a
5	11.58	a
2	11.02	a
3	10.52	a
1	6.56	b

Tabla 8. Comparación múltiple de medias, por Tukey, del número de hojas ( $\bar{X}$ ) a los 111 días de sembradas las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (*Ceratonia silicua* L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

Tratamientos	$\bar{X}$	$\alpha=0.01$
7	8.49	a
6	8.06	a
4	7.83	a
5	7.50	a
2	7.26	a
3	6.92	a
1	4.54	b



Tabla 9. Comparación múltiple de medias, por Tukey, del diámetro del tallo ( $\bar{X}$ ) de las plantas a los 111 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (Ceratonia silicua L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

Tratamientos	$\bar{X}$ (mm)	$\alpha = 0.01$
5	2.65	a
7	2.62	a
6	2.60	a
4	2.59	a
2	2.40	a
3	2.37	a
1	1.86	b

Tabla 10. Comparación múltiple de medias, por Tukey, del peso fresco del tallo ( $\bar{X}$ ) de las plantas a los 112 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (Ceratonia silicua L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

Tratamientos	$\bar{X}$ (gr)	$\alpha = 0.01$
7	20.65	a
5	17.83	a
4	17.80	a
6	16.95	a
2	16.38	a
3	15.03	a
1	4.92	b

Tabla 11. Comparación múltiple de medias, por Tukey, del peso fresco de las raíces ( $\bar{X}$ ) de las plantas, a los 112 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (Ceratonia silicua L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

Tratamientos	$\bar{X}$ (gr)	$\alpha = 0.01$
7	9.45	a
4	7.43	a
6	7.20	a
5	6.93	a
3	6.35	a
2	6.33	a
1	1.87	b

Tabla 12. Comparación múltiple de medias, por Tukey, del peso fresco total ( $\bar{X}$ ) de las plantas, a los 112 días de sembradas las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (Ceratonia silicua L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

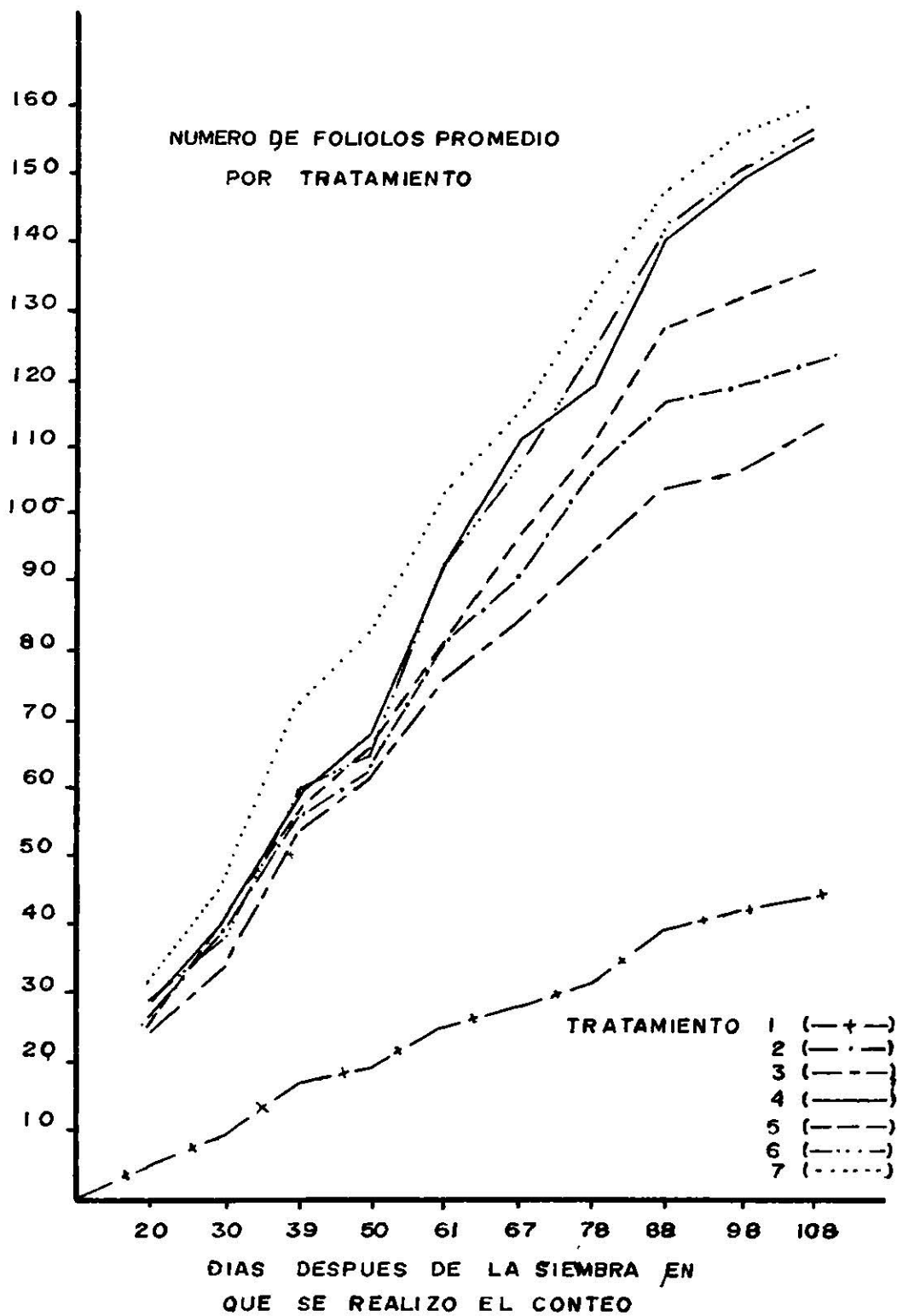
Tratamiento	$\bar{X}$ (gr)	$\alpha = 0.01$
7	30.10	a
4	25.23	a
5	24.75	a
6	24.15	a
2	22.70	a
3	19.80	a b
1	6.80	b

Tabla 13. Comparación múltiple de medias, por Tukey, para peso seco del tallo ( $\bar{X}$ ) de las plantas a los 113 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (*Ceratonia silicua* L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

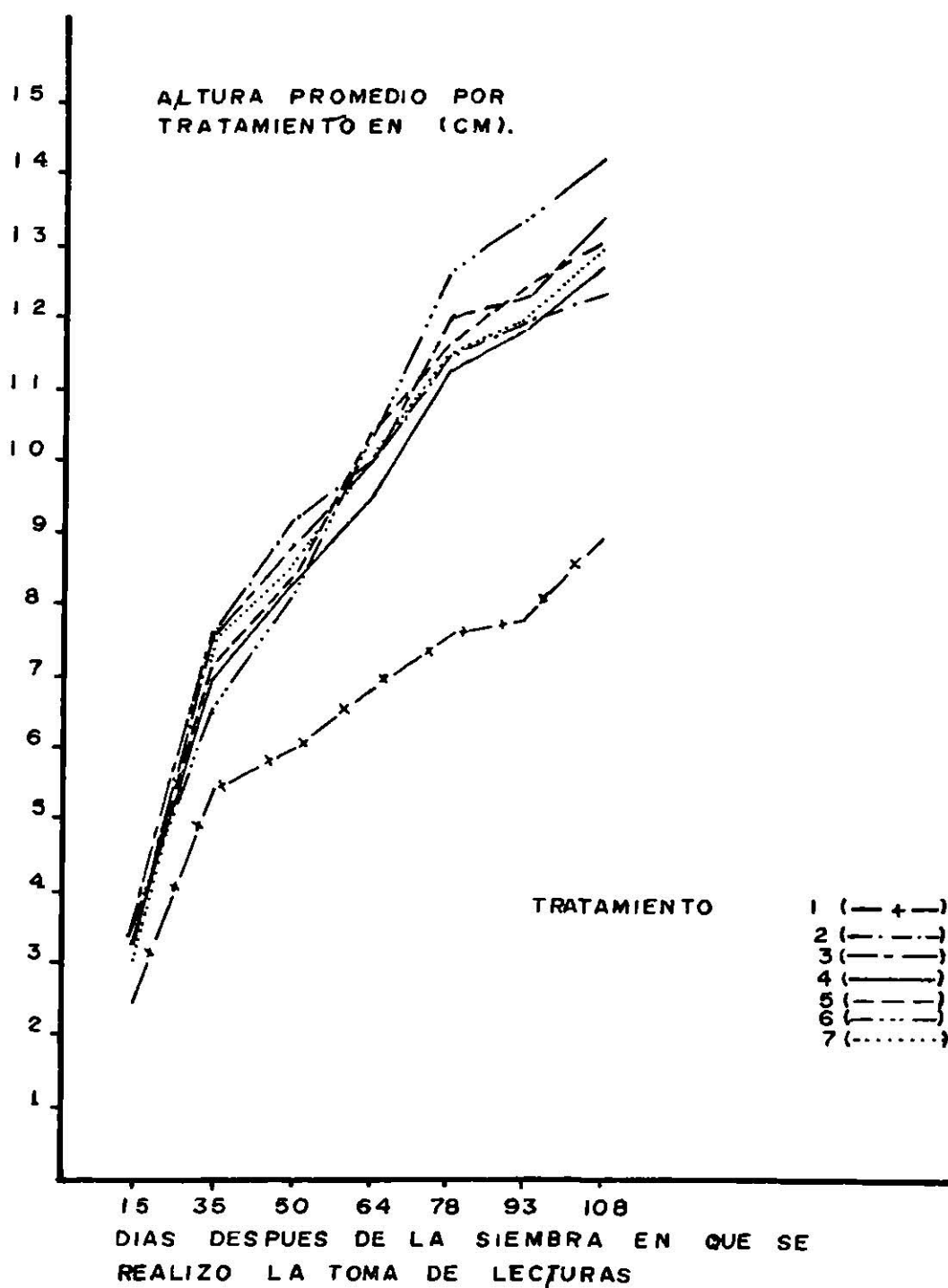
Tratamientos	$\bar{X}$ (gr)	$\alpha = 0.01$
7	7.33	a
6	6.87	a
4	6.23	a b
2	5.68	a b
5	5.40	a b
3	4.50	a b
1	1.60	b

Tabla 14. Comparación múltiple de medias por Tukey, del peso seco total ( $\bar{X}$ ) de las plantas a los 114 días de la siembra de las semillas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (*Ceratonia silicua* L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

Tratamientos	$\bar{X}$ (gr)	$\alpha = 0.01$
5	10.38	a
7	9.95	a
6	8.80	a
4	8.00	a
2	7.25	a
3	7.20	a b
1	1.95	b



Gráfica 1. Curvas de incremento del número de foliolos promedio entre los tratamientos del experimento escarificación de semillas de algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) a seis tiempos de inmersión en  $H_2SO_4$  conc. en Marín, N.L.



Gráfica 2. Curvas que muestran el crecimiento promedio de las plantas del experimento escarificación de semillas de algarrobo (*Ceratonia sicilia* L.) a seis tiempos de inmersión en  $H_2SO_4$  conc. en Marín, N.L.

Tabla 15. Valores ( $\bar{x}$ ) de las variables en las que sólo se realizó un sólo conteo, al final del trabajo del experimento escarificación de semillas de algarrero (Ceratonia silicua L.) con ácido sulfúrico concentrado a 6 tiempos de inmersión, en Marín, N.L.

Tratamiento	Díámetro del tallo (mm)	Peso fresco del tallo (gr)	Peso fresco de la raíz (gr)	Peso fresco total (gr)	Peso seco de la raíz (gr)	Peso seco del tallo (gr)	Peso seco total (gr)
1	1.86	4.9	1.9	6.8	0.45	1.6	1.95
2	2.40	16.4	6.3	22.7	1.5	5.7	7.2
3	2.37	15.0	6.3	21.4	2.7	4.5	7.2
4	2.59	17.8	7.4	25.2	1.8	6.2	8.0
5	2.64	17.8	6.9	24.7	2.5	5.4	10.4
6	2.60	16.9	7.2	24.1	1.9	6.9	8.8
7	2.62	20.4	9.4	30.1	2.6	7.3	9.9

Tabla 16. Coeficientes de variación ( $\bar{X}$ ) de las variables del experimento de escarificación de semillas de algarrobo (*Ceratonia silicua* L.) comparado con coeficientes de variación promedio de dos experimentos de ébano (*Pithecellobium flexicaule* Benth) y de dos experimentos en framboyán (*Delonix regia* L.) en Marín, N.L.

	Ceratonia silicua L.			
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
Porcentaje de germinación	12.33			22.42
Altura de planta	12.858	17.907	24.855	29.215
# de hojas compuestas	7.764	12.55	10.425	5.71
Diámetro del tallo	5.019	12.082	27.23	5.08
# de folíolos	7.585		15.28	
Peso fresco del tallo	21.715			
Peso fresco de la raíz	22.784			
Peso fresco total	21.673			
Peso seco del tallo	31.387			
Peso seco de la raíz	52.548			
Peso seco total	30.768			

El experimento de ébano N° 1 y 2 se realizó en fertilización. Tesis sin publicar Marzo de 1989. (21)

El experimento de framboyán N° 3 se realizó en pruebas de 10 medios de cultivo. Tesis publicada en Noviembre de 1984. (31)

El experimento de framboyán N° 4 se realizó en pruebas de 10 métodos de escarificación, Tesis publicada en Noviembre de 1985. (22)



