

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



## EFFECTO DE DISTINTOS TRATAMIENTOS PARA INCREMENTAR LA PROPAGACION SEXUAL Y ASEJUAL EN DOS ESPECIES DE MEZQUITE (*Prosopis laevigata* (Humb & Bonpl. Ex Wild.)

M. C. Johnston y *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* (L. Benson) M. C. Johnston)

### TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA  
P R E S E N T A

DANIEL TALAVERA MAGAÑA

1987



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Septiembre 19. 1925

**C. PROFESORES.**  
ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS. DIRECTOR.  
ING. M.C. J. JESUS RODRIGUEZ BATISTA. ASESOR.  
ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO. ASESOR.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

**"EFECTO DE DISTINTOS TRATAMIENTOS PARA INCREMENTAR LA PROPAGACION SEXUAL y/o ASEJUAL EN DOS ESPECIES DE MEZQUITE COMO SON (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana* y *P. laevigata*)."**

**DANIEL TALAVERA MAGARA**

presentado por el PASANTE \_\_\_\_\_ han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRAJAJA"  
EL SECRETARIO.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL



FACULTAD DE AGRICULTURA

Se le hace saber que el presente documento es una copia de la original que se encuentra en el archivo de la Facultad de Agricultura y que no tiene validez legal.

Se le hace saber que el presente documento es una copia de la original que se encuentra en el archivo de la Facultad de Agricultura y que no tiene validez legal.

Al contestar este oficio sírvase dñr fecha y número



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Septiembre 19, 1985.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.  
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_

DANIEL TALAVERA MAGAÑA titulada,

"EFECTO DE DISTINTOS TRATAMIENTOS PARA INCREMENTAR LA PROPAGACION SEXUAL y/o ASEXUAL EN DOS ESPECIES DE MEZQUITE COMO SON (Prosopis glandulosa var. torreyana y P. laevigata)."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS.

ASESOR.

ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO,

ASESOR.

ING. M.C. J. JESUS RODRIGUEZ BATISTA.

hlg.



Este trabajo se realizó en el Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas del Colegio de Postgraduados (CREZAS-CP), como parte de su Programa de Becas para Tesis de Licenciatura en Agronomía y Biología, bajo la dirección del Ing. Humberto Luján Álvarez.

## DEDICATORIA

### A mi madre:

*Sra. Ma. del Refugio Magaña Vda. de Talavera*  
*Por todos los sacrificios y esfuerzos realizados*  
*para poder conducirnos por el camino de la*  
*superación, pese a las condiciones adversas que*  
*atinadamente supo afrontar.*

### A la memoria de mi padre:

*Manuel Talavera Tadeo †*  
*Con el gran cariño y respeto que guardo de su*  
*recuerdo y la esperanza de no haberlo*  
*defraudado*

### A mis hermanos:

*Rafael, María de Jesús, María Dolores, Elvira,*  
*Manuel Jorge, Guillermo, Francisco Javier y*  
*Carlos Alejandro*  
*Por sus buenos consejos, su gran apoyo y*  
*camaradería que jamás me han escatimado.*

## AGRADECIMIENTOS

### A Instituciones:

- Al Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas del Colegio de Postgraduados, por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.
- Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado a través de una beca-crédito.
- A la Universidad de Guadalajara por todo el apoyo brindado en mi formación profesional.

### A Personas:

- Al Dr. Benjamín Figueroa Sandoval y al MC. J. de Jesús Martínez Hernández, por la oportunidad brindada y la amistad que me otorgaron durante todo el desarrollo del presente trabajo.
- A los catedráticos de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara: MC. Elías Sandoval Islas, MC. Santiago Sánchez Preciado y MC. J. de Jesús Rodríguez Bautista, Director y Asesores respectivamente de este trabajo, por su acertada conducción del trabajo y sus valiosas sugerencias.
- A la Señora Esperanza Robledo de Rodríguez, Secretaria del CREZAS-CP, por su entusiasta y eficiente colaboración mecanográfica en las diferentes etapas de este trabajo.
- A mis compañeros y amigos del CREZAS-CP, por toda la ayuda que me brindaron en forma incondicional durante mi estancia en Salinas. Y en forma muy especial a los Ings. J. Carlos Regalado F., Humberto Luján A., Florentino Navarrete Ch., Noé Ortiz V., Antonio Tarango A., J. Abraham Escobar G., Javier E. García E., J. de Jesús Méndez G., así como al Biól. J. Antonio Reyes A.

## C O N T E N I D O

Página

INDICE DE CUADROS

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE CUADROS EN EL APENDICE

RESUMEN

I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	4
1.3 Supuestos	5
II. REVISION DE LITERATURA	6
2.1 Origen	6
2.2 Clasificación taxonómica	7
2.2.1 Etimología	8
2.2.2 Nombres comunes	8
2.2.3 Intergradación genética	9
2.3 Descripción botánica	10
2.3.1 Generalidades	10
2.3.2 Raíz	11
2.3.3 Tallo	11
2.3.4 Hoja	12
2.3.5 Flor	12
2.3.6 Fruto	13
2.3.7 Semilla	13
2.4 Distribución del mezquite	14
2.4.1 Distribución mundial	14
2.4.2 Distribución en México	15
2.4.3 Especies de <u>Prosopis</u> distribuidas en el Altiplano Mexicano (San Luis Potosí y Zacatecas)	15
2.4.3.1 San Luis Potosí	15
2.4.3.2 Zacatecas	15
2.5 Importancia del mezquite	16
2.5.1 Aspectos útiles	16
2.5.2 Potencial forrajero	16

2.5.3	Uso forestal	17
2.5.4	Uso medicinal	18
2.5.5	Usos de la goma	19
2.5.6	Usos apícolas	19
2.6	Ecología y biología del mezquite	19
2.6.1	Ecología	20
2.6.2	El mezquite como planta invasora	21
2.6.3	Ciclo de vida y fenología	22
2.6.3.1	Ciclo de vida	22
2.6.3.2	Fenología	22
2.7	Reproducción sexual y asexual	24
2.7.1	Generalidades	24
2.7.2	Reproducción sexual	25
2.7.2.1	Germinación	25
2.7.2.2	Eventos más comunes que ocurren en la germinación	26
2.7.2.3	Mecanismos que impiden la germinación	27
2.7.2.3.1	Tipos de latencia	29
2.7.2.4	Tratamientos para acelerar la germinación	30
2.7.2.5	Viabilidad	31
2.7.2.6	Experiencias sobre germinación en mezquite ( <u>Prosopis spp</u> )	31
2.7.3	Reproducción asexual	32
2.7.3.1	Características de las estacas	33
2.7.3.2	Formación de raíces por las estacas	34
2.7.3.3	Juvenilidad	34
2.7.3.4	Estimulación química del enraizamiento	35
2.7.3.4.1	Las auxinas	35
2.7.3.4.2	Tratamientos con auxinas a estacas	36
2.7.3.5	Experiencias sobre reproducción asexual en mezquite ( <u>Prosopis spp</u> )	37
III.	MATERIALES Y METODOS	39
3.1	Localización del experimento	39

3.2	Elección de especies en estudio	39
3.3	Identificación de especies	39
3.4	Sitios de colecta	39
3.5	Propagación sexual (germinación)	40
3.5.1	Colecta de vaina	40
3.5.2	Selección de la semilla	40
3.5.3	Prueba preliminar	41
3.6	Prueba de enraizamiento	41
3.6.1	Preparación de las camas de enraíce	41
3.6.2	Selección del material para enraizamiento	42
3.6.3	Tratamiento de preestablecimiento al sustrato	42
3.6.4	Tratamiento a las estacas	43
3.6.5	Establecimiento de las estacas	43
3.6.6	Cuidado de las estacas durante el enraizamiento	44
3.6.7	Condiciones ambientales durante el enraíce	44
3.7	Variables a estudiar	44
3.8	Relación de tratamientos	44
3.8.1	Propagación asexual (estacas)	44
3.8.2	Propagación sexual (germinación)	46
3.8.2.1	Prueba 1	46
3.8.2.2	Prueba 2	47
3.8.2.3	Prueba 3	47
3.8.2.4	Prueba 4	47
3.9	Variables de respuesta	47
3.9.1	Propagación asexual	47
3.9.2	Propagación sexual	48
3.10	Diseño experimental	48
3.11	Unidades experimentales	48
3.11.1	Prueba de enraizamiento	48
3.11.2	Prueba de germinación	48
3.12	Método estadístico	49
3.12.1	Análisis de varianza	49
3.12.2	Comparación de medias	49
IV.	RESULTADOS	50
4.1	Propagación sexual (germinación)	50

4.1.1	Prueba 1	50
4.1.1.1	Remojo	50
4.1.1.2	Acido giberélico	50
4.1.1.3	Interacción remojo* ácido giberélico	50
4.1.2	Prueba 2	55
4.1.2.1	Acido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )	55
4.1.2.2	Acido clorhídrico (HCl)	58
4.1.2.3	Acido giberélico ( $AG_3$ )	58
4.1.2.4	Interacción sulfúrico*giberélico	61
4.1.2.5	Interacción clorhídrico*giberélico	61
4.1.3	Prueba 3	63
4.1.3.1	Acido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )	63
4.1.3.2	Acido clorhídrico (HCl)	66
4.1.3.3	Remojo	66
4.1.3.4	Interacción remojo*sulfúrico	70
4.1.3.5	Interacción remojo*clorhídrico	72
4.1.4	Prueba 4	75
4.1.4.1	Especies	75
4.1.4.2	Acidos	76
4.1.4.3	Tiempos de inmersión	80
4.1.4.4	Interacción ácido*tiempos de inmersión	81
4.2	Propagación asexual (estaca)	84
V.	DISCUSION	85
5.1	Germinación	85
5.1.1	Efecto del remojo de la semilla	85
5.1.2	Efecto del ácido giberélico	88
5.1.3	Efecto de los ácidos sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) y clorhídrico (HCl)	91
5.2	Enraizamiento	92
VI.	CONCLUSIONES	94
VII.	BIBLIOGRAFIA	95
VIII.	APENDICE	101

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Nombres comunes en la República Mexicana de las dos especies de <u>Prosopis</u> en estudio ( <u>P. laevigata</u> y <u>P. glandulosa</u> var. <u>torreyana</u> )	9
2	Variables a estudiar en la prueba de enraizamiento para cada especie de <u>Prosopis</u> en estudio	45
3	Variables a estudiar en la prueba 1 de germinación para cada especie de <u>Prosopis</u> en estudio	45
4	Variables a estudiar en la prueba 2 de germinación para cada especie de <u>Prosopis</u> en estudio	45
5	Variables a estudiar en la prueba 3 de germinación para cada especie de <u>Prosopis</u> en estudio	46
6	Variables a estudiar en la prueba 4 de germinación para ambas especies de <u>Prosopis</u> en estudio	46
7	Efecto del tiempo de remojo en agua y de las concentraciones de Ac. giberélico sobre el porcentaje (%) de germinación obtenido en la especie <u>P. glandulosa</u> var. <u>torreyana</u>	51
8	Efecto del tiempo de remojo en agua a temperatura ambiente y de las concentraciones de ácido giberélico sobre el porcentaje de germinación en semillas de <u>P. laevigata</u>	51
9	Efecto de distintas concentraciones de ácido sulfúrico (%) y de ácido giberélico (ppm) sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de <u>P. glandulosa</u> var. <u>torreyana</u>	56
10	Efecto de distintas concentraciones de ácido sulfúrico (%) y de ácido giberélico (ppm) sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de <u>P. laevigata</u>	57
11	Efecto de distintas concentraciones de ácido clorhídrico (%) y de ácido giberélico (ppm), sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de <u>P. glandulosa</u> var. <u>torreyana</u>	59
12	Efecto de distintas concentraciones de ácido clorhídrico (%) y de ácido giberélico (ppm), sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de <u>P. laevigata</u>	60

- 13 Efecto del tiempo (hrs) de remojo en agua a temperatura ambiente y de las concentraciones (%) de ácido sulfúrico, sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. glandulosa var. torreyana 65
- 14 Efecto del tiempo (hrs) de remojo en agua a temperatura ambiente y de las concentraciones (%) de ácido sulfúrico sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. laevigata
- 15 Efecto del tiempo (hrs) de remojo en agua a temperatura ambiente y de las concentraciones (%) de ácido clorhídrico, sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. laevigata 68
- 16 Efecto de distintos tiempos de inmersión en ácido sulfúrico, sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata 77
- 17 Efecto de distintos tiempos de inmersión en ácido clorhídrico (36.5%) sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata 77
- 18 Efecto de distintos tiempos de inmersión (ti) de semillas de P. glandulosa var. torreyana en dos tipos de escarificadores químicos (ac. sulfúrico y ac. clorhídrico) sobre el porcentaje de germinación obtenido 78
- 19 Efecto de dos tipos de escarificadores químicos (ac. sulfúrico y ac. clorhídrico) con distintos tiempos de inmersión de la semilla de P. laevigata sobre el porcentaje de germinación obtenido 79

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ciclo de desarrollo anual de <u>mezquite</u> , <u>correlacionando</u> eventos y <u>períodos</u> efectivos para <u>dise</u> <u>minación</u> aérea ó <u>terrestre</u> y <u>aplicaciones</u> <u>folia</u> <u>res</u> de <u>herbicida</u>	23
2	Estructuras <u>importantes</u> en una <u>plántula</u> de <u>mezquite</u> de 7 días de <u>emergido</u>	28
3	Efecto de la <u>interacción</u> de <u>tiempos</u> de <u>remojo</u> (hrs) y <u>distintas</u> <u>concentraciones</u> (ppm) de <u>ácido</u> <u>giberélico</u> , sobre el <u>porcentaje</u> de <u>germi</u> <u>nación</u> obtenido en <u>semillas</u> de <u>P. glandulosa</u> <u>var. torreyana</u>	53
4	Efecto de la <u>interacción</u> de <u>tiempos</u> de <u>remojo</u> (hrs) y <u>distintas</u> <u>concentraciones</u> (ppm) de <u>ácido</u> <u>giberélico</u> , sobre el <u>porcentaje</u> de <u>germinación</u> en <u>semillas</u> de <u>P. laevigata</u>	54
5	Efecto de la <u>interacción</u> de <u>distintas</u> <u>concentra</u> <u>ciones</u> de <u>ácido</u> <u>sulfúrico</u> (%) y <u>ácido</u> <u>giberéli</u> <u>co</u> (ppm), sobre el <u>porcentaje</u> de <u>germinación</u> en <u>semillas</u> de <u>P. laevigata</u>	62
6	Efecto de la <u>interacción</u> de <u>distintas</u> <u>concentra</u> <u>ciones</u> de <u>ácido</u> <u>clorhídrico</u> (%) y <u>ácido</u> <u>giberé</u> <u>lico</u> (ppm), sobre el <u>porcentaje</u> de <u>germinación</u> en <u>semillas</u> de <u>P. laevigata</u>	64
7	Efecto de la <u>interacción</u> del <u>tiempo</u> (hrs) de <u>remojo</u> y <u>concentraciones</u> (%) de <u>ácido</u> <u>sulfúrico</u> , sobre el <u>porcentaje</u> de <u>germinación</u> en <u>semillas</u> de <u>P. glandulosa</u> <u>var. torreyana</u>	71
8	Efecto de la <u>interacción</u> del <u>tiempo</u> (hrs) de <u>remojo</u> y <u>concentraciones</u> (%) de <u>germinación</u> en <u>semillas</u> de <u>P. laevigata</u>	73
9	Efecto de la <u>interacción</u> del <u>tiempo</u> (hrs) de <u>re</u> <u>mojo</u> y <u>concentraciones</u> (%) de <u>ácido</u> <u>clorhídrico</u> , sobre el <u>porcentaje</u> de <u>germinación</u> en <u>semillas</u> de <u>P. glandulosa</u> <u>var. torreyana</u>	74
10	Efecto de <u>distintos</u> <u>tiempos</u> de <u>inmersión</u> (min) de <u>ácido</u> <u>sulfúrico</u> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) y <u>ácido</u> <u>clorhídrico</u> (HCl) sobre el <u>porcentaje</u> (%) de <u>germinación</u> en <u>semillas</u> de <u>P. glandulosa</u> <u>var. torreyana</u>	82

- 11 Efecto de distintos tiempos de inmersión (min) de semillas de P. laevigata en ac. sulfúrico y ac. clorhídrico, sobre el porcentaje de germinación obtenido 83
- 12 Esquema de la combinación de los tipos de mecanismos que imponen reposo, mostrando sus relaciones en la especial determinación de la germinación de algunas semillas 87

INDICE DE CUADROS EN EL APENDICE

Cuadro		Página
1A	Análisis de varianza (ANVA), de los tratamientos aplicados a semillas de <u>P. glandulosa</u> var. <u>torreyana</u> desglozados por factores	102
2A	Análisis de varianza (ANVA), de los tratamientos aplicados a semillas de <u>P. laevigata</u> , desglozados por factores (remojo, ácido <u>giberélico</u> y la <u>inte</u> racción resultante)	102
3A	Prueba No. 2 Especie: <u>Glandulosa</u> T. de ácido: <u>sulfúrico</u>	103
4A	Prueba No. 2 Especie: <u>Laevigata</u> T. de ácido: <u>sulfúrico</u>	104
5A	Prueba No. 2 Especie: <u>Glandulosa</u> T. de ácido: <u>clorhídrico</u>	103
6A	Prueba No. 2 Especie: <u>Laevigata</u> T. de ácido: <u>clorhídrico</u>	104
7A	Prueba No. 3 Especie: <u>Glandulosa</u> Fuente Química: <u>Ac. sulfúrico</u>	105
8A	Prueba No. 3 Especie: <u>Laevigata</u> Fuente Química: <u>Ac. sulfúrico</u>	106
9A	Prueba No. 3 Especie: <u>Glandulosa</u> Fuente Química: <u>Ac. clorhídrico</u>	105
10A	Prueba No. 3 Especie: <u>Laevigata</u> Fuente Química: <u>Ac. clorhídrico</u>	106
11A	Análisis de varianza entre especies al utilizar ácido clorhídrico (HCl) sin considerar tiempo de <u>inmersión</u> (ti)	107

12A	Análisis de varianza entre especies al utilizar ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), sin considerar tiempo de inmersión (ti)	107
13A	Análisis de varianza para <u>P. glandulosa</u> var. <u>torreyana</u> al utilizar distintos tiempos de inmersión (ti) en dos tipos de escarificadores (ac. sulfúrico y ac. clorhídrico)	107
14A	Análisis de varianza para <u>P. laevigata</u> al utilizar distintos tiempos de inmersión (ti) en dos tipos de escarificadores (ac. sulfúrico y ac. clorhídrico)	108
15A	Efecto del tiempo (hr) de remojo en agua a temperatura ambiente y de las concentraciones (%) de ácido clorhídrico, sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de <u>P. glandulosa</u> var. <u>torreyana</u>	108

## RESUMEN

El mezquite (Prosopis spp) es un recurso con gran potencial agronómico para ser desarrollado en zonas áridas y semiáridas, ya que es una especie con diversos tipos de aprovechamiento (forrajero, alimenticio, artesanal, para construcción, etc.), y dada la tala immoderada de que ha sido objeto es necesaria la rehabilitación de este recurso, mediante reforestación de las zonas afectadas. Para lograr lo anterior, se tiene como obstáculo la dormancia que presentan las semillas de la mayoría de las especies silvestres. Debido a esto, el objetivo de este trabajo fué evaluar el efecto de distintos tratamientos para incrementar la propagación sexual y asexual en dos especies de mezquite (P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata).

Se realizaron cuatro pruebas de germinación en las cuales se dividieron los siguientes factores y niveles: remojo de la semilla (0, 24 y 48 hrs), concentraciones de ácido giberélico (0, 100, 200 y 250 ppm), concentraciones de ácido sulfúrico (0, 5, 15, 30 y 98.3%) y ácido clorhídrico (0, 5, 15, 30 y 36.5%). Además, se realizó una prueba de enraizamiento en la cual se utilizaron dos estimuladores de enraizamiento AIA y AIB con 3000, 6000 y 9000 ppm. Llevándose a cabo todas las pruebas en condiciones de invernadero, contándose además, con camas calientes de propagación para la prueba de enraizamiento. Los resultados obtenidos en germinación indicaron que no existió efecto del remojo y del ácido giberélico en ambas especies estudiadas. Al utilizar escarificadores, el mejor porcentaje de germinación en P. glandulosa var. torreyana (20%) se obtuvo al emplear 5% de ácido sulfúrico, mientras que en P. laevigata los mejores porcentajes de germinación (48.33 y 50%) se obtuvieron con 15% de  $H_2SO_4$  y con 36.5% de HCl respectivamente, este último con 30 min de inmersión de la semilla. En la prueba de enraizamiento no se obtuvieron resultados positivos.

## I. INTRODUCCION

Debido al aumento desmedido de población que se registra en el mundo, resulta imperativa la necesidad de buscar nuevas fuentes de satisfactores, principalmente alimenticios, forestales y energéticos.

Las zonas áridas y semiáridas ofrecen una posibilidad de solución, siempre y cuando se sepan manejar adecuadamente sus recursos naturales, los cuales frecuentemente son objeto de abuso, especialmente en lo que se refiere a la vegetación. Es necesario desarrollar el potencial de estas plantas nativas como fuente de nutrición humana y de forraje, así como explorar los usos múltiples derivados de ellas. Interesan especialmente aquellas plantas utilizadas rústicamente por los moradores de estas regiones en donde la investigación requiere orientarse a la adaptación de plantas de uso potencial a la tecnología de la agricultura moderna. El repertorio de nuevos cultivos bajo esta consideración incluye muchas especies de diversos grupos de plantas, dentro de éstas, el mezquite (Prosopis spp) puede ser tomado como un ejemplo con potencial agronómico para ser desarrollado, cuyos resultados pueden tener un impacto económico, social y ecológico.

El mezquite tiene diversos tipos de aprovechamiento; el tronco se usa para carbón, leña, brazuelo, postes para cerca, pisos de parket, etc.; la vaina se emplea para la alimentación de humanos y/o animales; la goma para usos farmacéuticos y el nectar de las flores es recolectado por las abejas para elaborar miel, además de la utilización de la madera para actividades artesanales, etc. En la industrialización de este recurso se obtienen a nivel comercial sustancias tales como aceites esenciales de alto valor en la industria de la perfumería, sustancias medicinales, tintes, taninos, etc.

De acuerdo con algunos estudios realizados en México (Gómez 1970, Miranda 1978, Brito 1980, Felger et al. 1981, Castro et al. 1983), uno de los productos principales del mezquite es la vaina, pues su recolección tiene considerable importancia económica, ya que incrementa los ingresos de los campesinos en la época de sequía. Los indígenas de mesoamérica y otras regiones consumían las vainas de mezquite directamente, y más frecuentemente eran hechas harina en un mortero y posteriormente humedecidas con el propósito de hacer bolas o pasteles que pudieran ser almacenados para posterior consumo.

En la actualidad la vaina de mezquite contribuye a disminuir el costo de las raciones alimenticias que suministran a varios tipos de ganado en estas regiones áridas y semiáridas del país. Es pues, el fruto del mezquite un recurso apreciado su recolección ayuda a la subsistencia de familias campesinas ubicadas en estas regiones de escaso desarrollo agrícola dadas sus condiciones de aridez. Desde este punto de vista se ha recomendado el cultivo y mejoramiento del mezquite como especie de aprovechamiento integral, señalándose que una vez pasada su edad de máxima productividad de vaina, la madera puede usarse según convenga, además, esta planta constituye uno de los recursos forestales más abundantes y ampliamente distribuidos en las zonas áridas y semiáridas de la República Mexicana.

Así pues, considerando la gran importancia que representa el mezquite como planta con alto potencial forrajero el cual puede desarrollarse bajo condiciones de un manejo agronómico para su aprovechamiento racional; es necesario implementar alguna metodología adecuada para la producción de plantas a gran escala ya que esto representa una base sustancial para su posterior establecimiento en el campo con prácticas propias de manejo.

Es por ello que en el presente trabajo se plantea como objetivo gene

ral aportar información sobre una metodología que incremente la producción masiva de plantas con fines de reforestación en dos especies de mezquite que se encuentran distribuidas en el Altiplano Potosino (Prosopis glandulosa var. torreyana y Prosopis laevigata) mediante las técnicas de reproducción sexual y asexual.

### 1.1 Objetivos

Evaluar el efecto de distintos tiempos de inmersión de la semilla en agua a temperatura ambiente, el efecto de cuatro concentraciones de ácido giberélico, así como el efecto interaccionado entre ambos factores sobre la germinación de semillas de dos especies de mezquite (P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata).

Evaluar el efecto de dos concentraciones de ácido giberélico y de tres concentraciones de dos tipos de escarificador químico (HCl y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), además de el efecto interaccionado de ambos factores sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de dos especies de mezquite (P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata).

Evaluar el efecto de tres tiempos de inmersión de la semilla en agua a temperatura ambiente, el efecto de cuatro concentraciones de dos tipos de ácido (HCl y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), así como el efecto de la interacción, sobre la germinación en semillas de dos especies de mezquite (P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata).

Evaluar el efecto de cuatro tiempos de inmersión de la semilla en soluciones concentradas de los escarificadores químicos empleados (HCl y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de dos especies de mezquite (P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata).

Valorar el efecto de dos reguladores de crecimiento (AIA y AIB), bajo tres concentraciones distintas, sobre el porcentaje de enraizamiento de estacas de dos especies de mezquite (P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata).

Comparar dos métodos de propagación (sexual y asexual), para definir cual de ellos es el más adecuado para la producción de planta a gran escala, en las dos especies de mezquite en estudio (P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata).

## 1.2 Hipótesis

No hay diferencia estadística significativa en el comportamiento de dos especies de mezquite (Prosopis glandulosa var. torreyana y P. laevigata) a la aplicación de los distintos tratamientos a las estacas para estimular su enraizamiento.

Existe diferencia significativa en el efecto de los reguladores de crecimiento estudiados en su distinta concentración sobre el porcentaje de enraizamiento obtenido.

No existe diferencia estadística significativa en el comportamiento de dos especies de mezquite (Prosopis glandulosa var. torreyana y P. laevigata) a la aplicación de los distintos tratamientos a las semillas para incrementar su germinación.

Existe diferencia significativa en el efecto de los tratamientos es carificantes estudiados en sus distintas concentraciones sobre el porcentaje de germinación obtenido.

Existe diferencia estadística significativa en el efecto de la aplicación de ácido giberélico sobre el porcentaje de germinación obtenido.

No existe diferencia significativa en el efecto de la inmersión en agua a temperatura ambiente sobre el porcentaje de germinación obtenido.

### 1.3 Supuestos

Los materiales y la metodología utilizada en el presente trabajo serán los más adecuados para lograr los objetivos planteados.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Origen

El mezquite es el nombre común para leguminosas perennes, leñosas de el género Prosopis, es un género primitivo Mimosoideae tal como lo prueban sus granos de polen simple y la mayoría de los pétalos libres (Dávila 1983). Algunos autores mencionan que posiblemente las especies Asiáticas de Prosopis, las especies americanas desarrolladas en el Hemisferio oeste, e incluso el relacionado género Prosopidastrum formalmente considerado como sección de Prosopis con dos especies, parecen tener un origen común en un centro floral desértico ancestral localizado en Africa Tropical donde solo persiste P. africana la menos especializada de las especies (Burkart 1943, Signoret 1970, Felker 1979, Felger 1981, Peña 1981, Dávila 1983, Galindo 1983).

Signoret (1970) menciona que Prosopis es un género pantropical, es decir, con representantes en las zonas tropicales y subtropicales de ambos hemisferios, Wegeneer; citado por Dávila (1983); asienta que los ancestros de las especies actuales de Prosopis pueden haber emigrado silvestramente del centro Africano, tanto al este como al oeste, evolucionando lentamente especies que fueron adaptadas sin dispersarse largas distancias sino con una difusión endozoica muy efectiva a través de mamíferos y aves mayores (Burkart, 1976, Peña 1981, Dávila 1983).

En América se consideran dos centros de origen; primeramente el Argentino-Paraguay-Chileno, y en segundo lugar el México-Texano, donde se presentan la mayoría de las 43 especies con que cuenta el género, ya que en ambos centros existen especies endémicas que indican su antigüedad. Las especies americanas se fueron formando a base de mutaciones y especiación genética. Las especies reportadas para la República Mexicana

son: P. articulata, P. tamaulipana, P. juliflora, P. glandulosa, P. pubescens, P. laevigata, P. reptans var. cinerascens y P. palmeri (Burkart 1943, Felker 1979, Felker y Roberson 1982).

## 2.2 Clasificación taxonómica

Signoret (1970) establece que la taxonomía de los mezquites no se ha definido aún con claridad, García 91967), Lawrence 91971) y Galindo (1983) coinciden en que dicha clasificación es de la siguiente manera:

Phylum .....	Spermatophyta
Clase .....	Angiospermae
Subclase .....	Dicotyledoneae
Orden .....	Rosales
Serie .....	Choripetaleae
Familia .....	Leguminosae
Subfamilia .....	Mimosoidea
Género .....	<u>Prosopis</u> (L.)

Prosopis fue descrito primeramente por Linnaeus (1767); citado por Peña (1981) en la sección Decandria Monogynia (10 estambres y un pistilo). La especie tipo es P. spicigera, de la India ahora sinónimo de P. cineraria (L.) Druce. Descripciones posteriores han sido presentadas por Bentham (1875); citado por Peña (1981), Sargent (1905), Standley (1926); citado por Peña (1981), Correl y Johnston (1970), Burkart (1976), Hutchinson (1964), Espinoza (1979) y Anónimo (1979).

Prosopis fué segregado en 6 secciones por Burkart (1940) citado por Peña (1981): Adenopsis, Anonychium, Lomentaria, Strombocarpa, Lavernicarpa y Algarobia. Prosopis glandulosa y Prosopis laevigata pertenecen a la sección Algarobia, serie Chilensis. Las demás especies de esta misma serie

son: P. chilensis, P. juliflora, P. nigra, P. caldenia, P. flexulosa, P. alpataco, P. alba, P. velutina y P. pugionata (Burkart 1976).

De acuerdo con García (1967) y Burkart y Simpson (1977) el género Prosopis presenta cinco grupos naturales en los cuales hay especies muy similares. Esta similitud y las constantes hibridaciones interespecíficas han sido la causa de las confusiones de los taxónomos respecto a la clasificación correcta de Prosopis.

En estudios recientes Benson y Darrow (1981) manteniendo la posición de la especie única de mezquite, admiten 5 variedades de Prosopis juliflora (Sw) DC. variedad juliflora; variedad velutina (Wotton) Sarg.; variedad glandulosa (Torrey) Cockerell; variedad torreyana L. Benson; y la variedad articulata (S. Watts) Wiggins.

### 2.2.1 Etimología

Prosopis es una palabra griega utilizada por Dioscorides para designar a Arctium sp. en referencia a su fruto espinoso (Peña 1981).

juliflora se deriva de "julus" que significa "amento", refiriéndose a las espiguillas de la inflorescencia, dispuestas en amentos; glandulosa se refiere a las glándulas pedunculadas que nacen en las anteras (Havard (1884); citado por Peña 1981).

La palabra mezquite viene del Náhuatl "Mizquitl" que es apócope de "Mizquicuahuitl" (árbol del mezquite), de "Mizquitl" árbol de goma para tinta, y "Cushuitl" árbol (Cabrera 1975).

### 2.2.2 Nombres comunes

Dada la distribución de Prosopis en América, las diferentes especies de este género poseen una gran variedad de nombres comunes en dife

rentes lenguas. El Cuadro 1 presenta una compilación de algunos de los nombres vernáculos con los que se conocen las dos especies de Prosopis en estudio, en algunos lugares de la República Mexicana.

Cuadro 1. Nombres comunes en la República Mexicana de las dos especies de Prosopis en estudio (P. laevigata y P. glandulosa var. torreyana).

NOMBRE COMUN	LOCALIDAD	NOMBRE CIENTIFICO
Algaroba <sup>2</sup>	Michoacán	<u>P. laevigata</u>
Chácata <sup>1,2</sup>	Michoacán; Tarasco	<u>P. laevigata</u>
Chúcata <sup>1,2</sup>	Michoacán; Tarasco	<u>P. laevigata</u>
Inda-a <sup>2</sup>	Oaxaca; Culcatleca	<u>P. laevigata</u>
Ju'upa <sup>2</sup>	Sonora y Sinaloa; Mayo	<u>P. glandulosa</u> var. <u>torreyana</u>
Jupala <sup>2</sup>	Sonora y Chihuahua	<u>P. glandulosa</u> var. <u>torreyana</u>
T'ahil <sup>1,2</sup>	Hidalgo; Otomi	<u>P. laevigata</u>
Taj <sup>2</sup>	Hidalgo; Otomi	<u>P. laevigata</u>
Toji <sup>2</sup>	Hidalgo; Otomi	<u>P. laevigata</u>
Tzirtzcum <sup>1</sup>	Michoacán; Tarasco	<u>P. laevigata</u>
Tsirísicua <sup>2</sup>	Michoacán; Tarasco	<u>P. laevigata</u>
Tziritzecua <sup>2</sup>	Michoacán; Tarasco	<u>P. laevigata</u>
Vejove <sup>2</sup>	Chihuahua; Tarahumara	<u>P. glandulosa</u> var. <u>torreyana</u>
Upala <sup>2</sup>	Chihuahua; Guarigía	<u>P. glandulosa</u> var. <u>torreyana</u>
Utuh <sup>2</sup>	San Luis Potosí; Huasteco	<u>P. laevigata</u>
Chacaca <sup>1,2</sup>	Michoacán; Tarasco	<u>P. laevigata</u>

<sup>1</sup> García, 1967

<sup>2</sup> Peña, 1981

### 2.2.3 Intergradación genética

Las controversias relacionadas con la taxonomía del género Prosopis han sido ocasionadas por la carencia de límites morfológicos bien definidos entre especies. Esta introgresión es probablemente debido a hibridaciones interespecíficas coincidiendo en esto Johnston (1962), Burkart (1976) y Felker (1979).

Respecto a lo anterior Grahman (citado por Johnston 1962) localizó en Tamaulipas una zona de contacto o zona de intergradación morfológica

entre P. glandulosa de hoja larga y un tipo de mezquite de hojas cortas identificado como P. laevigata por Johnston (1962).

Johnston (op. cit.) también menciona una posible introgresión de P. laevigata a P. glandulosa desde el centro de Durango hasta la región del Big Bend en Texas, y una pequeña contaminación genética de P. velutina a P. glandulosa en Chihuahua y al Oeste de Coahuila.

Felger et al. (1981) mencionan también haber encontrado en el Desierto Sonorense indicaciones de hibridaciones entre P. glandulosa var. torreyana y P. velutina.

### 2.3 Descripción botánica

#### 2.3.1 Generalidades

El mezquite es un árbol o arbusto muy común en las regiones áridas de México, presenta varias formas de crecimiento que van desde el arbusto rastrero de ramas contrahechas con escasas hojas, hasta el árbol corpulento de copa espaciosa y tupida, según las condiciones climáticas y edáficas ésta puede llegar a ser redonda y simétrica (González et al. 1964, Signoret 1970, Miranda 1978, Peña 1981, Dávila 1983, Galindo 1983, Hutchinson 1964, Espinoza 1979, Anónimo 1979).

En las regiones secas del país es generalmente el único elemento de porte y características de un verdadero árbol; es muy apreciado por su madera dura y resistente crece en cualquier lugar pero prefiere en forma notable suelos aluviales, especialmente donde hay agua freática disponible, la cual es capaz de extraer a profundidades considerables (más de 20 m) (Felker 1979), pues su sistema radical está extraordinariamente desarrollado, bajo estas condiciones óptimas llega a desarrollar más de 15 m de altura y un tronco de un metro de diámetro o más (González et al. 1964, Felker 1979, Peña 1981, Dávila 1983, Galindo 1983).

### 2.3.2 Raíz

Las raíces del mezquite son de dos tipos. Una de ellas penetra verticalmente en el suelo a profundidades de 6 a 19 m aproximadamente en busca de nutrientes, las otras raíces son secundarias y se esparcen lateralmente hasta 15 m a la redonda dividiendo la superficie en láminas (Miranda 1978, Peña 1981, Galindo 1983). La profundidad alcanzada por las raíces verticales se debe en parte a la capacidad del mezquite para lograr crecimiento radical bajo concentraciones de oxígeno extremadamente bajas (Bogush 1951). Se cree que este crecimiento ocurre durante los meses de verano, cuando la humedad y temperatura del suelo se encuentran en sus niveles más altos (Meyer et al. 1971).

### 2.3.3 Tallo

El mezquite presenta tres formas básicas de crecimiento: 1) árbol de un solo tallo, 2) arbusto de varios tallos y, 3) arbusto decumbente o rastrero (Meyer et al. 1971). Esta última forma ha sido considerada por Burkart (1976) como una nueva variedad: Prosopis glandulosa var. postrata. Sin embargo, en este trabajo se sigue el criterio de Johnston (1962), quién considera el mezquite decumbente como una forma de crecimiento que se presenta en P. glandulosa y en P. laevigata y que presenta las ramas primarias en forma horizontal y adyacentes a la superficie del suelo o ligeramente enterradas. Las porciones aéreas son comparativamente delgadas y alcanzan una altura hasta de un metro, muchas veces se presenta cerca o dentro de comunidades de mezquite arbóreo (Johnston 1962).

Las yemas de crecimiento del mezquite inician sus actividades cuando la temperatura del suelo excede los 19°C aproximadamente. Al igual que las hojas y las inflorescencias los nuevos tallos concentran su crecimiento en el ápice. La mayoría de los rebrotes son producidos a partir de tallos

menores de tres años. Por regla general, el mezquite produce una espina en cada nudo de los nuevos rebrotes (Meyer et al. 1971).

#### 2.3.4 Hoja

Las hojas son alternas, en las ramillas de un año y fasciculadas en las de varios años, cono sin estipulas, parabipinada con 2-4 pinnas por hoja, característica de toda la subfamilia mimosoideae, la mayoría de las especies de Prosopis presentan uno o unos cuantos pares de hojas, nunca una hoja apical solitaria, foliolos angostos, generalmente de 6 a 15(-20) pares de pinna, de 15 a 62 mm de largo, follaje casi siempre glabro, las hojas e inflorescencias emergen primero de los tallos de un año de edad. La hoja nace de un primordio foliar en la yema. En el verano el número de hojas decrece a causa del daño de insectos o vientos, y caen en el otoño (Signoret 1970, Meyer et al. 1971, Miranda 1978, Dávila 1983).

#### 2.3.5 Flor

Las flores de Prosopis son de color blanco-verdoso y despiden un olor bastante agradable, son del tipo común actinomorfo, pentamerósas, pequeñas, con 10 estambres libres miden de dos a tres cm y están sostenidas en espigas por pedunculos fuertes de 12 a 20 mm, son hermafroditas; las anteras son aparentemente el modelo primitivo de un florete mimosoide, con una glándula pequeña y decidua en el apéndice, el ovario es súpero y está cubierto de filamentos sedosos; el cáliz es campanulado y llega a un cuarto de la longitud de los pétalos; corola con pétalos lineares; los estambres son rectos y divergentes y de tamaño doble de la corola terminan en una glándula caediza situada sobre el conectivo de las anteras (Correl y Johnston 1970, Signoret 1970, Miranda 1978, Dávila 1983).

El estudio de la floración en el mezquite es difícil debido a la

necesidad de identificar no solo la presencia de flores, sino detectar también el desarrollo proterogíneo (Burkart 1976).

Las nuevas inflorescencias se desarrollan a partir de las yemas axilares en el meristemo basal, iniciándose alrededor del octavo nudo de los tallos de un año de edad, las inflorescencias dominantes son las apicales, pareciendo originarse en el ápice del nuevo rebrote y no en el tallo del año anterior (Meyer et al. 1971).

#### 2.3.6 Fruto

El fruto es una vaina o legumbre indehisciente modificada llamada lometa drupáceo; linear, recto o curvo (Dávila 1983) y, en algunas especies espiral; pueden variar en longitud desde 3 hasta 30 cm (Felker 1979).

Las vainas completas tienen cerca del 13% de proteína y pueden contener arriba del 30% de sacarosa (Felker 1979). El endocarpo está dividido en segmentos, endurecido y segmentado en juntas de una sola se milla cada uno, coriáceo, cerrado o algunas veces se abre fácilmente (Dávila 1983). El epicarpo es duro, y descansa sobre un mesocarpo esponjoso azucarado y fibroso (Meyer et al. 1971).

La apariencia de las vainas del mezquite varía con la región. Walton (1923) (citado por Peña 1981) reporta frutos de color blanco a crema, listados con rojo oscuro o morado; las medidas promedio fueron, largo 160 mm; ancho 9 mm; grueso 5 mm; peso 3.98 g en verde y 3.05 g seco. El número de semillas por vaina fué de 11 a 24, con 18 como promedio.

#### 2.3.7 Semilla

Las semillas de Prosopis son de color café, pardas o pardo-rojizas,

ovales, con cotiledones amarillos y duros; de cinco mm de ancho, siete mm de largo y dos mm de espesor en el centro aproximadamente; comprimidas con línea fisural, de consistencia dura, con endosperma mucilaginoso rodeando el embrión. El peso promedio de una semilla es de 34.6 mg de los cuales el 47.9% corresponde a la testa, y el 52.1% a los embriones; las semillas enteras completas contienen aproximadamente 27% de proteína, pero después de quitarles el revestimiento grueso contienen del 55 al 69% de proteína (Meyer et al. 1971, Felker 1979, Peña 1981).

Las semillas del mezquite poseen una membrana impermeable lo que les permite permanecer viables por mucho tiempo. Esta impermeabilidad les permite sobrevivir bajo condiciones climáticas desfavorables, resistir ataques fúngicos y, permanecer viables después de haber pasado por el tracto digestivo de un animal. La diseminación de las semillas del mezquite se ha atribuido principalmente al ganado y a lagomorfos, los que, al no digerir las semillas de mezquite que consumen, las depositan en las evacuaciones. Las heces constituyen un medio favorable para la germinación y desarrollo de la plántula, pues proveen a los cotiledones de una humedad más persistente que la del medio y una temperatura apropiada resultante de la actividad bacteriana (Tschirley y Martin 1960, Felker 1979, Peña 1981).

Si no es consumida por animales, la semilla entra en dormancia hasta que el revestimiento o testa es desgastado por el medio ambiente (Meyer et al. 1971).

## 2.4 Distribución del mezquite

### 2.4.1 Distribución mundial

Morales (1967), señala que el mezquite se encuentra distribuido en los lugares áridos y secos de México, Estados Unidos, América Central,

India, Perú, Chile, Argentina, Brasil, Irán, Australia, Antillas e Islas Hawaianas.

#### 2.4.2 Distribución en México

Los estados de la República Mexicana que se distinguen por su producción forestal de mezquite son: Sonora, San Luis Potosí, Tamaulipas, Guanajuato, Zacatecas, Durango, Coahuila y Nuevo León, correspondiendo en menor importancia a los estados de: Oaxaca, Sinaloa, Jalisco, Chihuahua, Baja California Norte y Sur, Querétaro y Aguascalientes (Dávila 1983).

#### 2.4.3 Especies de Prosopis distribuidas en el Altiplano Mexicano (San Luis Potosí y Zacatecas)

##### 2.4.3.1 San Luis Potosí

El mezquite en este estado es silvestre y ha sido dispersado tanto por la acción del hombre como por animales, ya que las semillas son resistentes a los fermentos digestivos de los animales que lo consumen como alimento. En forma muy generalizada, a nivel del estado de San Luis Potosí Gómez (1970) da a conocer la predominancia de Prosopis laevigata; Dávila (1983) menciona que de los 22 municipios que constituyen el estado, 17 de ellos cuenta con dicha especie; en estudios más recientes efectuados en las localidades de Matehuala, Venado y Salinas, en San Luis Potosí, Galindo (1983) reporta que las especies P. laevigata, P. glandulosa var. torreyana y P. glandulosa var. glandulosa se encuentran en un porcentaje de 55.0, 46.6 y 0.4% respectivamente.

##### 2.4.3.2 Zacatecas

En este estado las especies de Prosopis que se encuentran detecta

das y su distribución correspondiente son mencionadas a continuación:

P. glandulosa var. torreyana (L. Benson) M.C. Johnston, en la parte norte del estado y P. laevigata (Humb y Bonpl. ex Will) M.C. Johnston, en la parte sur de dicho estado.

Para la identificación de las especies se adoptó la clasificación propuesta por Johnston (1962), y también la distribución concuerda con este autor.

## 2.5 Importancia del mezquite

### 2.5.1 Aspectos útiles

El mezquite en México tiene dos usos fundamentales, uso forestal y como forraje para ganado, sin embargo, diversos investigadores coinciden en que se le pueda dar otros usos.

### 2.5.2 Potencial forrajero

Se ha señalado en diversos trabajos, que la productividad de la vaina del mezquite es alta, así por ejemplo, Hernández (1870) (citado por Gómez 1970) considera al mezquite como una planta forrajera silvestre y hace hincapié en su importancia, que muchas veces pasa inadvertida a los ganaderos, opinando que es conveniente almacenar los frutos y procurar el cultivo del árbol; Rojas (1963) señala que las vainas del mezquite pueden ser aprovechadas en las raciones para cerdos; Cataño (1966) utilizó una mezcla de mezquite con harinolina y comprobó que tiene buena aceptación por el ganado bovino lechero, señalando que es una fuente barata de nutrientes digestibles totales; Cerrud (1967) lo considera una valiosa fuente de alimento para el ganado en zonas áridas, ya sea como ramoneo o como suplemento proveedor de carbohidratos y otros nutrientes, Buzo y Avila (1970) reportan que el mezquite fué fácilmente aceptado por borregos, además de

que baja considerablemente los costos de producción por lo que recomiendan que el fruto (vaina) se convierta en harina y esta sea utilizada como alimento básico.

En cuanto a la productividad del mezquite Morales (1967) menciona que en el estado de Coahuila, en cuatro áreas diferentes pobladas de mezquite se encontró una densidad promedio de 445 árboles/ha con un rendimiento promedio de 4 kg por árbol, es decir 1780 kg/ha.

En otros estudios Felger et al. (1981) evaluaron la producción de vaina en las especies P. velutina y P. glandulosa en el Desierto Sonorense, calculando un promedio de producción de 2308 kg de vaina seca/ha, con una densidad de 118 árboles/ha. Dicha producción se obtuvo de poblaciones completamente silvestres, por lo que se estima que puede ser incrementada mediante técnicas adecuadas de manejo (selección artificial, densidad adecuada, etc.).

Así también Felker (1979) ha considerado factible lograr una producción de 4,000 a 10,000 kg de vaina/ha. Utilizando árboles maduros y una densidad de 200 árboles/ha y sujetos a un manejo de tipo hortícola.

Por otra parte, en lo que respecta al valor nutritivo de la harina procedente de las semillas y vainas de mezquite estas contienen aproximadamente: 10-13% de proteína, 5-6% de agua, 2.5-2.8% de grasa, 26-28% de fibra, 52% de extracto libre no nitrogenado y 4.5% de cenizas (Anónimo 1955, Miranda 1978 y Felker 1979).

Miranda (1978) haciendo un análisis del contenido de carbohidratos reporta 20% de glucosa, 3% de xilosa y 1.7% de manosa.

### 2.5.3 Uso forestal

Escobar (1950), citado por Cerrud (1967), consigna que la madera es muy densa de color rojo oscuro en el centro y amarillo claro en el

albura; es de grano fino muy resistente a la pudrición por cuya razón tiene diversas aplicaciones. Galindo (1983) señala que una vez pasada la edad de máxima productividad de vaina, la madera puede utilizarse de diversas formas algunas de ellas son las siguientes:

- Leña y carbón de la mejor calidad para comercio y autoconsumo
- Construcción de vivienda principalmente techos
- Utensilios diversos y áperos de labranza
- Postes para cerca, durmientes de ferrocarril
- En la obtención de taninos, tinta, goma
- Es un refugio de vida silvestre y conservador de suelos
- En la elaboración de muebles y parqué, artesanías y ebanistería.

(Benson 1941, Burkart 1943, Gómez 1970, Martínez 1976, Miranda 1978, Felker 1979, Galindo 1983).

#### 2.5.4 Uso medicinal

Desde tiempos remotos el mezquite ha sido utilizado en la medicina vernácula; así por ejemplo, Hernández, Morales, Herrera, Alcocer y Rivera, citados por Gómez (1970) mencionan que en la época prehispánica se utilizaban sus hojas, raíces, corteza, yemas y retoños con fines medicinales Martínez (1969). González et al. (1964) y Martínez (1969) establecen que la corteza del árbol o las semillas usadas en infusión pueden ser tomadas con éxito para combatir irritaciones inflamatorias del tubo digestivo de la garganta, faringitis, gastritis, enteritis, así como diarreas, disenteria, uretritis, etc., señalándose también que el jugo de las hojas se dice curativo para algunas enfermedades oculares y de su cocción se obtiene bálsamo de mezquite, para ese tipo de afecciones.

Ferrizi (1948) estudiando la madera de mezquite observó que tiene

un efecto antibacteriano in vitro frente a germen como el estafilococo, carbunco, meningococo, gonococo, subtilis, salmonelas y neumococos.

#### 2.5.5 Usos de la goma

Salinas (1965) menciona que la goma que segrega la corteza del mezquite, es utilizada en Sonora como alimento; señalándose que la secreción puede estimularse por medio de incisiones durante la época de sequía, pudiendo llegar a producir un árbol hasta un kilogramo por año.

Martínez (1976) y Galindo (1983) señalan que la goma de mezquite tiene propiedades muy semejantes a la goma arábica también conocida como goma Senegal o goma de Kordofan y que en ocasiones se utiliza esta goma como un adulterante empleándose sobre todo en las industrias alimenticias, farmacéutica, textil y dulcera.

#### 2.5.6 Usos apícolas

Cerrud (1967) señala que los apicultores del Norte de México atribuyen a las flores del mezquite gran importancia como alimento de las abejas, con la ventaja de que la planta florece tempranamente y por largo tiempo, mencionando que la miel que se obtiene es densa, clara y de sabor agradable. Gómez (1970) señala que la abundante secreción del néctar de las flores tiene amplia utilización en agricultura. Por otro lado Martínez (1976) considera que se deben aprovechar los extensos mezquiales con la instalación de apiarios ya que las flores del mezquite son frecuentadas por una gran cantidad de abejas. Kunhikanan mencionado por Salinas (1965), en un trabajo realizado en la India señala que las flores de un árbol pueden producir néctar para que las abejas elaboren un kilogramo de miel por año.

#### 2.6 Ecología y biología del mezquite

### 2.6.1 Ecología

El mezquite ecológicamente puede clasificarse como una xerófita con hojas. Para regular la transpiración y controlar la economía del agua, la planta pierde folíolos hasta que el balance hídrico se establece de nuevo; cuando el suelo está seco, el mezquite utiliza menor cantidad de agua que cuando la humedad es alta. Este factor es importante en lo que respecta a la competencia con otras plantas (Bogush 1951); es intolerante a la sombra no pudiendo soportar una cobertura aérea densa de un árbol de mayor altura. En México esta leguminosa generalmente se encuentra asociada con otros árboles y arbustos pero nunca cubierto por ellos (Meyer et al 1971).

El género Prosopis se desarrolla en casi todos los tipos de suelos, pero prefiere las planicies bajas con suelo profundo alcanzando sus poblaciones más densas entre las isoyetas de los 450 y 650 mm, lo cual coincide con la franja de los suelos chernozem (Bogush 1951, Johnston 1962).

Bogush (op.cit.) considera al mezquite como un indicador de subirrigación y un nivel freático relativamente alto, pero no superficial, el manto acuífero debe encontrarse cuando menos a 1 m de nivel del suelo, pues el mezquite no sobrevive a inundaciones prolongadas.

De acuerdo a Shantz y Premeisel (1924) (citados por Peña 1981), los matorrales de mezquite son indicadores de las siguientes características: 1) una textura del suelo similar a la de los desiertos de Artemisia, 2) nivel freático a poca profundidad, pero sin llegar a la superficie, 3) abundancia de agua durante los primeros 1.20 m de profundidad durante la primavera, y en menor cantidad durante el otoño principalmente de 0.6 a 1.2 m de profundidad, 4) una cantidad apreciable de sales principalmente entre 0.6 y 1.2 m de profundidad. Existe además una mayor concentración

de potasio, nitrato y fosfato que en los sitios adyacentes.

### 2.6.2 El mezquite como planta invasora

Se ha observado que bajo condiciones óptimas de humedad, la competencia entre gramíneas y mezquite tiende a un mínimo pero esta resulta crítica durante la sequía (Dahl et al. 1974), citados por Peña 1981).

La invasión del mezquite ha sido considerada como un disclímax; los factores a los que se atribuye este fenómeno son los siguientes:

- sobrepastoreo por ganado
- ausencia de fuegos naturales
- dispersión de semillas por ganado y fauna silvestre
- cambios climáticos (sequías principalmente)
- deforestación y
- combate de perritos de la pradera (Cynomys spp), (Bell y Dyksterhuis 1943, Bogush 1951, Johnston 1962, Burkart 1976).

Las ventajas y desventajas del mezquite se han discutido durante mucho tiempo. Las primeras opiniones fueron favorables para el mezquite, pero desde hace algunas décadas la investigación sobre esta planta se dirigió hacia el estudio de sus propiedades nocivas y los métodos para combatirlo (Dahl et al. 1978, citados por Peña 1981).

El mezquite es difícil de erradicar, y el mejor método para lograrlo depende de muchos factores, debido a ésto es imposible establecer o recomendar un método universal de control y, en la mayoría de los casos, las áreas controladas requerirán de un tratamiento periódico de mantenimiento (Fisher 1950, Ames 1966, Herndon 1979, citados por Peña 1981). De ser posible debe implementarse un control integral, y el que mejor resultado a dado es el control mecánico seguido de la asperción (con avión de preferencia) de químicos. Las mezclas de picloran y 2, 4, 5 -T (Tordon) han

mostrado ser muy efectivas (Gómez y González 1980).

El aprovechamiento de los cambios en la época de desarrollo es muy importante para controlar la respuesta de las plantas a métodos de control (Bogush 1951).

### 2.6.3 Ciclo de vida y fenología

#### 2.6.3.1 Ciclo de vida

El ciclo de vida del mezquite esta caracterizado por tres etapas distintas: 1) germinación de semilla; 2) desarrollo de plántulas y; 3) planta joven y planta madura. Cada etapa de desarrollo tiene diferentes tolerancias a factores ambientales afectando su adaptación a condiciones de pastizales. La germinación y el desarrollo de plántulas son las etapas más críticas en el establecimiento de la planta (Bogush 1951).

La segunda etapa de desarrollo (desarrollo de plántula), seguido del establecimiento de planta y durante toda la primer temporada de crecimiento o hasta que la planta haya desarrollado una madurez, la planta pasa por una serie de repetición de eventos asociados con el año o temporada en el ciclo de desarrollo, como lo podemos observar en la Figura 1. Además, los cambios de temporada en la función y estructura de los mezquites son regulados por las plantas y el medio ambiente (Bogush 1951).

#### 2.6.3.2 Fenología

En las especies que predominan en el altiplano se presenta la siguiente variación fenológica según Galindo (1983):

En los primeros días de marzo cuando empieza a presentarse condiciones más benignas (aunque persistiendo condiciones de sequía, de la que en cierto modo es independiente ya que sus profundas raíces le permiten utilizar el agua freática), el mezquite comienza a retoñar.

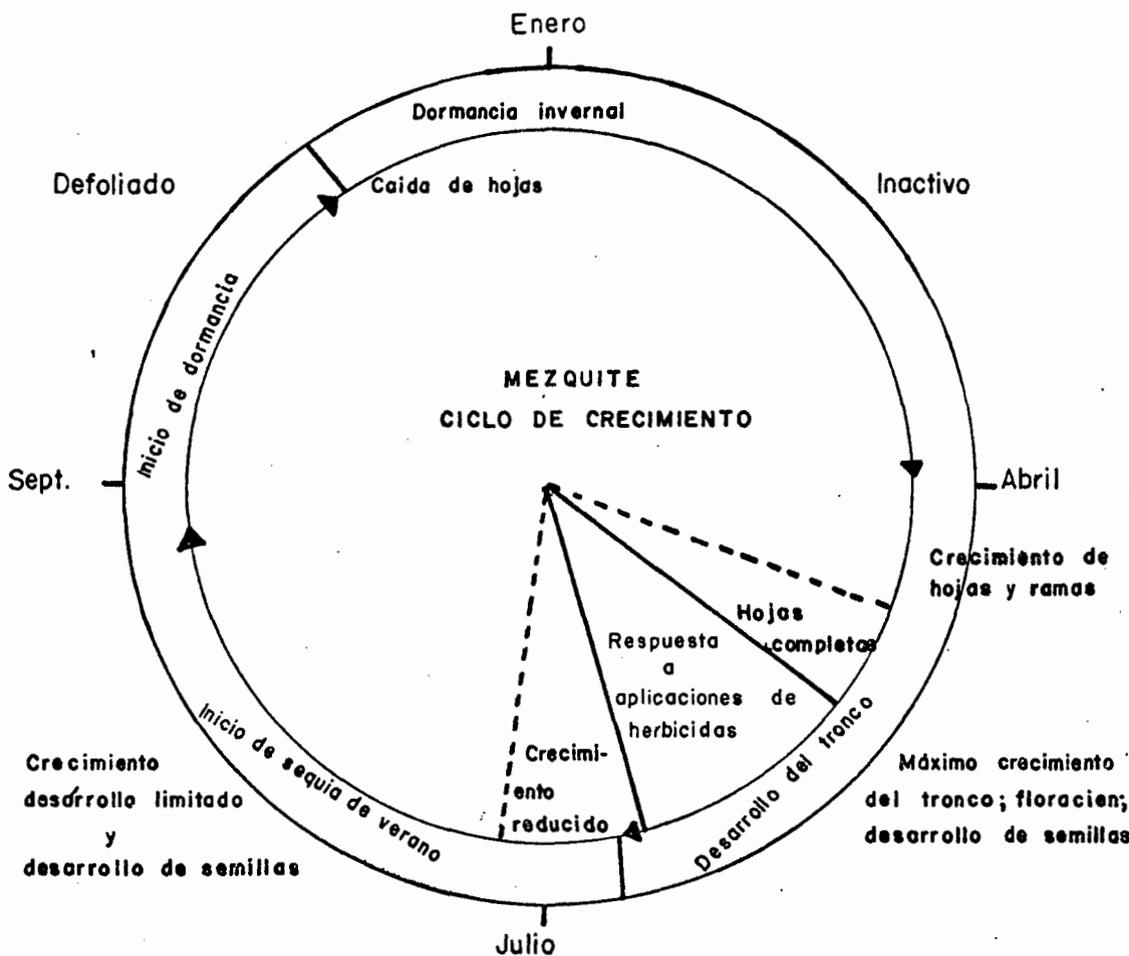


Fig. 1 Ciclo de desarrollo anual de mezquite, correlacionando eventos y periodos efectivos para diseminación aérea o terrestre y aplicaciones foliares de herbicida.

Tomado de: R.H. Haas, R.E. Meyer, C.J. Scifres and J.H. Brock. Growth and development of mesquite. In: Mesquite. Texas A & M University (ed.). 1973. p.18

En marzo también empieza la primera floración la que llega a su máxima intensidad en el mes de abril, la copa se torna amarilla por las innumerables inflorescencias; estas, además de ser muy vistosas generan en sus flores un abundante néctar atrayendo a una infinidad de insectos, con lo que se efectúa la polinización a fines de abril y principios de mayo. Unos días después comienza a notarse la fecundación con la proliferación de cuantiosas vainas pequeñas que principian a elongarse y a engrosar, se manifiesta la fructificación.

En junio la vaina se colorea en señal de maduración, secándose durante julio y con mayor fuerza en agosto, y caen por la acción del viento. Una segunda floración, de mucho menos magnitud que la primera, ocurre en los últimos días de julio y los primeros de agosto, provocando que en septiembre, octubre y todavía noviembre algunos mezquites exhiban frutos maduros; este segundo evento de floración se circunscribe principalmente a los individuos que crecen en buenas condiciones edáficas.

Como el mezquite es una planta caducifolia, en octubre, empieza a perder el follaje paulatinamente, verificándose su máxima disminución a partir de la segunda mitad de diciembre.

## 2.7 Reproducción sexual y asexual

### 2.7.1 Generalidades

Existen especies vegetales que han desarrollado uno u otro mecanismo de propagación. Sin embargo muchos organismos utilizan ambos medios propagativos, lo cual puede aumentar las posibilidades de éxito ecológico (Abrahamson 1980, Howell y Roth 1981).

En poblaciones donde la propagación vegetativa y la reproducción sexual ocurren simultáneamente, la descendencia suele desarrollarse de manera diferente. En el caso de la descendencia asexual generalmente existe

un desarrollo inmediato y cercano al progenitor, con baja tasa de mortalidad y con un genotipo previamente probado en el ambiente.

La descendencia de origen sexual se presenta limitada estacionalmente, se dispersa más ampliamente, generalmente presenta una etapa de latencia, su genotipo es relativamente impredecible y presenta una alta tasa de mortalidad (Abrahamson 1980, Howe y Smallwood 1982).

Una población con propagación vegetativa suele consistir de unos pocos genomios altamente adaptados y abundantes localmente, mientras que una población sexual puede consistir de una gran variedad de genomios de baja aptitud promedio en su ambiente, y con mayores posibilidades ante un ambiente cambiante (Abrahamson 1980).

## 2.7.2 Reproducción sexual

### 2.7.2.1 Germinación

La germinación es el primer paso de la reproducción sexual y es definida por Copeland (1976) como la reanudación del crecimiento activo de embrión, que concluye en la ruptura de la testa y la emergencia de la plántula; Font Quer (1960) (citado por Cetina 1984) menciona que el fenómeno está presente cuando el embrión y el tejido nutritivo embeben el agua y se hinchan; actúan las cimazas y movilizan las reservas, la plántula despierta de nuevo a la vida y reviven todos los meristemas. Es comenzar el desarrollo de una nueva planta.

Por otra parte Bewley y Black (1978) señalan que una semilla viable ha germinado, cuando ésta absorbe agua y se embebe, se activa la respiración, se realiza la síntesis de proteínas y otras actividades metabólicas y después de un período de tiempo, el embrión emerge de la semilla. Mayer y Poljakoff-Mayber (1975) mencionan que en la mayoría la radícula emerge primero, pero en otras el talluelo es el primero en emerger.

### 2.7.2.2 Eventos más comunes que ocurren en la germinación

Durante la germinación toman lugar en la semilla algunos procesos, de los cuales los más importantes son:

- a) Imbibición. Es la absorción del agua por difusión a través de la testa. El agua produce la turgencia de las células y un aumento en volumen; simultáneamente la testa se reblandece y permite un mayor intercambio gaseoso de oxígeno y bióxido de carbono, esto facilita la ruptura de la testa. Este proceso es en gran parte físico y ocurre aún en semillas no viables (Graeme 1972, Copeland 1976, Mc Donough 1964, citado por Peña 1981).
- b) Activación enzimática. A medida que el agua va siendo absorbida, se inicia la actividad celular, la aparición de enzimas específicas y una elevación de la tasa de respiración. Se piensa que en la iniciación de la germinación una hormona vegetal de crecimiento, la giberelina, desempeña un papel clave (Mc Donough 1964, citado por Peña 1981).
- c) Iniciación del crecimiento embrionario. Por la actividad enzimática y la formación de nuevo material se refleja un incremento en el hipocótilo, epicótilo y radícula, además de la división y elongación celular (Graeme 1972).
- d) Ruptura de la testa y emergencia de la plántula. Desde la imbibición del agua comienza a reblandecerse la testa y el hinchamiento que sufre la semilla provoca la ruptura de la testa. Esta ruptura es causada por la presión interna que se origina debido al alargamiento del embrión por lo general la radícula es la primera en emerger (Copeland 1976).
- e) Establecimiento de la plántula. Cuando la plántula se ha liberado de la testa y sus hojas cotiledoneas comienzan a fotosintetizar y la raíz

a absorber y dar una estabilidad firme a la plántula, en estos momentos se puede decir que el proceso de germinación se ha llevado a cabo (Copeland 1976).

El establecimiento de la planta desde el punto de vista silvícola es cuando la planta ha pasado un período de "secas" (no lluvia) y aún continua viva (Cetina 1984).

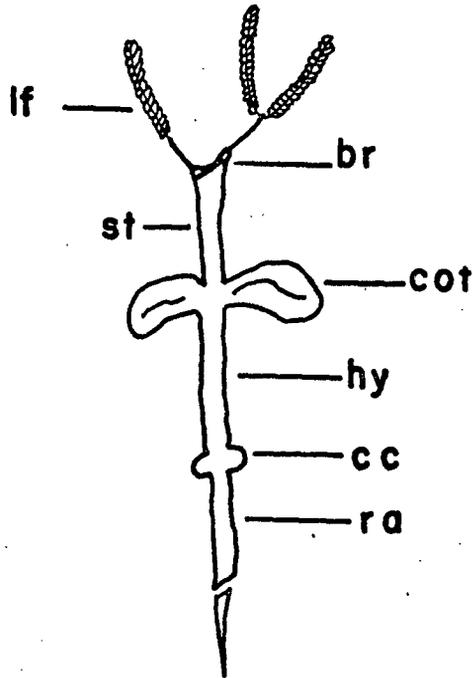
De manera general puede decirse que durante la germinación el agua es tomada rápidamente y dos ó tres horas después estará completamente remojada. Un día después, las raíces primarias emergen de la cobertura de la semilla y son elongadas rápidamente durante dos ó tres días, al poco tiempo los cotiledones se expanden ligeramente y cambian de amarillo a verde brillante; el hipocótilo se alarga sacando los cotiledones fuera del suelo. A los cinco días los cotiledones estan completamente expandidos, y la unión del hipocótilo y la raíz es fácilmente localizada por la presencia de una turgencia en el "collar" o collar cortical, cuya función es dar anclaje a la plántula durante la emergencia Figura 2 (Meyer et al. 1971).

Para que una semilla germine, de acuerdo con Hartmann y Kester (1980) requiere ciertas condiciones siendo las más importantes las siguientes:

1. Que la semilla sea viable
2. Que haya superado toda barrera física o química capaz de impedir o detener el proceso de germinación
3. Que sea colocada en condiciones favorables a dicho proceso

#### 2.7.2.3 Mecanismos que impiden la germinación

Existen mecanismos resultantes del proceso evolutivo que controlan



**Fig 2. Estructuras importantes en un mezquite de siete días emergido**  
*lf*= primeras hojas verdaderas, *st*= tallo, *br*= bráctea, *cot*= cotiledones,  
*hy*= hipocotilo, *cc*= collar cortical, *ra*= radícula.

Tomado de: R. H. Haas, R. E. Meyer, C. J. Scifres and J. H. Brock. Growth and development of mezquite. *In*: Mesquite. Texas A & M University (1973) pag. 12

la germinación, como una estrategia de supervivencia de las especies (Pollock y Toole 1962). Estos mecanismos conocidos como latencia, dormancia, letargo, etc. son de primordial importancia en zonas áridas o frías (Amen 1968, Harper 1977), donde las condiciones ambientales pueden ser desfavorables inmediatamente después de la diseminación. Amen (1968) define la latencia general como "un descanso temporal del crecimiento caracterizado por una detención metabólica parcial con su iniciación y terminación bajo control hormonal endógeno".

#### 2.7.2.3.1 Tipos de latencia

Harper (1977) reconoce y describe tres tipos de latencia:

- a) Latencia innata. Es un estado que impide la germinación de las semillas maduras o viables y es debido al desarrollo incompleto del embrión, el cual requiere de un período de postmaduración; la presencia de inhibidores químicos del crecimiento del embrión es probablemente la principal causa de este tipo de latencia (Vázquez-Yañez, citado por Guevara Fefer 1977).
- b) Latencia inducida. Es una incapacidad para germinar adquirida; esta latencia es causada por algún factor adverso como carencia de oxígeno, exceso de dióxido carbono, temperaturas altas o bajas, etc., es característico de este tipo de latencia el que las semillas permanezcan latentes aún después de que el factor adverso ha cesado de actuar (Vázquez-Yañez, citado por Guevara Fefer 1977).
- c) Latencia forzada. Las semillas pueden mantenerse en latencia por la ausencia de un factor ambiental, incluso en condiciones adecuadas de temperatura y humedad pero continúan latentes por falta de oxígeno, luz, dióxido de carbono, etc. (Harper 1977).

#### 2.7.2.4 Tratamientos para acelerar la germinación

Mayer y Poljakoff-Mayber (1975) señalan que en la naturaleza la testa puede romperse por abrasión mecánica, ataque microbial, paso a través del tracto digestivo de aves y mamíferos, y alternancia de temperatura. En laboratorio se intenta simular lo anterior mediante los siguientes tratamientos:

a) La escarificación. Es un tratamiento mecánico o químico empleado para alterar la cubierta seminal impermeable de algunas semillas y hacerla permeable al agua o al oxígeno (Janick 1965, Villers 1972). La escarificación química, se realiza remojando las semillas en solventes orgánicos o ácidos fuertes (Mayer y Poljakoff-Mayber 1975).

De acuerdo con Hartmann y Kester (1980) la escarificación mecánica se efectúa frotando las semillas con papel lija o una lima, y en gran escala, se emplea un escarificador físico. El remojo en agua caliente es efectivo para suavizar la testa dura de algunas semillas (Young et al. 1978).

b) Estratificación frío-húmedo. Young et al. (op. cit.), estiman que es un tratamiento efectivo para semillas que embeben agua pero no germinan, porque su cubierta impide la difusión de oxígeno hacia el embrión; entonces las semillas deben someterse a bajas temperaturas y sembrarse en capas de un medio húmedo, el medio para la estratificación puede ser arena o sustancias sintéticas (Janick 1965).

c) Tratamiento con luz. Young et al. (op. cit.) indican que si las semillas no germinan después de aplicarles los tratamientos de escarificación y estratificación, deberá probarse el tratamiento con luz. En algunas semillas se puede estimular su germinación tratándolas con luz blanca, otras responden positivamente a la exposición de luz roja

(Hartmann y Kester 1980).

d) Combinación de dos o más tratamientos. La combinación de varios tratamientos, es efectiva para estimular la germinación de semillas con testa impermeable y embrión latente (Hartmann y Kester 1980).

#### 2.7.2.5 Viabilidad

Mayer y Poljakoff-Mayber (1975) señalan que la viabilidad de la semilla es su capacidad de germinación y que ésta se conserva bajo condiciones de actividad metabólica reducida.

Existen varios métodos para determinar la viabilidad de la semilla. Así por ejemplo Janick (1965) y Hartmann y Kester (1980) consideran que la viabilidad se puede determinar mediante el porcentaje de semillas germinadas. Y según Hartmann y Kester (op. cit.) el método más adecuado para determinar viabilidad es el método bioquímico o prueba fotográfica de tetrazolium, basándose en que los tejidos vivos al respirar liberan hidrógeno, el cual al entrar en contacto con la mezcla incolora del tetrazolium tiñe de rojo el embrión.

#### 2.7.2.6 Experiencias sobre germinación en mezquite (Prosopis spp)

Se han probado varias metodologías en las diferentes especies de Prosopis con la finalidad de lograr una rápida y uniforme germinación obteniéndose resultados variables debido a que se han desarrollado con diferentes metodologías y en diferentes especies. Así por ejemplo Glendening y Paulsen (1955), citados por Tschirley y Martin (1960) reportan haber obtenido 15.8% de germinación en semillas desvainadas, mientras que en semillas cortadas individualmente en segmentos de vaina se obtuvo el 44.7% de germinación presentándose ésta hasta el segundo año de su establecimiento.

Rolfo (1963) trabajando con Prosopis nigra mencionan que uno de los mejores resultados obtenidos fué con escarificación mecánica, Leacher et al. (1963), trabajando con Prosopis juliflora var. glandulosa obteniendo hasta un 49% de germinación utilizando  $H_2SO_4$  concentrado (98.3%) durante 10' de tiempo de inmersión.

Por otra parte, en un estudio realizado por Meyer et al. (1971) bajo condiciones de invernadero, observaron que el contenido original de humedad en la semilla era de 6.6%. Durante la germinación este porcentaje se incrementó linealmente durante 7 horas, alcanzando un 49% del peso de la semilla seca. En otros estudios Scifres y Brock (1969, 71, 72) establecen que el porcentaje de germinación, emergencia a las 72 horas; y mayor vigor de la plántula, son mejores utilizando agua caliente a 85°f que a 70 ó 100°f.

En otro trabajo, realizado con las especies Prosopis laevigata y Prosopis glandulosa, los mejores tratamientos para romper el letargo de la semilla fueron aquellos en los que se utilizó agua caliente y ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), observándose que los mejores tiempos de inmersión fueron de tres a cuatro minutos para el agua caliente y de 20 a 25 minutos para el ácido sulfúrico (Brito 1980).

### 2.7.3 Reproducción asexual

En la propagación asexual por estacas, una parte del tallo, de la raíz o de la hoja se separa de la planta madre, se coloca bajo determinadas condiciones ambientales y se le induce a formar raíces y tallo, produciendo así una nueva planta independiente, que es idéntica a la de la cual procede. En el mezquite (Prosopis sp) al igual que en muchas otras especies existe mucha variabilidad genética debido a que tiene mecanismos de reproducción alógamos, es por ello que se requieren los métodos de propaga

ción clonal los cuales reducen la variación genética siendo esto de gran utilidad en experimentos controlados, así como para propagaciones masivas.

### 2.7.3.1 Características de las estacas

Las estacas se colectan en la estación de reposo (fines de otoño, el invierno o inicio de la primavera), en los brotes del crecimiento de la estación anterior (de un año). Las estacas deben obtenerse de plantas madres sanas, moderadamente vigorosas, y que crezcan a plena luz. No se debe seleccionar madera de crecimiento exuberante con entrenudos anormalmente largos o de ramas pequeñas y débiles que crezcan en el interior de la planta. Las mejores estacas se obtienen de la parte basal y central de los brotes. La longitud de las estacas varía en forma considerable, pudiendo ser de 10 a 75 cm en forma general y con un diámetro de 1.5 hasta 5 cm dependiendo de la especie (Poincelot 1979, Hartmann y Kester 1980).

En los árboles de hoja caduca (caducifolios) la estaca que se usa con más frecuencia es del tipo de tallo y esta puede ser de madera suave o ser brotes con crecimiento activo y hojas; o bien, de madera dura estando el árbol en letargo (Hartmann y Kester op. cit., Weaver 1976).

Hartmann y Kester (1980), señalan que debe haber en la planta madre un balance de baja cantidad de nitrógeno y alta cantidad de carbohidratos para lograr un mejor enraizamiento. Asimismo con la flexibilidad de los brotes se puede determinar cualitativamente si hay o no una alta cantidad de carbohidratos.

Sin embargo, se considera que no solo las características de material vegetativo son determinantes para el enraizamiento de estacas, sino también el medio propicio para su inducción a enraizar y tratar de dar las condiciones óptimas para tal caso, como son luz, temperatura, y humedad (Poincelot 1979).

### 2.7.3.2 Formación de raíces por las estacas

Las raíces adventicias en las plantas perennes, leñosas, donde se encuentran presentes una o más capas de floema y xilema secundario, se originan generalmente en el tejido de floema secundario joven; si bien esas raíces provienen también de otros tejidos como son el cambium, los radios vasculares o la médula (Esau 1959, Weaver 1976).

Los inicios de raíz son grupos de células meristemáticas que siguen dividiéndose y formando grupos compuestos de muchas células y que se desarollan más ampliamente para formar primordios nuevos de raíces reconocibles, se desarrolla un sistema vascular en el nuevo primordio de raíces, que se conecta con el haz vascular adyacente. La punta de las raíces crece hacia el exterior a través de la corteza y la epidermis, surgiendo el tallo (Weaver 1976).

Algunas especies para un buen enraizamiento parecen necesitar un poco de madera vieja en la base de la estaca (Hartmann y Kester 1980).

En especies difíciles de enraizar O'burke (1944) señala que es importante el uso de madera vegetativa no floral, para obtener buenos resultados proponiendo como explicación el contenido natural de auxinas en los dos tipos de madera. Así altos niveles de auxinas inhiben la floración y por lo tanto la madera floral tendría poca cantidad de auxinas dando como resultado bajo enraizamiento.

Las raíces que surgen después de la aplicación de reguladores de crecimiento son de origen similar a las producidas normalmente no obstante, tanto las características de las raíces como su disposición en el tallo pueden variar considerablemente (Weaver 1976).

### 2.7.3.3 Juvenilidad

La fase juvenil (en algunas especies) se caracteriza, además de sus

propiedades morfológicas, por su gran facilidad de formar raíces adventicias y esta propiedad de iniciar raíces adventicias es un proceso común en algunas especies y decrece o es baja en formas maduras (Janick 1965).

Heuser (1960) citado por Baez (1985) menciona que entre los factores indispensables para el enraizamiento de estacas; la juvenilidad viene a ser una de las condiciones más importantes. Algunas formas juveniles de plantas de fácil enraizamiento, contienen sustancias llamadas cofactores de enraizamiento, las cuales son capaces de estimular la iniciación de raíces.

#### 2.7.3.4 Estimulación química del enraizamiento

Las hormonas son definidas como sustancias producidas naturalmente en plantas superiores, que controlan el crecimiento y otras funciones fisiológicas en un sitio alejado del lugar donde son producidas y que son efectivas en pequeñas cantidades (Audus 1959).

##### 2.7.3.4.1 Las auxinas

El término auxina es un nombre genérico que se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes (Weaver 1976), también es definido como sustancias orgánicas que promueven el crecimiento a lo largo del eje longitudinal cuando se aplica en pequeñas concentraciones a las partes aéreas de las plantas tan carentes como sea posible de sus propias sustancias de crecimiento (Audus 1959).

Algunas auxinas son naturales y otras se producen sintéticamente. Por lo general, esos compuestos son ácidos de núcleo cíclico insaturado o derivados a esos ácidos (Weaver 1976).

Los precursores de las auxinas son compuestos que se pueden trans formar en auxinas dentro de las plantas. Las antiauxinas son compuestos que inhiben la acción de las auxinas, compitiendo con ellas quizá para obtener los mismos puntos de enlace sobre una o varias receptoras. El efecto inhibitorio de algunas antiauxinas puede superarse completamente mediante un aumento de la concentración de las auxinas (Weaver 1976).

Se considera que las primeras investigaciones modernas acerca de las hormonas vegetales se iniciaron con los estudios de Darwin sobre el efecto de la luz en los coleoptilos (Weaver 1976). En 1934 Kögl et al. aislaron tres auxinas: la A la B y el IAA (ácido indolacético), y en 1942 se aisló el IAA en forma pura de harina de maíz alcalihidrolizada (Weaver 1976).

A partir de esta fecha se encontraron los efectos de las auxinas como herbicidas a altas concentraciones y como estimuladores del creci miento, enraizamiento y amarre de frutos a bajas concentraciones.

#### 2.7.3.4.2 Tratamientos con auxinas a estacas

Para uso general en estacas de tallo de la mayoría de las especies de plantas, son recomendadas el ácido indolacético (IAA), el ácido nafta lenacético (NAA) y el ácido indolbutirico (IBA), particularmente los últimos dos. La forma ácido de la mayoría de estos compuestos es relati vamente insoluble en agua, pero puede ser usado disolviéndolo en unas gotas de alcohol o hidróxido de amonio antes de añadir el agua (Stoutemjer 1972, citado por Rumayor 1980).

Zimmerman et al. (1980) citados por Baez (1985) indican que no solamente el ácido indolacético o sus homólogos, evidencian una acción netamente de enraizamiento en la obtención de un gran número de plantas; sino que también es parte de un complejo interno de enraizamiento hipote

tizando que existe la necesidad de un factor de diferenciación radical, en donde las auxinas sólo promueven una reacción preparatoria, como es promover la división mitótica, más no manifiestan una propiedad enraizadora directa.

Existen diversas formas de aplicación de estos reguladores de crecimiento, entre las más importantes, según Hartmann y Kester (1980), Rojas-Garcidueñas (1978) y Weaver (1976), se tienen las siguientes:

- a) Preparaciones comerciales (generalmente talco)
- b) Solución diluída: que varía en concentraciones que van de 20 a 200 ppm.  
El regulador se disuelve en un poco de alcohol etílico y se añade agua hasta la concentración adecuada. Las estacas permanecen sumergidas durante 24 horas.
- c) Solución concentrada: se prepara una solución de alcohol etílico al 50% con una concentración variable de 500 a 10,000 ppm del regulador. La parte basal de la estaca se sumerge en la solución durante cinco segundos, debe introducirse medio centímetro aproximadamente.

#### 2.7.3.5 Experiencias sobre reproducción asexual en mezquite (Prosopis spp)

Se han realizado muy pocos trabajos sobre reproducción en mezquite (Prosopis sp), siendo aún más contados en lo que respecta a reproducción asexual.

Uno de los primeros trabajos reportados es el de Bhimaya et al. (1965), quienes trabajaron con tocones prebrotados de Prosopis juliflora evaluando el efecto del tamaño del collar cortical, así como el efecto de distintos tamaños de raíz, reportando que el mejor tamaño de raíz es de 17.5 cm, mientras que el mejor diámetro de collar fué de 1.5 cm. Sin embargo al realizar el establecimiento en campo y evaluar el subsecuente

desarrollo en altura no encontró diferencias significativas entre tratamientos.

En 1981, Felker y Clark trabajaron con seis especies de Prosopis procedente de Hawaii, Norte y Suramérica, en las cuales indujeron exitosamente el enraizamiento utilizando una cámara transparente de alta humedad y en condiciones de invernadero, utilizando promotores de enraizamiento como el ácido indolbutírico (6000 ppm), ácido naftalenácetico (9000 ppm), cloruro de calcio (200 ppm), Thiamina (100 ppm) y Banrot (100 ppm) durante 3 seg. diluidos en 100% de Dimethylsulfoxide.

Otro trabajo realizado es el de Sonora & Nascimento (1983), citados por Fernández y Galvão (1984), quienes obtuvieron un 70% de enraizamiento en estacas de 10 a 15 cm de largo y de 2.4 a 4.5 mm usando material proveniente de la copa del árbol y diferentes concentraciones de ácido indolbutírico (AIB). Con base en estos trabajos los autores recomiendan utilizar estacas de 15 cm de largo y 4.4 mm de diámetro, así como (asperjar) el 100% del área foliar de las estacas utilizando una solución con 2000 ppm de ácido indolbutírico.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización del experimento

El presente trabajo se realizó en el módulo de invernaderos en las instalaciones del CREZAS-CP, ubicado en Salinas, SLP.

#### 3.2 Elección de especies en estudio

Las especies de Prosopis estudiadas (P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata) se eligieron por ser las de mayor distribución en la zona según trabajos realizados por Gómez (1970), Dávila (1983) y Galindo (1983).

#### 3.3 Identificación de especies

Previamente a la recolección del material, se realizaron excursiones a diferentes lugares circunvecinos a Salinas, SLP., con la finalidad de coleccionar muestras que permitieran identificar las especies deseadas, así como localizar los sitios de colecta. En este caso para la identificación de los mezquites (Prosopis sp) se utilizaron exclusivamente las claves de Johnston (1962) por ser las más apegadas a las especies mexicanas.

#### 3.4 Sitios de colecta

Prosopis glandulosa var. torreyana para esta especie se tuvo como lugar de colecta El Cono, Mpio. de Salinas, SLP. ubicado a 22°35' de latitud norte y 101°46'30" longitud oeste, y a una altitud de 2080 m (CETENAL 1977), el tipo de suelo predominante es el Litosol eútrico de textura media (CETENAL 1977a), generalmente son suelos planos o ligeramente ondulados con pendientes menores del 8%, son suelos de origen aluvial, es decir, formados por acumulación (CETENAL 1977b), en su gran mayoría son pastizales naturales de uso pecuario acompañados con matorral inerme (CETENAL 1977c).

Prosopis laevigata esta especie se colectó en Azogueros, Mpio. de

Salinas, SLP., el cual se encuentra ubicado a 22°36' latitud norte y 101°44'30" longitud oeste, su altitud es de 2080 msnm (CETENAL 1977), la unidad de suelo predominante la constituye el Phaozem háplico de textura media (CETENAL 1977a), son suelos predominantemente planos con ligeras ondulaciones y pendientes menores del 8%, de origen aluvial (CETENAL 1977b). Se práctica la agricultura de temporal permanente (anual) y de acuerdo a la carta de Uso de Suelo (CETENAL 1977c), se cuenta con vegetación secundaria y matorral subinerme.

### 3.5 Propagación sexual (germinación)

#### 3.5.1 Colecta de vaina

Una vez que se tuvieron identificadas las especies y localizadas sus áreas de distribución se procedió a realizar la colecta de vaina, ésta se realizó en octubre de 1985 de forma manual y estando la vaina aún en el árbol con el fin de evitar la contaminación del material.

#### 3.5.2 Selección de la semilla

Con el objeto de evitar posibles lesiones a la semilla se consideró necesario realizar la extracción de ésta en forma manual. La extracción de la semilla en ambas especies de Prosopis resultó un poco complicada ya que las dos especies presentan vainas de consistencia fibrosa; por lo que fue necesario mantener las vainas sumergidas en agua a temperatura ambiente por un período de seis días para Prosopis laevigata y de nueve días para Prosopis glandulosa var. torreyana, ya que esta última presentaba vainas menos suculentas y más constrictas. Posteriormente por simple maceración fue posible su extracción. Una vez obtenidas las semillas se pusieron a secar al sol durante 24 horas logrando con esto, que al secarse sufrieran contracciones lo que provocó la liberación del endosperma y el embrión.

Sin embargo, muchas otras permanecieron cerradas. Se hizo necesario una selección manual de la semilla en las dos especies de Prosopis, debido a que existía semilla que presentaba daños por insectos.

### 3.5.3 Prueba preliminar

Se realizó una prueba preliminar de germinación en ambas especies en donde se utilizaron los factores: inmersión en agua a punto de ebullición (93°C aproximadamente), tiempo de inmersión en escarificador, concentración de escarificador y; fuentes de escarificación química, en los siguientes niveles respectivamente: 5 y 10 minutos; 10, 20 y 30%; y ácido clorhídrico (HCl) y ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Esta prueba preliminar fué realizada en germinadora con temperaturas mínimas de 25°C y máximas de 30°C; la unidad experimental fue una caja de petri de cristal con papel filtro doble humedecido sobre el cual fueron colocadas 25 semillas de mezquite.

En esta prueba al cabo de dos meses no se obtuvo germinación pero si hubo imbibición de la semilla y ruptura de testa por lo que se tomaron estos datos, utilizándose los tratamientos con mayor porcentaje de semillas con valvas abiertas para iniciar las pruebas de germinación. Las siguientes pruebas se realizaron con diferentes concentraciones de escarificador, dos tipos de escarificador (HCl y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), ácido giberelico (AG<sub>3</sub>) y tiempos de inmersión de la semilla en agua a temperatura ambiente (remojo).

### 3.6 Prueba de enraizamiento

#### 3.6.1 Preparación de las camas de enraíce

Las camas de enraíce o cajas de propagación fueron construidas de madera con las siguientes medidas: 0.75 m de ancho, 0.25 m de alto y 1.5 m de largo, de tal manera que se pudieran utilizar 10 cm de medio de

enraíce. Una vez hecha la caja se le colocó en el fondo una capa de aserrín de 4 cm aproximadamente, al ras de la cual se tiró una línea en zig-zag a lo ancho de la caja de alambre micro-ohm No. 14 a manera de resistencia, el cual estuvo sujeto a los dos lados por clavos de 2½ pulgas situados cada cinco cm a todo lo largo de la caja; la temperatura fue controlada por medio de termostatos marca Robershaw con un rango de control de 15 a 20°C, enseguida se colocaron de tres a cuatro cm de aserrín y sobre de este una malla sintética, con el objeto de que no se dañara el sistema eléctrico, la temperatura de las camas de enraíce se mantuvo entre 35 a 45°C aproximadamente, después de la malla sintética se colocaron 15 cm de arena la cual se utilizó como medio de enraíce.

### 3.6.2 Selección del material para enraízamiento

Las estacas que se utilizaron se tomaron de la madera de crecimiento del año anterior, es decir, madera de un año, cortándolas en la época en que las yemas estaban todavía en período de reposo, llevándose a cabo esta operación en los primeros días de marzo. El tamaño de las estacas fue de 15 a 20 cm y el corte basal se hizo justo bajo un nudo. Una vez obtenido el material para estacas y debido a que no pudieron tratarse en ese momento se hicieron hatillos de 15 ó 20 estacas, se humedecieron y se colocaron en bolsas de material sintético, posteriormente se almacenaron a una temperatura de -5°C durante mes y medio, tiempo en que fue posible colocarlas a enraizar.

### 3.6.3 Tratamiento de preestablecimiento al sustrato

Con el fin de eliminar posibles semillas de malezas, nemátodos, insectos y algunos hongos, el medio de enraíce fue tratado con Bromuro de Metilo. Inyectándose el material contenido en envases a presión en un recipiente de concreto, de las siguientes dimensiones 1.60 x 0.70 x 0.25 m,

colocándose una cubierta de plástico sobre el suelo a tratar, aplicándose a razón de 200 gr por  $m^2$ , teniendo cuidado que la cubierta quedara sellada por los bordes después de la aplicación durante 48 horas, después de las cuales se quitó la cubierta, dejándose ventilar durante cuatro días.

#### 3.6.4 Tratamiento a las estacas

Una vez completo el material de propagación y las camas de enraíce, las estacas se remojaron con fungicida Captan, disolviendo cinco gr de producto en 10 lt de agua, permaneciendo las estacas en ésta solución durante 10 minutos dejándose escurrir antes de aplicar el estimulador de enraízamiento. Después de la aplicación del fungicida se aplicaron los tratamientos a las estacas a base de estimuladores de enraízamiento (IAA y IBA), haciendo las aplicaciones en los extremos basales de las estacas, la longitud de inmersión fue de 5 a 15 mm durante un tiempo constante de 5 seg. para todos los tratamientos, debido a que se utilizó el método de inmersión en solución concentrada por tener este diversas ventajas sobre otros métodos. La misma solución fue utilizada sucesivamente para las tres repeticiones de cada tratamiento.

#### 3.6.5 Establecimiento de las estacas

Las estacas se plantaron inmediatamente después de que se les aplicaron los tratamientos (previo regado del medio de enraíce), insertándose la estaca aproximadamente 10 cm en el medio de enraíce, apretando la tierra alrededor de ella inmediatamente después. Una vez que fueron colocadas todas las estacas en las cajas de propagación éstas se regaron abundantemente con el objeto de que el medio de enraíce se asentara en torno a las estacas.

### 3.6.6 Cuidado de las estacas durante el enraizamiento

Se aplicaron dos riegos diarios durante la prueba, para los cuales se utilizó agua destilada, con el fin de evitar las sales solubles en exceso las cuales podrían presentar inconvenientes en el enraizamiento. En general los cuidados que se llevaron a cabo, estribaron en mantener una humedad adecuada en el medio de enraíce (por medio de riegos), y en el medio ambiente (a través de un muro húmedo), así como eliminación manual de malezas, no se presentaron plagas ni enfermedades.

### 3.6.7 Condiciones ambientales durante el enraíce

El presente trabajo se desarrolló bajo condiciones de invernadero, en donde la temperatura media diurna registrada fué aproximadamente de 29°C. La luz fué la ambiental.

En el medio de enraíce se mantuvo una temperatura controlada con termostato de 35-45°C.

## 3.7 Variables a estudiar

Las variables contempladas en este estudio fueron para evaluar el efecto de distintos tratamientos para estimular el enraizamiento de estacas (Cuadro 2) y la germinación de semillas (Cuadros 3, 4, 5 y 6) de dos especies de mezquite (Prosopis glandulosa var. torreyana y P. laevigata), los factores estudiados fueron en los niveles que se especifican en los cuadros respectivos.

## 3.8 Relación de tratamientos

### 3.8.1 Propagación asexual (estacas)

El esquema de tratamientos se maneja como un factorial completo 2x3 para cada especie de Prosopis en estudio lo que nos dió un total de 6 tratamientos por especie más un testigo absoluto que se utilizó como referencia

de comparación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variables a estudiar en la prueba de enraizamiento para cada especie de Prosopis en estudio.

FACTOR	NIVELES
-Regulador de crecimiento	Acido indolacético (IAA) vs. Ac. indolbutírico (IBA)
-Concentración de la solución	3000, 6000 y 9000 ppm

Cuadro 3. Variables a estudiar en la prueba 1 de germinación para cada especie de Prosopis en estudio.

FACTOR	NIVELES
Remojo en agua a temperatura ambiente	0, 24 y 48 hrs
Acido giberélico	0, 100, 200 y 250 ppm

Cuadro 4. Variables a estudiar en la prueba 2 de germinación para cada especie de Prosopis en estudio.

FACTOR	NIVELES
Acido giberélico	0 vs. 250 ppm
Escarificadores	HCl vs. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Concentración	0, 15, 30%

Cuadro 5. Variables a estudiar en la prueba 3 de germinación para cada especie de Prosopis en estudio.

FACTOR	NIVELES
Remojo en agua a temperatura ambiente	0, 24, 48 hrs
Escarificadores	HCl vs. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Concentración	0, 5, 15, 30%

Cuadro 6. Variables a estudiar en la prueba 4 de germinación para ambas especies de Prosopis en estudio.

FACTOR	NIVELES
Especie	<u>P. glandulosa</u> var. <u>torreyana</u> vs. <u>P. laevigata</u>
Escarificadores	HCl vs. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Tiempo de inmersión en la solución química	0, 15, 30, 60 min.

### 3.8.2 Propagación sexual (germinación)

Para este tipo de propagación se hicieron cuatro pruebas de germinación todas ellas diferentes y su esquema de tratamientos se detalla enseguida para cada prueba por separado.

#### 3.8.2.1 Prueba 1

Se evaluaron remojo de la semilla en agua a temperatura ambiente con tres tiempos de inmersión, así como ácido giberélico con cuatro concentraciones, los cuales al manejarse como factorial completo 4x3 nos arroja un total de 12 tratamientos por especie, incluido el testigo (Cuadro 3).

### 3.8.2.2 Prueba 2

En esta prueba se evaluaron dos concentraciones de ácido giberélico, dos tipos de escarificadores químicos ( $\text{HCl}$  y  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) con tres concentraciones cada uno de ellos, realizándose el análisis de varianza para cada tipo de escarificador por separado y manejándose como factorial completo  $2 \times 3$ , por lo que se tuvieron 6 tratamientos por especie, incluido el testigo (Cuadro 4).

### 3.8.2.3 Prueba 3

Para esta prueba se utilizaron para cada especie tres tiempos de inmersión de la semilla en agua a temperatura ambiente, además de dos escarificadores químicos (ácido clorhídrico y ácido sulfúrico), con cuatro concentraciones cada uno (0, 5, 15 y 30%), siendo manejados para el análisis como factorial completo  $4 \times 3$  para cada fuente química, obteniéndose un total de 12 tratamientos, incluido el testigo (Cuadro 5).

### 3.8.2.4 Prueba 4

En esta última prueba de germinación se manejaron las dos fuentes de escarificación química (ácido clorhídrico y ácido sulfúrico) utilizadas en las pruebas anteriores solo que en las concentraciones que presentan los laboratorios que las formulan, siendo para ácido clorhídrico de 36.5% y para ácido sulfúrico de 98.3%, además cuatro tiempos de inmersión en estas, por lo que se tuvieron cuatro tratamientos para cada especie, al realizarse el análisis de varianza por ácido se incluyó las especies dentro de éste, por lo que se tuvieron 8 tratamientos por ácido (Cuadro 6).

## 3.9 Variables de respuesta

### 3.9.1 Propagación asexual

La variable de respuesta considerada en reproducción vegetativa

fue el porcentaje (%) de estacas enraizadas por tratamiento. La toma de datos se llevó a cabo periódicamente cada 15 días durante 3 meses, tiempo en que se dió por finalizada la prueba.

### 3.9.2 Propagación sexual

En todas las pruebas realizadas en reproducción sexual (4) la variable de respuesta evaluada fue el porcentaje (%) de semillas germinadas por tratamiento, y la toma de datos fué cada tercer día, durante un período de un mes para cada prueba, después de transcurrido éste se daba por finalizada la prueba.

### 3.10 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó en todas las pruebas, fue un completamente al azar, con tres repeticiones, cuya distribución en el invernadero fue en base al arreglo de tratamientos propuestos para cada caso.

### 3.11 Unidades experimentales

Como unidad experimental se tuvo lo siguiente para cada caso que a continuación se indica.

#### 3.11.1 Prueba de enraizamiento

Como unidad experimental se tuvo una hilera de 70 cm en la cual se colocaron 10 estacas de mezquite. Dicha hilera estaba constituida dentro de una cama caliente de enraíce o caja de propagación de las siguientes dimensiones 0.75 m de ancho, 0.25 m de alto y 1.5 m de largo, la distancia entre hileras fue de 5 cm.

#### 3.11.2 Prueba de germinación

En las pruebas de germinación la unidad experimental fué una caja

de petri con sustrato de arena, previamente cernida y esterilizada entre la cual se colocaron 20 semillas de mezquite.

### 3.12 Método estadístico

De acuerdo con los datos que se obtuvieron, el análisis estadístico se realizó de manera independiente para cada especie utilizada. Para cada prueba en ellas (germinación, enraizamiento) y en su caso, para cada tipo de escarificador químico (Ac. clorhídrico y Ac. sulfúrico); y consistió básicamente en encontrar a través del análisis de varianza y pruebas de diferencia mínima (DSH) de medias, el o los tratamientos que indicaron mayores porcentajes de respuesta. Se adoptó un nivel de probabilidad de 5% con la finalidad de establecer niveles significativos de confiabilidad tanto para las pruebas de F como para las de DSH.

#### 3.12.1 Análisis de varianza

Se realizó para la variable dependiente, de acuerdo con el modelo lineal general para un diseño completamente al azar descomponiendo los grados de libertad correspondientes a tratamientos con el propósito de determinar cual de los tratamientos o interacciones presentaron el efecto más importante sobre la variable en estudio.

#### 3.12.2 Comparación de medias

La comparación de medias se realizó utilizando la prueba "t" de Tukey también llamada "diferencia significativa honesta" al nivel de 0.05 (DSH<sub>0.05</sub>) de probabilidad estadística en aquellos factores para los cuales el análisis de varianza mostró significancia estadística.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados se presentaron primero para germinación (Pruebas 1, 2, 3 y 4) y enseguida para enraizamiento, para el caso de germinación los análisis de varianza (ANVA) se realizaron en forma independiente para cada especie en estudio con excepción de la última prueba en que se analizó por fuente de escarificación química, incluyéndose especie como fuente de escarificación química (en las pruebas en que ésta existió).

##### 4.1 Propagación sexual (germinación)

###### 4.1.1 Prueba 1

###### 4.1.1.1 Remojo

En este caso no existió significancia del remojo sobre la germinación en ambas especies (Cuadros 1a y 2a), no obstante que para éste factor las dos especies mostraron una tendencia muy similar, como se puede apreciar en los Cuadros 7 y 8, en donde también se observa que P. laevigata tuvo mayor porcentaje promedio de germinación que P. glandulosa var. torreyana, obteniéndose para P. glandulosa un promedio mínimo de germinación de 3.83% al utilizar 48 horas de remojo, y un promedio máximo de germinación de 5.62% correspondiendo este porcentaje al obtenido cuando no se utilizó remojo, el porcentaje promedio general fue de 4.54% (Cuadro 7). En P. laevigata el porcentaje promedio mínimo de germinación fué de 9.37% y se obtuvo cuando se utilizaron 24 horas de remojo, mientras que el porcentaje más alto fué de 17.49%, obteniéndose al emplear 48 horas de remojo, el porcentaje, promedio general fue de 13.68% (Cuadro 8), bastante más alto que el obtenido con P. glandulosa var. torreyana.

###### 4.1.1.2 Acido giberélico

Los análisis de varianza (Cuadros 1a y 2a) realizados en ambas espe

**Cuadro 7. Efecto del tiempo de remojo en agua y de las concentraciones de Ac. giberélico sobre el porcentaje (%) de germinación obtenido en la especie P. glandulosa var. torreyana.**

Remojo (hrs)	Ac. giberélico (ppm)				$\bar{x}$ total
	0	100	200	250	
0	10.83	3.33	0	8.33	5.62
24	3.33	6.66	0	6.66	4.16
48	5	2.77	2.55	5	3.83
$\bar{x}$ TOTAL	6.38 ab	4.25 abc	0.85 a	6.66a	4.54

C.V. = 79.2 (%)

EFFECTO	PROB F	DSH = 0.05
Concentraciones (ppm) de ácido giberélico (AG <sub>3</sub> )	0.01 **	4.67
Tiempo de inmersión de la semilla en agua a temperatura ambiente	NS	-
Acido giberélico x remojo	NS	-

**Cuadro 8. Efecto del tiempo de remojo en agua a temperatura ambiente y de las concentraciones de ácido giberélico sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. laevigata.**

Remojo (hrs)	Ac. giberélico (ppm)				$\bar{x}$ total
	0	100	200	250	
0	23.33	10	10	13.33	14.16
24	13.33	3.33	3.33	17.5	9.37
48	26.66	8.33	13.33	21.66	17.49
$\bar{x}$ TOTAL	21.1 a	7.22 b	8.88 b	17.49 ab	13.68

C.V. = 66.33 (%)

EFFECTO	PROB F	DSH = 0.05
Concentración de ácido giberélico (AG <sub>3</sub> )	0.01**	11.77
Tiempo de inmersión de la semilla en agua a temperatura ambiente	NS	-
Acido giberélico x remojo	NS	-

cies para éste factor mostraron significancia estadística para un nivel de 1% de probabilidad, observándose que en P. glandulosa var. torreyana los más bajos porcentajes de germinación se obtuvieron cuando se emplearon 100 ppm (4.25%) y 200 ppm (0.85%), siendo estos promedios de germinación estadísticamente iguales según la prueba de medias realizada (Cuadro 7). Al utilizar 250 ppm de concentración se observó el más alto porcentaje promedio de germinación obtenido (6.66%) siendo igual estadísticamente con el que se obtuvo al emplear 0 ppm (6.38%). En P. laevigata se obtuvo un promedio de germinación más alto que el que se tuvo en P. glandulosa var. torreyana (Cuadros 7 y 8), observándose que al igual que en la especie anterior los promedios de germinación más bajos que se obtuvieron fué cuando se utilizó 100 ppm (7.22%) y 200 ppm (8.88%) incrementándose dicho porcentaje al aplicar 250 ppm (17.49%), siendo este último promedio estadísticamente igual al obtenido con 0 ppm (21.1%), por lo que se puede decir, que la tendencia de los resultados obtenidos fué muy similar en ambas especies (Figuras 3 y 4).

#### 4.1.1.3 Interacción remojo\*ácido giberélico

De acuerdo a los análisis de varianza realizados (Cuadros 1a y 2a) no existió efecto estadístico significativo para la interacción remojo\*ácido giberélico, sin embargo, puede observarse que se obtuvo mejor promedio general de germinación en P. laevigata (13.68%) que en P. glandulosa var. torreyana (4.54%), ya que en P. laevigata el porcentaje mínimo de germinación fué de 3.33%, y se observó al combinar 24 horas de remojo con 100 y 200 ppm de ácido giberélico y el porcentaje más alto de germinación fué de 26.66% obteniéndose al utilizar 48 horas de remojo sin ácido giberélico. Por otra parte en P. glandulosa var. torreyana el porcentaje promedio más bajo fue de 0% obteniéndose al combinar 200 ppm

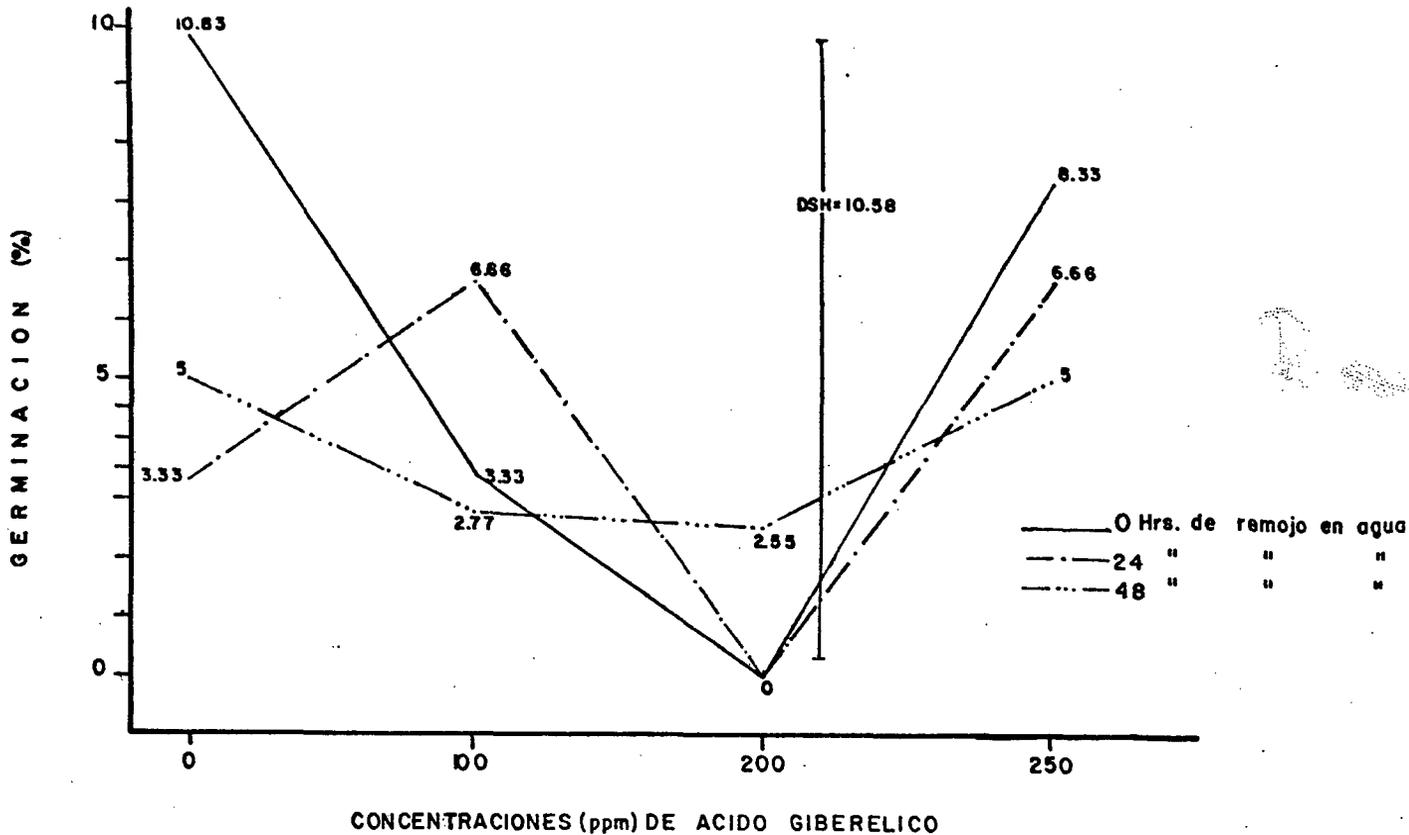
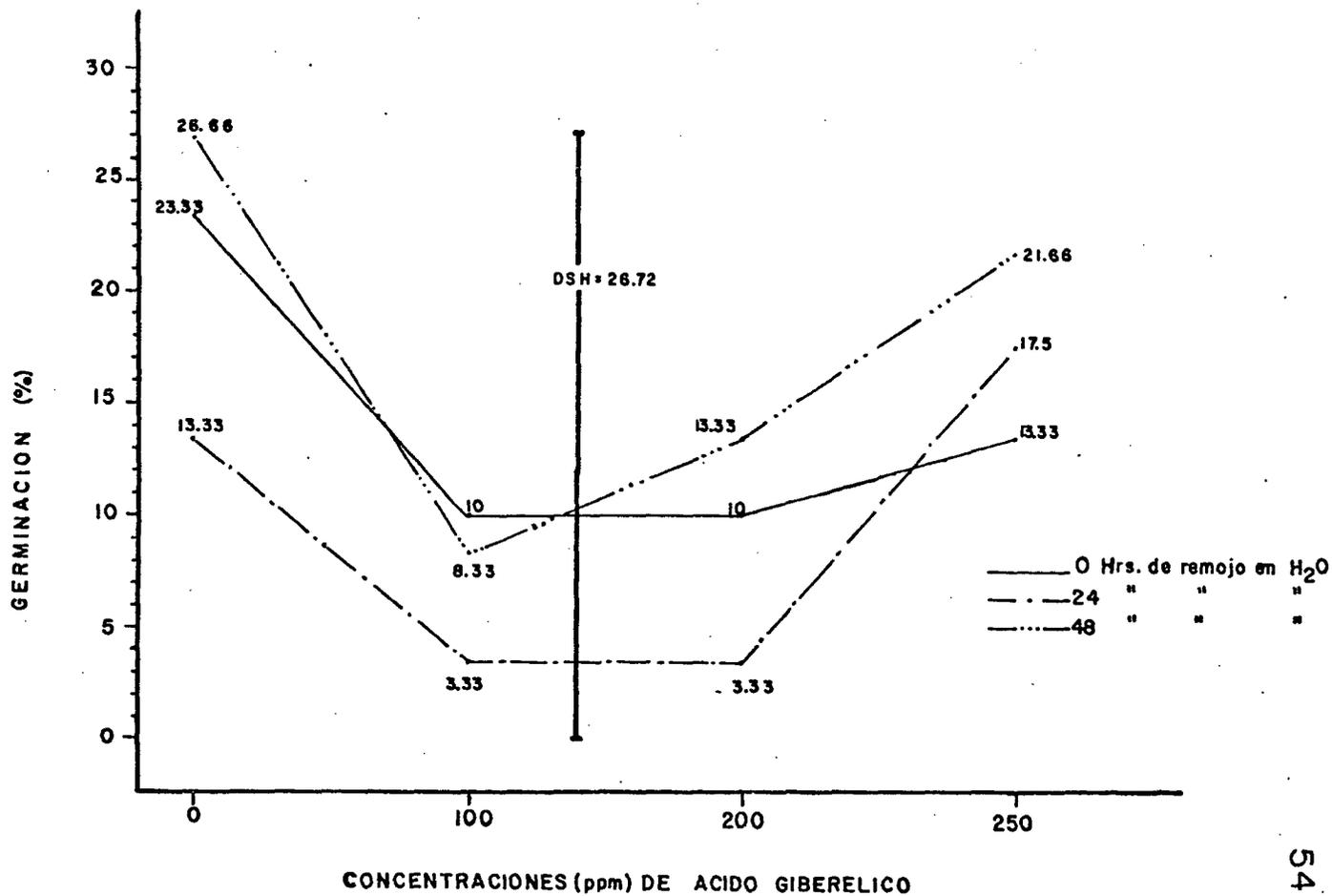


FIG. 3 Efecto de la interacción de tiempos de remojo(Hrs.) y distintas concentraciones de ácido giberelico, sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de *P. glandulosa* var. *torreyana*.

Fig. 4 Efecto de la interacción de tiempos de remojo (Hrs.) y distintas concentraciones (ppm) de ácido giberelico, sobre el porcentaje de germinación en semillas de *P. laevigata*.



de ácido giberélico con 0 y 24 horas de remojo. En las Figuras 3 y 4 se puede observar que la tendencia de los resultados obtenidos en ambas especies es muy similar.

#### 4.1.2 Prueba 2

##### 4.1.2.1 Acido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )

En el análisis de varianza realizado para P. glandulosa var. torreyana, utilizando como escarificador ácido sulfúrico (Cuadro 3a), se puede observar que existió efecto estadísticamente significativo a un nivel de probabilidad del 5%. La prueba de medias (Cuadro 9) reportó diferencia entre los promedios de germinación obtenidos, siendo el promedio más alto de 8.33% el cual se obtuvo al utilizar 30% de ácido sulfúrico dicho porcentaje fue diferente estadísticamente al 5% de germinación que se obtuvo cuando se empleó 15% de ácido sulfúrico, pero estadísticamente igual al obtenido con 0% de sulfúrico (6.66%). La media total general para este caso también fué de 6.66%. Al utilizar este mismo escarificador en P. laevigata se observó una diferencia entre tratamientos, comprobándose esto al realizar el análisis de varianza respectivo (Cuadro 4a), el cual nos muestra una diferencia estadística significativa a un nivel de 5% de probabilidad. La prueba de medias (DSH) confirmó la diferencia estadística teniendo 34.99% de germinación como porcentaje más alto obteniéndose al aplicar 15% de Ac. sulfúrico, dicho porcentaje fue igual estadísticamente al obtenido al aplicar 30% de ácido sulfúrico (27.5%), pero diferente al porcentaje que se obtuvo sin aplicar sulfúrico (21.87%), estos dos últimos también fueron iguales estadísticamente (Cuadro 10), el porcentaje promedio general fue de 29.16% es decir, 437% más alto que el obtenido con P. glandulosa var. torreyana.

Cuadro 9. Efecto de distintas concentraciones de ácido sulfúrico (%) y de ácido giberélico (ppm) sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. glandulosa var. torreyana.

Conc. de Ac. giberélico (ppm)	Conc. de Ac. sulfúrico (%)			$\bar{X}$ general para las concs. de Ac. giberélico
	0	15	30	
0	5	5	8.33	6.11
250	8.33	5	8.33	7.22
$\bar{X}$ general para las concs. de Ac. sulf.	6.66 ab	5 b	8.33 a	6.66

C.V. = 30.61 (%)

EFECTO	PROB F	DSH = 0.05
Concentraciones de A. sulfúrico (%)	0.05 *	3.139
Concentraciones de Ac. giberélico (ppm)	NS	-
Ac. sulfúrico x Ac. giberélico	NS	-

Cuadro 10. Efecto de distintas concentraciones de ácido sulfúrico (%) y de ácido giberélico (ppm) sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de *P. laevigata*.

Conc. de ácido giberélico (ppm)	Conc. de Ac. sulfúrico (%)			$\bar{X}$ total para Ac. giberélico (ppm)
	0	15	30	
0	31.25	48.33	40	39.86 a
250	12.50	21.66	15	20.55 b
$\bar{X}$ total para Ac. sulfúrico (%)	21.87 b	34.99 a	27.5 ab	29.16

C.V. = 17.61 (%)

EFECTO	PROB F	DSH = 0.05
Concentraciones de Ac. sulfúrico (%)	0.05 *	7.87
Concentraciones de Ac. giberélico (ppm)	0.01 **	5.27
Ac. sulfúrico x Ac. giberélico	NS	-

#### 4.1.2.2 Acido clorhídrico (HCl)

De acuerdo al análisis realizado (Cuadro 5a) para el efecto, del ácido clorhídrico en la especie P. glandulosa var. torreyana, no existió diferencia estadística entre los porcentajes de germinación obtenidos con los diferentes niveles del escarificador utilizado, ya que como lo muestra el Cuadro 11 dichos porcentajes de germinación fueron muy similares (5 y 6.66%), obteniéndose 6.11% como porcentaje general de germinación.

En P. laevigata la tendencia fue diferente ya que en el ANVA se obtuvo significancia al 1% de probabilidad estadística (Cuadro 6a) y realizando la prueba de medias se observó que a 0 y 30% de concentración de HCl (Cuadro 12) se obtuvieron medias estadísticamente iguales (27.7 y 29.16% respectivamente), siendo estos porcentajes diferentes estadísticamente con el 14.16% de germinación que se obtuvo al utilizar 15% de concentración del escarificador, para éste caso el porcentaje promedio general fué de 23.61%.

#### 4.1.2.3 Acido giberélico (AG<sub>3</sub>)

Este factor se incluyó en los tratamientos con ácido sulfúrico y ácido clorhídrico obteniéndose 2 promedios de germinación para cada concentración de ácido giberélico en cada especie en estudio. En P. glandulosa var. torreyana los análisis de varianza (Cuadros 3a y 5a) no muestran significancia estadística para ácido giberélico, manteniéndose una tendencia similar cuando se manejaron ambos ácidos (Cuadros 9 y 11). En los mismos cuadros se observa que se obtuvieron 6.11 y 7.22% de germinación, siendo estos dos promedios iguales estadísticamente.

Para el caso de P. laevigata con el ácido sulfúrico y con el ácido clorhídrico existió mayor porcentaje de germinación al utilizar 0 ppm de

Cuadro 11. Efecto de distintas concentraciones de ácido clorhídrico (%) y de ácido giberélico (ppm), sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. glandulosa var. torreyana.

Conc. de Ac. giberélico (ppm)	Conc. de Ac. clorhídrico (%)			$\bar{X}$ general para Ac. giberélico (ppm)
	0	15	30	
0	5 a	5 a	8.33 a	6.11
250	8.33 a	5 a	5 a	6.11
$\bar{X}$ general para Ac. clorhídrico (%)	6.66	5	6.66	6.11

C.V. = 27.23 (%)

EFECTO	PROB F	DSH = 0.05
Concentraciones de Ac. clorhídrico (%)	NS	-
Concentraciones de Ac. giberélico (ppm)	NS	-
Ac. clorhídrico x Ac. giberélico	0.05 *	2.95

Quadro 12. Efecto de distintas concentraciones de ácido clorhídrico (%) y de ácido giberélico (ppm), sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. laevigata.

Conc. de Ac. giberélico (ppm)	Conc. de Ac. clorhídrico (%)			$\bar{X}$ total para Ac. giberélico (ppm)
	0	15	30	
0	36.667	20	38.33	31.66 a
250	18.75	8.33	20	15.69 b
$\bar{X}$ total para Ac. clorhídrico (%)	27.708 ab	14.165 c	29.165 a	23.611

C.V. = 23.40 (%)

EFECIO	PROB	F	DSH = 0.05
Concentraciones de Ac. clorhídrico (%)	0.01	**	8.48
Concentraciones de Ac. giberélico (ppm)	0.01	**	5.66
Ac. clorhídrico x Ac. giberélico	NS		-

AG<sub>3</sub> (39.86 y 31.66% para cada escarificador respectivamente), que cuando se utilizaron 250 ppm (20.55 y 15.69% respectivamente). En ambos casos (Cuadro 10 y 12) la tendencia fue similar, es decir se obtuvo mayor porcentaje de germinación con 0 ppm que con 250 ppm; los ANVA respectivos (Cuadros 4a y 6a) reportaron significancia entre las concentraciones de AG<sub>3</sub> a un nivel de probabilidad del 1%.

#### 4.1.2.4 Interacción sulfúrico\* giberélico

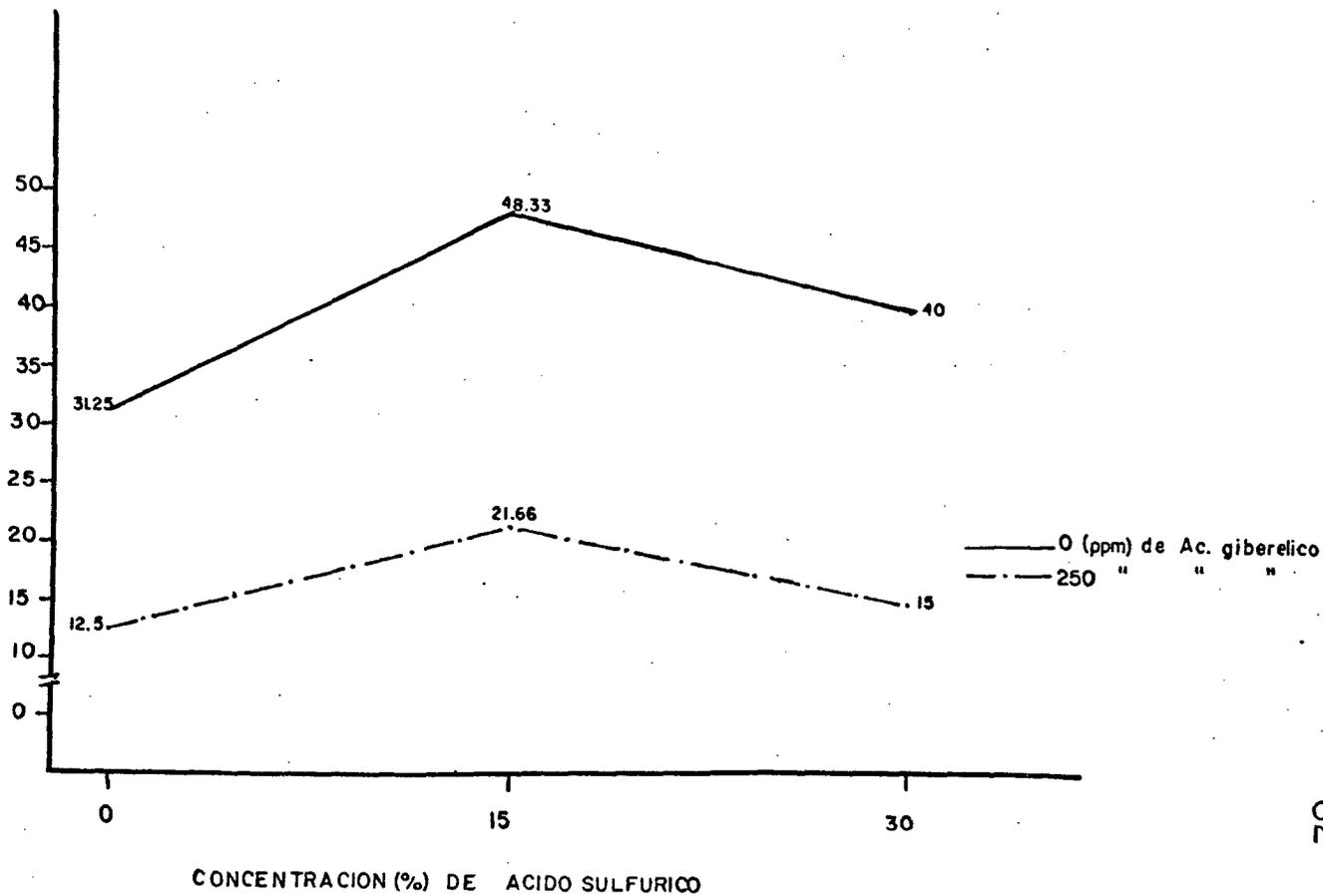
Los análisis de varianza (Cuadros 3a y 4a) que se realizaron para la interacción de ácido sulfúrico con ácido giberélico no mostraron significancia a un nivel de 5% de probabilidad estadística en ninguna de las especies en estudio, obteniéndose para P. glandulosa var. torreyana un promedio mínimo de germinación de 5%, este promedio se obtuvo en 3 de las 6 combinaciones realizadas (Cuadro 11), el porcentaje de germinación más alto fué de 8.33% y se obtuvo al combinar 250 ppm de AG<sub>3</sub> con 0 y 30% de Ac. sulfúrico, así mismo, se obtuvo también con 30% de ácido sulfúrico y 0 ppm de AG<sub>3</sub>, el porcentaje promedio general de germinación fué de 6.66%.

En P. laevigata el porcentaje más bajo (12.5%) se obtuvo al emplear 250 ppm de AG<sub>3</sub> sin Ac. sulfúrico, mientras que el porcentaje más alto (48.33%) se obtuvo con la combinación de 0 ppm de AG<sub>3</sub> y 15% de Ac. sulfúrico (Fig. 5), obteniéndose como porcentaje promedio general 29.16% (Cuadro 10).

#### 4.1.2.5 Interacción clorhídrico\*giberélico

Al realizarse el análisis de varianza para la interacción entre ácido clorhídrico y ácido giberélico en la especie P. glandulosa var. torreyana éste mostró significancia estadística a un nivel de probabilidad del 5%, de tal manera, que para la prueba de medias (DSH) se compararon

FIG. 5 Efecto de la interacción de distintas concentraciones de Ac. sulfurico y Ac. giberélico, sobre el porcentaje de germinación en semillas de *P. laevigata*



solo dos promedios (5 y 8.33%); los cuales fueron estadísticamente diferentes entre sí (Cuadro 11), obteniéndose 6.11% como porcentaje promedio general de germinación.

Para P. laevigata el análisis de varianza tampoco mostró significancia para esta interacción (Cuadro 6a), obteniéndose para ésta especie un porcentaje promedio mínimo de germinación de 8.33% al emplear 250 ppm de  $AG_3$  y 15% de Ac. clorhídrico, el porcentaje más alto fué de 38.33% y se obtuvo al utilizar 30% de Ac. clorhídrico sin  $AG_3$  (Fig. 6). El porcentaje promedio general de germinación para ésta interacción en ésta especie fue de 23.61% (Cuadro 12), es decir, 38.6% más alto que el promedio obtenido con ésta misma interacción en P. glandulosa var. torreyana (6.11%), pero 19% más bajo que el porcentaje promedio obtenido (19.16%) para la misma especie con la interacción sulfúrico-giberélico (Cuadro 10).

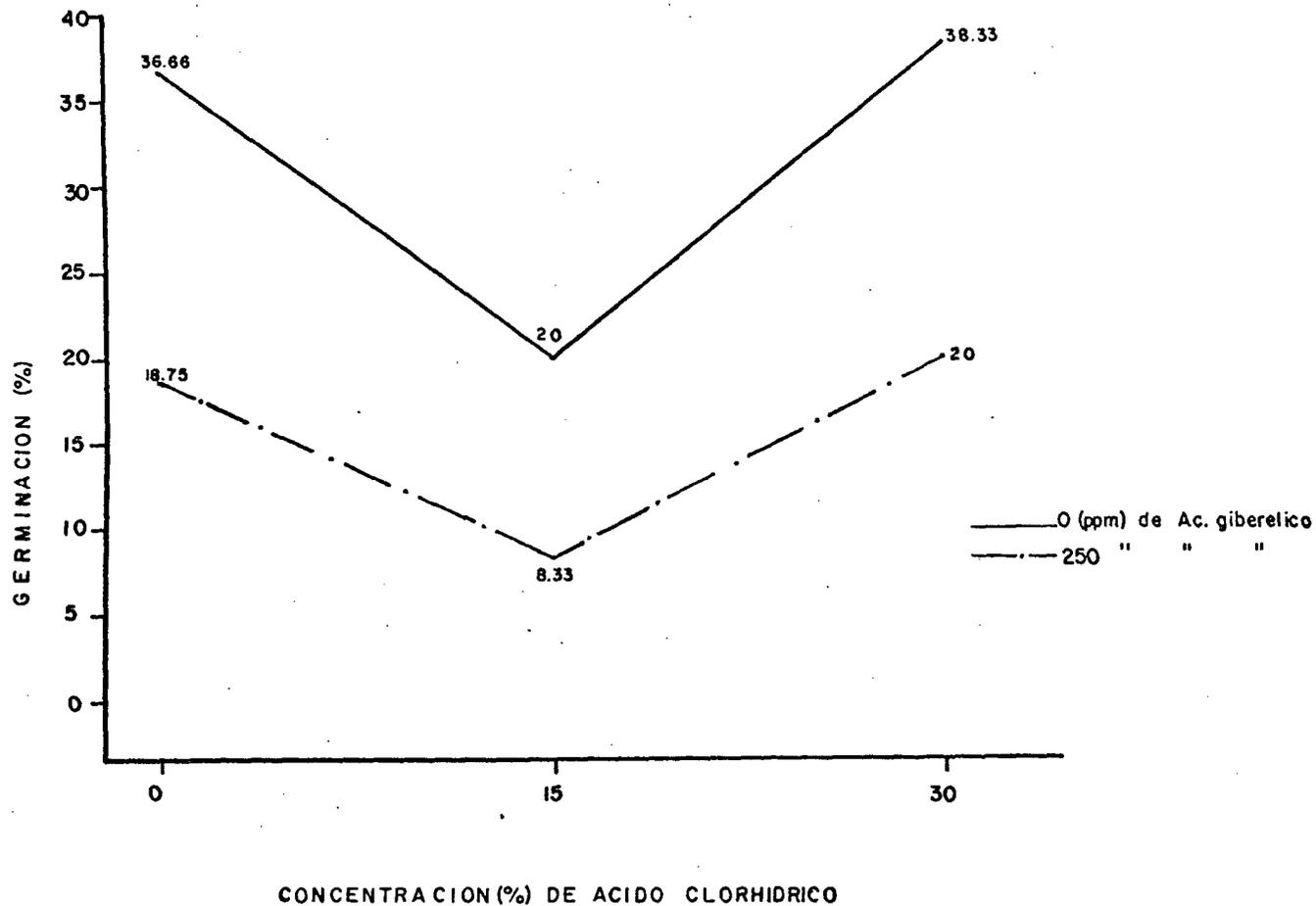
#### 4.1.3 Prueba 3

##### 4.1.3.1 Acido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )

En ésta tercer prueba de germinación al realizarse el análisis de varianza (Cuadro 7a) para este factor de variación en la especie P. glandulosa var. torreyana no se encontró significancia estadística, obteniendo un porcentaje promedio de germinación de 5.27%, el cual fué el más bajo y se obtuvo cuando no se empleó ácido sulfúrico (testigo) el porcentaje más alto en este caso fué de 11.60% y se obtuvo al utilizar 5% de concentración del escarificador (Cuadro 13), teniendo 7.37% de germinación como porcentaje promedio general.

En la especie P. laevigata el análisis de varianza respectivo (Cuadro 8a) si muestra significancia estadística, encontrando con el valor de la prueba de medias 95.83) que los porcentajes promedios obtenidos al emplear 0 y 30% de concentración son iguales estadísticamente

FIG. 6 Efecto de la interacción de distintas concentraciones(%) de ácido clorhídrico y ácido giberelico, sobre el porcentaje de germinación en semillas de *P. laevigata*.



Quadro 13. Efecto del tiempo (hrs) de remojo en agua a temperatura ambiente y de las concentraciones (%) de ácido sulfúrico, sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. glandulosa var. torreyana.

Conc. de Ac. sulfúrico (%)	0	24	48	$\bar{X}$ total
0	10.83	0	5	5.27
5	20.0	3.33	11.49	11.60
15	9.16	3.33	5	5.83
30	8.33	5.31	6.66	6.76
$\bar{X}$ total	12.09 a	2.99 b	7.03 ab	7.37

C.V. = 91.76 (%)

EFECIO	PROB F	DSH = 0.05
Concentraciones de Ac. sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	NS	-
Tiempo de inmersión de la semilla en agua a temperatura ambiente	0.05 *	6.88
Concentraciones de Ac. sulfúrico x tiempo de inmersión	NS	-

(19.44 y 22.63% respectivamente), siguiendo en orden descendente los obtenidos cuando se empleó 15 y 5% de concentración (16.38 y 8.10% respectivamente), obteniendo para este caso como porcentaje promedio general 16.64% de germinación (Cuadro 14).

#### 4.1.3.2 Acido clorhídrico (HCl)

El análisis de varianza realizado con los porcentajes de germinación obtenidos cuando se utilizó ácido clorhídrico en la especie P. glandulosa var. torreyana (Cuadro 9a) no muestra significancia estadística en el Cuadro 15a se observa que el porcentaje promedio mínimo de germinación (5.27%) se obtuvo, con el tratamiento testigo, mientras que el porcentaje más alto (13.25%), se obtuvo al emplear 5% de concentración, teniendo para este caso, un porcentaje promedio general de 9.12% de germinación.

Por otra parte, al utilizar este mismo factor en la especie P. laevigata el análisis de varianza realizado (Cuadro 10a) mostró significancia entre los porcentajes de germinación obtenidos, encontrando mediante la prueba de medias (Cuadro 15) que los porcentajes promedio obtenidos al emplear 0, 15 y 30% de concentración (19.99, 15.83 y 22.0% respectivamente) son iguales estadísticamente siendo, por consecuencia, diferente el porcentaje obtenido al utilizar 5% de concentración (9.93%), el promedio general de germinación obtenido en ésta ocasión fué de 16.94%, es decir, 7.82% más alto que el obtenido con P. glandulosa var. torreyana (9.12%), lo que representa un 86% de diferencia entre una especie y otra utilizando los mismos tratamientos para ambas especies.

#### 4.1.3.3 Remojo

Este factor se incluyó en los tratamientos con ácido sulfúrico y ácido clorhídrico por lo que se realizó un ANVA con cada tipo de escafi

Cuadro 14. Efecto del tiempo (hrs) de remojo en agua a temperatura ambiente y de las concentraciones (%) de ácido sulfúrico sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de *P. laevigata*.

Conc. de Ac. sulfúrico (%)	Tiempo de remojo en agua a temp. amb. (hrs)			$\bar{X}$ total de concentraciones
	0	24	48	
0	31.66 ab	0 h	26.66 bcd	19.44 ab
5	13.33 efg	3.33 gh	7.65 efgh	8.10 c
15	29.167 abc	3.33 gh	16.66 cdef	16.38 bc
30	40.00 a	19.56 bcde	8.33 efgh	22.63 a
$\bar{X}$ total de remojo en agua	31.87 a	6.55 c	14.82 b	16.64

C.V. = 26.95 (%)

EFECTO	PROB F	DSH = 0.05
Concentraciones de Ac. sulfúrico (%)	0.01 **	5.83
Tiempo de remojo en agua a temp. amb. (hrs)	0.01 **	4.57
Concentraciones x remojo	0.01 **	13.21

Cuadro 15. Efecto del tiempo (hrs) de remojo en agua a temperatura ambiente y de las concentraciones (%) de ácido clorhídrico, sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de *P. laevigata*.

Conc. de Ac. clorhídrico (%)	0	24	48	$\bar{X}$ total de concentraciones
0	33.33 ab	0 g	26.66 abc	19.99 ab
5	13.33 cdefg	6.66 defg	9.82 defg	9.93 c
15	15.83 cdef	10 defg	21.66 bcd	15.83 abc
30	38.33 a	19.36 bede	8.33 defg	22.0 a
$\bar{X}$ total de remojo en agua	25.19 a	9.00 c	16.62 b	16.94

C.V. = 31.48 (%)

EFECIO	PROB F	DSH = 0.05
Concentraciones de Ac. clorhídrico	0.01 **	6.90
Tiempo de remojo en agua a temperatura ambiente	0.01 **	5.43
Concentraciones x remojo	0.01 **	15.70

cador utilizando en cada especie estudiada, por lo que separaran las especies con incisos y a su vez cada especie se desglosara en los dos escarificadores empleados, todo esto para hacer más sencilla la presentación de resultados.

a) Prosopis glandulosa var. torreyana

Acido sulfúrico. En el caso en que se utilizó este escarificador el ANVA respectivo (Cuadro 7a) mostró significancia estadística para remojo a 5% de probabilidad, el valor de la prueba de medias (6.88) para este caso indica que los porcentajes obtenidos con 0 y 48 hrs de remojo (12.08 y 7.03% respectivamente) son iguales estadísticamente, pero el primero de estos porcentajes es diferente estadísticamente al porcentaje obtenido cuando se utilizaron 24 hrs de remojo (2.99%), teniendo como porcentaje promedio general 7.37% de germinación (Cuadro 13).

Acido clorhídrico. Al realizar el ANVA para el caso en que se utilizó Ac.clorhídrico en P. glandulosa var. torreyana (Cuadro 9a) se encontró que no existió significancia para el factor remojo, observándose en el Cuadro 15a que el porcentaje más bajo (8.63%) se obtuvo al utilizar 48 hrs de remojo, mientras que el porcentaje más alto (9.99%) se obtuvo sin emplear remojo, en el mismo cuadro se observa que el porcentaje promedio general de germinación fué de 9.12%.

b) Prosopis laevigata

Acido sulfúrico. Cuando se utilizó ácido sulfúrico en P. laevigata el ANVA correspondiente mostró significancia a un nivel de probabilidad del 1%, de tal manera que de acuerdo al valor de la prueba de medias (4.57) los tres porcentajes promedios obtenidos fueron diferentes entre sí, teniendo como promedio máximo (31.87%) obtenido cuando no se empleó remojo, siguiendo

en orden descendente los porcentajes promedios obtenidos con 48 (14.82%) y 24 (6.55%) hrs de remojo, el porcentaje promedio general de germinación en esta ocasión fué de 16.64% (Cuadro 14).

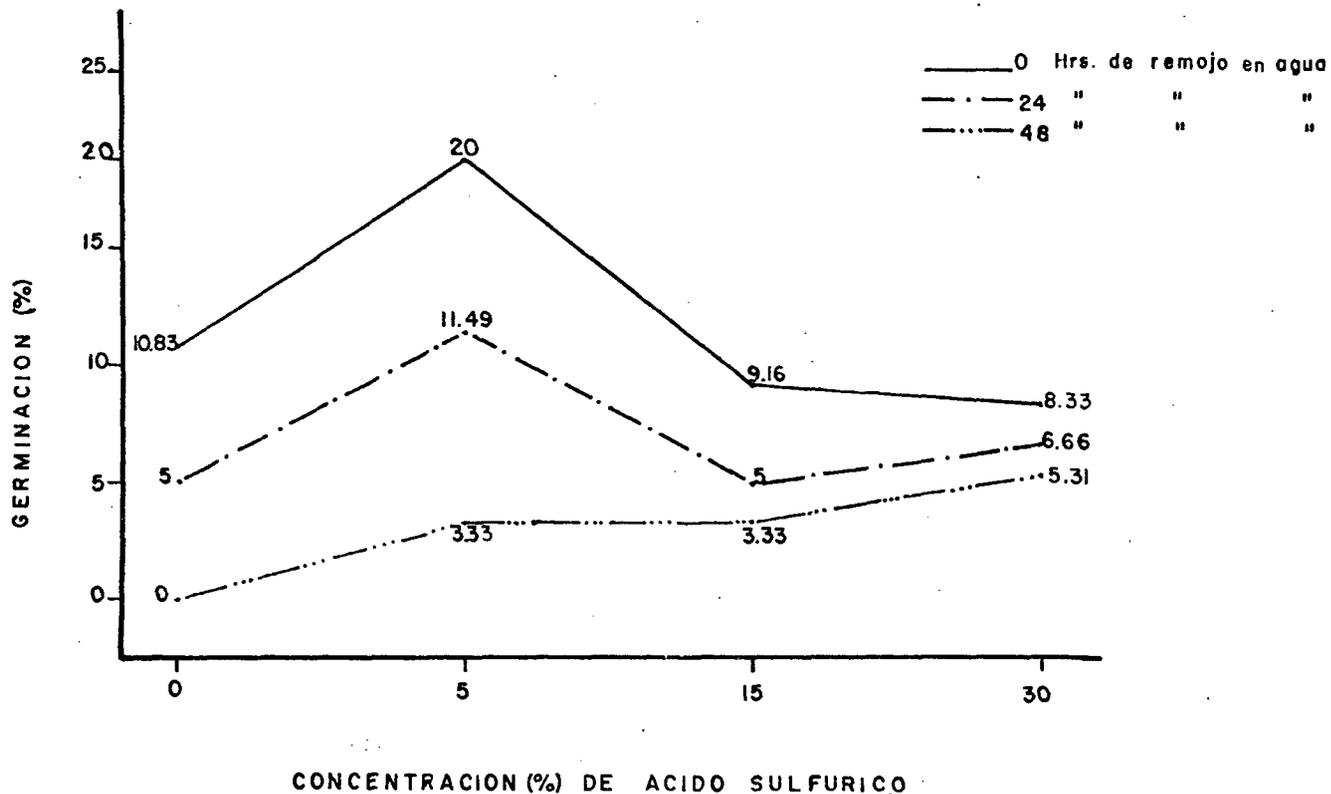
Acido clorhídrico. En el caso en que se utilizó ácido clorhídrico en P. laevigata el ANVA reporta que para el factor remojo si existió significancia estadística (Cuadro 10a), utilizando el valor de la DSH (5.43) para establecer la diferencia entre los porcentajes promedios obtenidos, teniendo en este caso, que los tres porcentajes comparados fueron diferentes entre sí (Cuadro 15), obteniendo el porcentaje promedio más alto (25.19%) cuando no se empleó remojo, siguiéndole en orden de importancia los porcentajes obtenidos al utilizar 48 y 24 hrs de remojo (16.61 y 9.0% respectivamente), para este caso el porcentaje promedio general de germinación fué de 16.94%, que no es muy diferente al obtenido al emplear ácido sulfúrico (16.64%).

#### 4.1.3.4 Interacción remojo\*sulfúrico

Analizando los porcentajes obtenidos con la interacción remojo\*sulfúrico en la especie P. glandulosa var. torreyana el ANVA (Cuadro 7a) indica que no existe diferencia estadística para ésta fuente de variación, no obstante que existe porcentajes muy diferentes entre sí, ya que el porcentaje más bajo fué de 0%, obtenido al emplear 24 hrs de remojo sin escarificador, y el más alto de 20%, obteniéndose al utilizar 5% de escarificador sin remojo, aunque cabe mencionar que el coeficiente de variación fué de 91.76% es decir muy poco consistente (Cuadro 13), pudiendo observarse la tendencia de los resultados obtenidos en esta interacción en la Figura 7.

Para la especie P. laevigata el ANVA realizado para ésta interacción (Cuadro 8a) reporta significancia estadística para menos del 1% de probabi

FIG. 7 . Efecto de la interacción del tiempo de remojo y concentraciones(%) de Ac. sulfúrico, sobre el porcentaje de germinación en semillas de *P. glandulosa* var. *torreyana*



lidad, reduciéndose el coeficiente de variación hasta un 26.95% (Cuadro 14) el valor de la prueba de medias para este caso fué de 13.21, lo cual nos indica que existió amplia diferencia entre los promedios, ya que estos oscilaron entre 0 y 40% de germinación, obteniéndose dichos porcentajes al emplear 24 hrs de remojo sin escarificador y 30% de escarificador sin remojo respectivamente, en el mismo cuadro se observa que el promedio general de germinación fué de 16.64%, observándose la tendencia de los porcentajes obtenidos con ésta interacción en la Figura 8.

#### 4.1.3.5 Interacción remojo\*clorhídrico

Al realizar el ANVA correspondiente con los resultados obtenidos con ésta interacción en la especie P. glandulosa var. torreyana no se obtuvo significancia estadística al 5% de probabilidad (Cuadro 9a), teniendo en este caso porcentajes promedios de germinación que oscilaron desde el 0% obtenido al emplear 24 (hrs) de remojo sin escarificador, hasta 13.33% obtenido al combinar 5% de escarificador con 0 y 24 hrs de remojo, así como también con 24 hrs de remojo y 15% de escarificador (Cuadro 15a) teniendo además, para este caso un porcentaje promedio general de 9.12% y un coeficiente de variación de 65.34% (Cuadro 15a), pudiendo observarse la tendencia de los resultados obtenidos en la Figura 9.

Para el caso de la especie P. laevigata el ANVA realizado para esta interacción reportó significancia estadística (Cuadro 10a), teniendo en ésta ocasión, como puede observarse en el Cuadro 15 un coeficiente de variación de 31.48%, el cual parecería demasiado alto en otras circunstancias pero en este caso y tomando en cuenta que son poblaciones silvestres no lo es tanto, en el mismo cuadro se puede observar que el valor de la prueba de medias para este caso fué de 15.7, de acuerdo al cual se calcularon los rangos o grupos para establecer la identidad estadística entre los porcentajes

Fig. 8 Efecto de la interacción del tiempo (Hrs.) de remojo y concentraciones (%) de ácido sulfúrico sobre el porcentaje de germinación en semillas de *P. laevigata*.

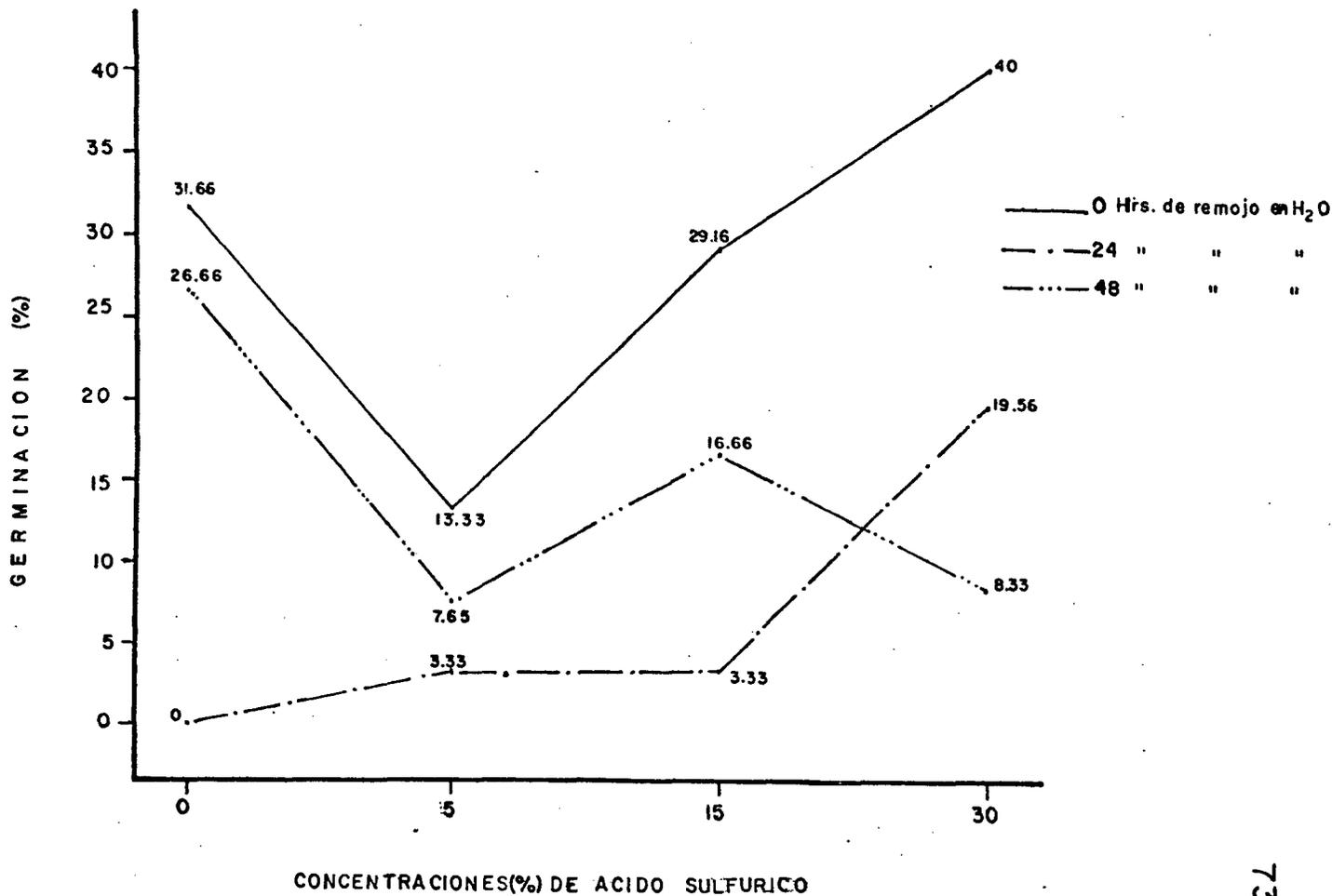
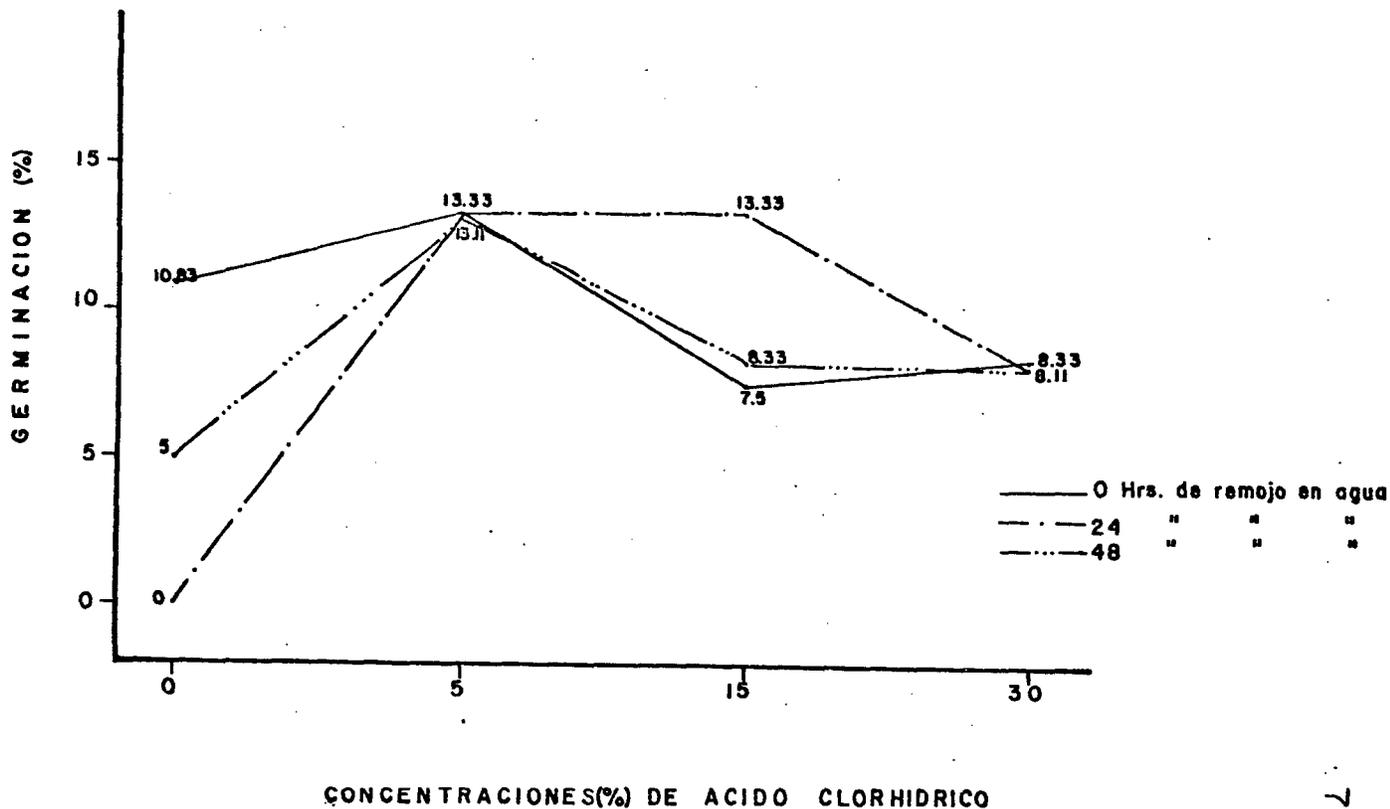


FIG. 9 Efecto de la interacción del tiempo (Hrs.) de remojo y concentraciones de ácido clorhídrico, sobre el porcentaje de germinación en semillas de *P. glandulosa* var. *torreyana*.



jes promedios obtenidos los cuales, para ésta prueba, variaron entre 0 y 38.33%, obteniéndose el resultado más bajo al utilizar 24 hrs de remojo sin escarificador, mientras que el porcentaje más alto (38.33%) se obtuvo al utilizar 30% de escarificador sin remojo, el porcentaje promedio general obtenido fué de 16.94%, el cual es un 85.74% más alto que el obtenido con P. glandulosa var. torreyana (9.12%), pero solo el 1.8% más alto que el que se obtuvo en la misma especie con la interacción remojo\*sulfúrico (16.64%).

#### 4.1.4 Prueba 4

Para esta prueba se hicieron cuatro análisis de varianza en total, los dos primeros se realizaron con el objeto de poder constatar estadísticamente la diferencia entre las especies utilizadas (P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata) con respecto a cada tipo de escarificador químico utilizado (ácido sulfúrico y ácido clorhídrico). Los otros dos ANVA se realizaron para cada especie utilizada, con el propósito de determinar cuál de los factores o interacción entre ellos presentó el efecto más importante sobre la variable dependiente.

##### 4.1.4.1 Especies

De acuerdo con los análisis de varianza realizados con los porcentajes de germinación obtenidos en ésta última prueba las dos especies de Prosopis utilizadas mostraron diferencia estadística significativa para una probabilidad menor de 1% en los dos tipos de escarificadores químicos utilizados (Cuadros 11a y 12a), sin embargo, al utilizar ácido clorhídrico (Cuadro 11a) se tuvo un coeficiente de variación de 82.96% es decir, que los resultados fueron poco consistentes, aunque es probable que ésta falta de consistencia se deba al hecho de estar comparando dos especies distintas, y por lo tanto su comportamiento al utilizar ácido clorhídrico, fue muy

diferente en ambas, como podemos apreciarlo en los Cuadros 16 y 17. En dichos cuadros se presentan las tendencias de los resultados obtenidos de las dos especies de Prosopis con cada uno de los escarificadores utilizados, así como los promedios totales obtenidos en cada especie y que para el caso en que se utilizó ácido clorhídrico de 6.87% de germinación para P. glandulosa var. torreyana y 28.74% para P. laevigata obteniéndose un porcentaje promedio general de 17.8% para toda la prueba. Por otra parte al utilizar ácido sulfúrico como fuente de escarificación (Cuadro 16), se obtuvieron 3.53% de germinación para P. glandulosa var. torreyana y 23.33% para P. laevigata con un porcentaje promedio de 13.43%, es decir, que comparando los porcentajes promedios generales en estas pruebas (13.43 y 17.8%) se podría pensar que no existe diferencia entre ácido y que la diferencia entre los porcentajes obtenidos se debe exclusivamente a la diferencia del material genético utilizado.

#### 4.1.4.2 Acidos

De acuerdo con los análisis de varianza respectivos (Cuadros 13a y 14a) si se encontró diferencia estadística entre los porcentajes obtenidos para cada tipo de ácido utilizado (Cuadro 18) en P. glandulosa var. torreyana, no obstante que los porcentajes promedios fueron más bajos que los obtenidos en P. laevigata, ya que para ácido sulfúrico se obtuvo un 3.53% y en ácido clorhídrico el porcentaje promedio se incrementó hasta 6.87%, siendo diferentes estadísticamente y teniendo como porcentaje promedio total 5.20% de germinación.

Para el caso de P. laevigata (Cuadro 19) no se tuvo significancia, aunque los porcentajes promedios fueron más altos, ya que con ácido sulfúrico se obtuvo un 23.33% de germinación, mientras que con ácido clorhídrico el porcentaje fué de 28.74%, siendo iguales estadísticamente y teniendo un

Cuadro 16. Efecto de distintos tiempos de inmersión en ácido sulfúrico, sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata.

Tiempo de inmer. en sol. química	ESPECIES	
	<u>P. glandulosa var. torreyana</u>	<u>P. laevigata</u>
0	10.83	23.33
15	1.66	26.66
30	1.66	18.33
60	0 e	25
$\bar{X}$ TOTAL	3.53 b	23.33 a

C.V. = 33.02 (%)

EFECTO	PROB F	DSH = 0.05
Diferencia entre especies	0.01 **	4.983

Cuadro 17. Efecto de distintos tiempos de inmersión en ácido clorhídrico (36.5%) sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata.

Tiempo de inmer. en sol. química	ESPECIES	
	<u>P. glandulosa var. torreyana</u>	<u>P. laevigata</u>
0	10.83	23.33
15	10	25
30	3.33	50
60	3.33	16.66
$\bar{X}$ TOTAL	6.872 b	28.74 a

C.V. = 82.96 (%)

EFECTO	PROB F	DSH = 0.05
Diferencia entre especies	0.01 **	9.445

Cuadro 18. Efecto de distintos tiempos de inmersión (ti) de semilla de P. glandulosa var. torreyana en dos tipos de escarificadores químicos (ac. sulfúrico y ac. clorhídrico) sobre el porcentaje de germinación obtenido.

Tiempo de inmersión en sol. química	ACIDO		$\bar{X}$ total por concentración
	Sulfúrico	Clorhídrico	
0	10.83	10.83	10.83 a
15	1.66	10	5.83 ab
30	1.66	3.33	2.495 b
60	0	3.33	1.665 b
$\bar{X}$ TOTAL	3.53 b	6.872 a	5.20

C.V. = 62.04

EFEECTO	PROB F	DSH = 0.05
Diferencia entre ácidos (ac.)	0.05 *	2.79
Diferencia entre tiempos de inmersión (ti)	0.01 **	5.33
Interacción (ti)*(ac)	NS	-

Cuadro 19. Efecto de dos tipos de escarificadores químicos (ac. sulfúrico y ac. clorhídrico) con distintos tiempos de inmersión de la semilla de P. laevigata sobre el porcentaje de germinación obtenido.

Tiempo de inmersión en sol. química	ACIDO		$\bar{X}$ total por concentración
	Sulfúrico	Clorhídrico	
0	23.33 b	23.33 b	23.33 ab
15	26.66 b	25	25.83 ab
30	18.33 b	50	34.16 a
60	25 b	16.66 b	20.83 b
$\bar{X}$ TOTAL	23.33	28.74	26.04

C.V. = 28.46 (%)

EFECCIO	PROB F	DSH = 0.05
Diferencia entre ácidos (ac)	NS	-
Diferencia entre tiempos de inmersión (ti)	0.05 *	12.25
Interacción (ti)*(ac)	0.01 **	20.96

porcentaje promedio total de 26.04%, con un coeficiente de variación de 28.46%, lo cual nos indica la buena consistencia de los resultados obtenidos.

#### 4.1.4.3 Tiempos de inmersión

Al realizarse los análisis de varianza para tiempos de inmersión se tuvo que esta fuente de variación mostró significancia estadística en la especie P. glandulosa var. torreyana (Cuadro 13a). Mediante la prueba de medias (Cuadro 18) se puede observar que el testigo (sin escarificador) fué el que mostró mayor respuesta en el porcentaje de germinación (10.83%), observándose un decremento en los porcentajes de germinación conforme se incrementaba el tiempo de inmersión en las soluciones químicas, este decremento se manifestó de manera muy parecida en ambas fuentes de escarificación química, obteniéndose el porcentaje más bajo de germinación al emplear 60 minutos de inmersión en la solución.

Por otra parte el ANVA realizado para la especie P. laevigata también mostró significancia estadística para tiempos de inmersión (Cuadro 19), encontrándose diferencia entre los distintos tiempos de inmersión utilizados, de tal manera que al realizarse la prueba de medias (Cuadro 18), se observó que el mayor porcentaje promedio (34.16%) se obtuvo al emplear 30 minutos de inmersión, siendo igual estadísticamente éste promedio a los obtenidos al emplear 0 y 15 minutos de inmersión (23.33 y 25.83% respectivamente), de igual manera el porcentaje promedio obtenido al utilizar 60 minutos de inmersión (20.83%) fue estadísticamente igual a los porcentajes obtenidos con 0 y 15 minutos de inmersión, pero diferente al porcentaje obtenido con 30 minutos de inmersión.

#### 4.1.4.4 Interacción ácido\*tiempos de inmersión

Para el caso de P. glandulosa var. torreyana no se encontró diferencia significativa para la interacción ácidos\*tiempos de inmersión (Cuadro 13a) no obstante que los resultados variaron de 0 a 10.83% de germinación en la Figura 10, se puede observar la tendencia que mostraron los porcentajes obtenidos, en la misma figura se puede ver claramente que en las dos fuentes químicas (ac. sulfúrico y ac. clorhídrico) los más altos porcentajes de germinación obtenidos (10.83% en ambos casos) correspondieron al tratamiento testigo, mientras que los porcentajes más bajos, 0 y 3.33% para ac. sulfúrico y ac. clorhídrico respectivamente correspondieron al tratamiento con mayor tiempo de inmersión (60 minutos); es decir, que para este caso a mayor tiempo de inmersión de la semilla, en cualquiera de los dos escarificadores empleados, menor porcentaje de germinación se obtuvo.

Para el caso de la especie P. laevigata el análisis de varianza respectivo (Cuadro 14a) nos indica diferencia estadística debido a la interacción ácido\*tiempos de inmersión, mediante la prueba de medias se pudo observar que prácticamente todos los resultados son iguales estadísticamente a excepción del que se obtuvo al utilizar 30 min de inmersión en ácido clorhídrico el cual se eleva hasta alcanzar el porcentaje de germinación más alto obtenido que fué de 50% (Cuadro 19), cabe mencionar que éste incremento obtenido sigue una línea ascendente a partir del tratamiento testigo y posteriormente se abate hasta un 16.66% que es el porcentaje más bajo en esta prueba (Figura 11). En el caso de ácido sulfúrico también se registró un ligero incremento al utilizar 15 y 60 minutos de inmersión, pero sin llegar a ser estadísticamente diferentes al tratamiento testigo, se debe señalar que

FIG. 10. Efecto de distintos tiempos de inmersión de Ac. sulfúrico y Ac. clorhídrico, sobre el porcentaje de germinación en semillas de *P. glandulosa* var. *torreyana*.

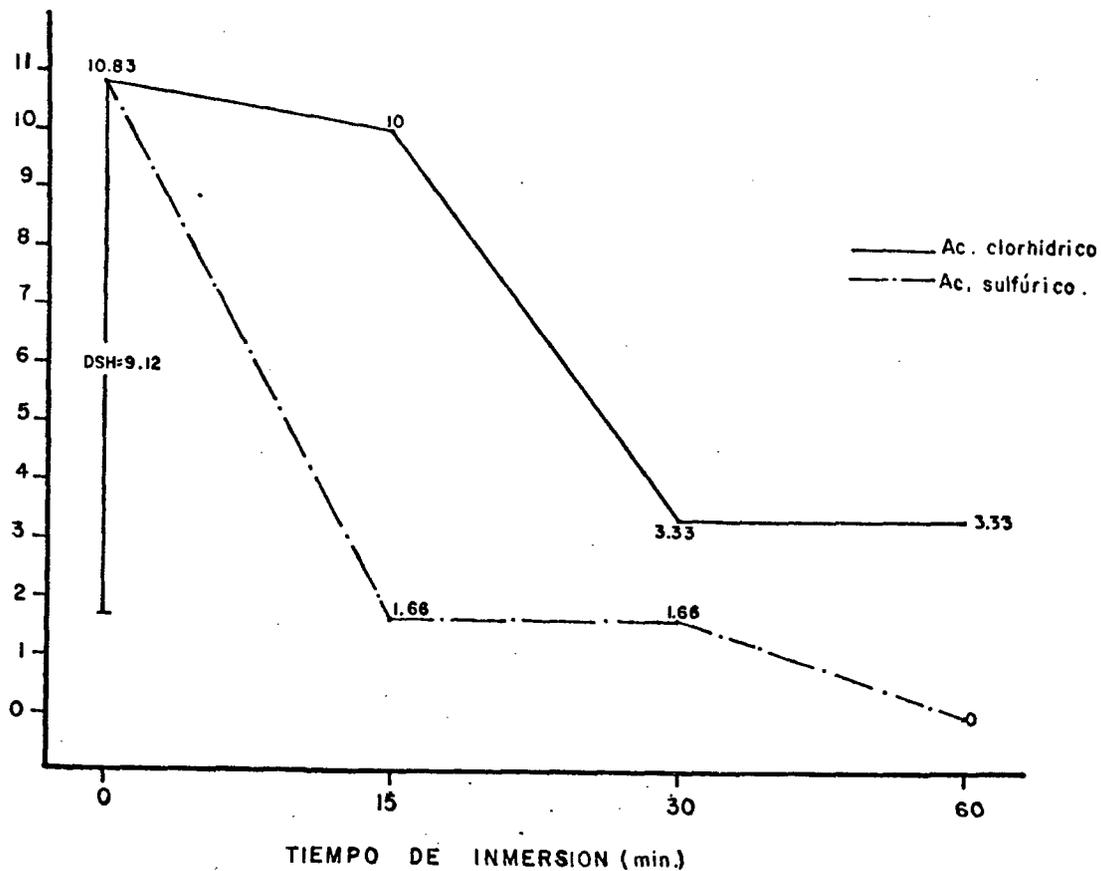
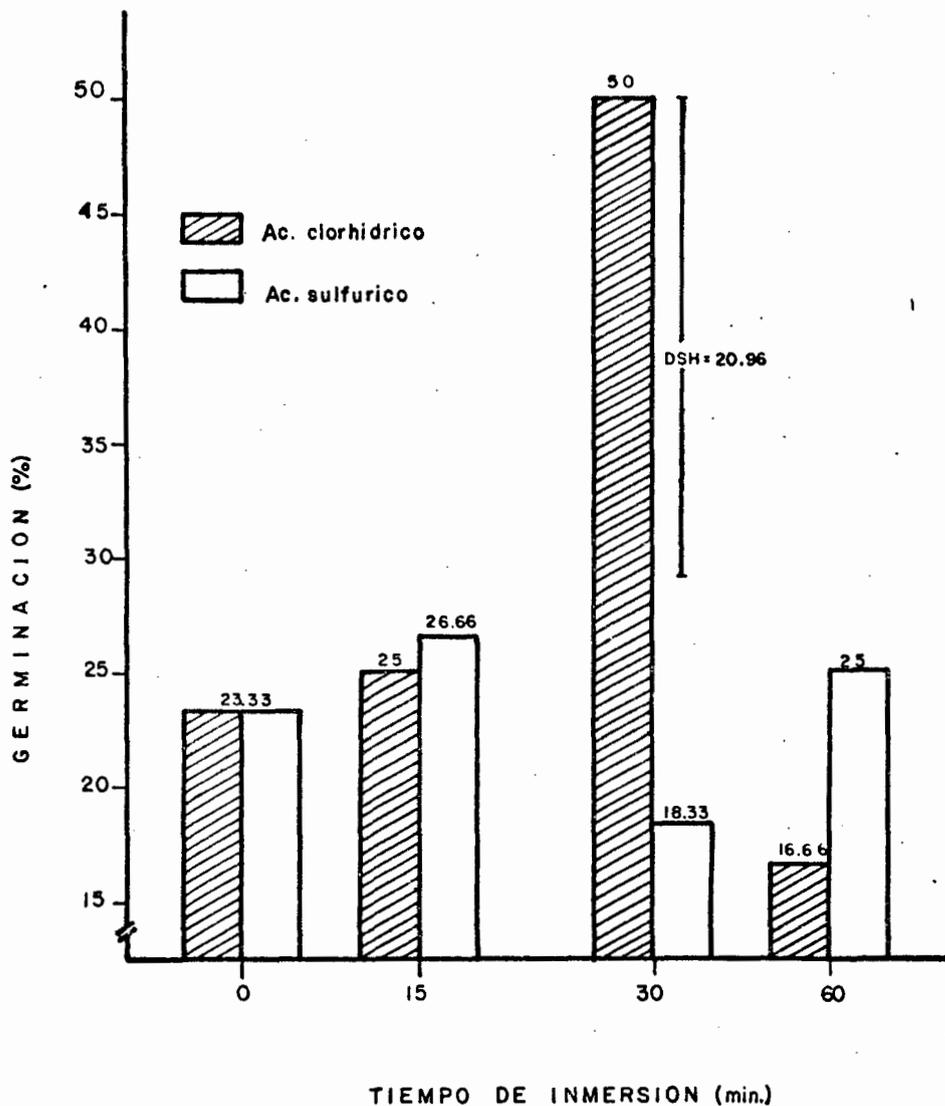


FIG. II Efecto de distintos tiempos de inmersión de semillas de *P. laevigata* en Ac. sulfurico y Ac. clorhidrico, sobre el porcentaje de germinacion obtenido.



para ésta prueba se obtuvo el coeficiente de variación más bajo y fué de 28.46%, lo cual nos muestra lo consistente y confiable de los resultados.

#### 4.2 Propagación asexual (estaca)

En ésta ocasión para este tipo de reproducción no se obtuvieron los resultados deseados, ya que pese a que se siguió la metodología que se consideró adecuada no existió respuesta de las estacas en ninguna de las especies en estudio (P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata), dándose por terminado el experimento al cabo de 90 días, durante los cuales se estuvieron realizando observaciones cada 15 días con el objeto de evaluar el posible enraizamiento los cuidados que se tuvieron durante la prueba fueron los ya descritos en el capítulo de materiales y métodos, considerándose que éstos fueron los más adecuados para el buen desarrollo de la prueba, sin llegar a sofisticaciones incosteables. Toda la prueba se llevó a cabo en condiciones de invernadero.

## V. DISCUSION

### 5.1 Germinación

La germinación es el factor determinante de la distribución de las plantas, y el éxito de una especie al resistir las adversas condiciones ha dependido de la evolución de las adaptaciones, bioquímicas, fisiológicas y estructurales al reposo. Este, es una etapa del desarrollo bien diferenciada en el ciclo biológico, que precisa la percepción e interpretación de los fenómenos ambientales para permitir la sincronización de los procesos biológicos con las diferentes estaciones mediante mecanismos internos que lo controlan, lo que le permite germinar e iniciar el crecimiento de nuevo en el momento más propicio del ciclo climático, ya que a diferencia del embrión animal, el embrión vegetal puede quedar inactivo una vez que se ha formado, y permanecer en dicho estado por un largo tiempo si las condiciones ambientales no son propicias para que pase al estado de vida activa. Es pues, muy conveniente poder romper el letargo y para ello es preciso poder conocer la causa o causas del fenómeno, para el caso de reposo en semillas se tienen varias clasificaciones, una de ellas y de uso muy general es la de Croker (1970), citado por Villers (1979), el cual describe que el reposo de las semillas es resultado de: (1) inmadurez del embrión, (2) impermeabilidad de las cubiertas seminales al agua, (3) resistencia mecánica de las cubiertas seminales al crecimiento del embrión, (4) escasa permeabilidad de las cubiertas seminales a los gases, (5) un bloqueo metabólico en el embrión, (6) combinación de los diversos tipos citados, o (7) reposo secundario.

#### 5.1.1 Efecto del remojo de la semilla

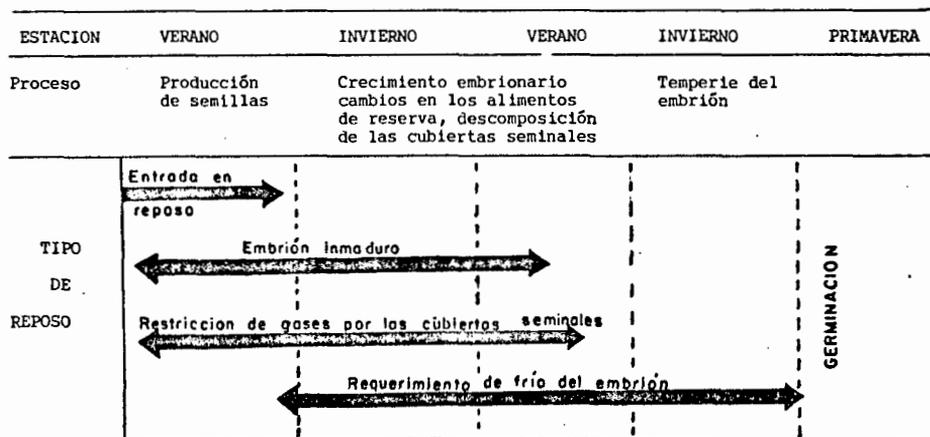
Se ha observado por diversos autores (Mayer y Poljakoff-Mayber

1975, Copeland 1976, Pedersen et al. 1979, y Villers 1979), que el mayor problema en la germinación de leguminosas es su alto contenido de semillas "duras", es decir impermeables al paso del agua y difusión de gases, por lo que no pueden absorber agua con prontitud, dicha impermeabilidad puede ser causada por deposición de varias sustancias impermeables en la testa, pericarpio o membrana celular. Se han identificado como inhibidores naturales la cumarina, la abscisina, el ácido paraascorbico (Copeland 1976, Rojas 1978), así como densas deposiciones de suberina, lignina, cutina, taninos, lípidos, sustancias pecticas y grasosas (Mayer y Poljakoff-Mayber 1975, Copeland 1976), más específicamente se ha demostrado la presencia de inhibidores en semillas de Prosopis (Gallardo et al. 1974 y Girarl et al. 1978, citados por Weder 1981), dichos inhibidores actúan sobre la tripsina y quimotripsina, aislándose además, en P. nigra N-acetyltriptamina, que es un alcaloide derivado del triptofano con gran efecto inhibitorio sobre la germinación (Moro et al. 1975, citados por Smolenski y Kinghorn 1981). Por otra parte Villers (1979) menciona también, que las semillas de leguminosas resistentes a la captación de agua poseen un micrópilo modificado, que funciona a manera de válvula, permitiendo la difusión del agua al exterior de la semilla en una atmósfera seca, mientras que en una atmósfera húmeda o en agua líquida se cierra tenazmente evitando así la entrada, y con ello no solamente el embrión se mantiene deshidratado, sino que el contenido de agua se mantiene invariablemente a niveles muy bajos, haciéndose necesaria la ruptura de la cubierta seminal, después de la cual da comienzo la germinación en breve tiempo. Pedersen et al. (1979) mencionan que la proporción de semillas "duras" varía con la especie, y en la mayoría de las especies el porcentaje de semillas "duras" se reduce con la edad.

Todo esto concuerda con algunas de las observaciones que se hicieron en este trabajo, como lo es, el que las semillas de Prosopis estudiadas

hayan requerido de un período de postmaduración de tres meses durante el cual no existió una sola semilla germinada no obstante los tratamientos aplicados, al respecto Tschirley y Martin (1960) sugieren dejar reposar la semilla de mezquite durante dos años, período después del cual se manifiesta el máximo poder germinativo (Figura 12). Así mismo en lo que respecta a la impermeabilidad de la cubierta seminal, los resultados obtenidos coinciden perfectamente con los reportes que existen al respecto, ya que como podemos constatar en el Cuadro 7 al utilizar 0, 24 y 48 hrs de remojo en semillas de las especies en estudio se observó que en P. glandulosa var. torreyana no existió diferencia entre los niveles utilizados, es decir, que posiblemente el mayor nivel de remojo empleado (48 hrs) no fue suficiente para ablandar la testa y diluir o descomponer los inhibidores de la cubierta

Figura 12. Esquema de la combinación de los tipos de mecanismos que imponen reposo, mostrando sus relaciones en la especial determinación de la germinación de algunas semillas (tomado de: Villiers, T.A. 1979) p. 42.



seminal, teniendo por consecuencia el bajo porcentaje de germinación, esta insuficiencia de remojo probablemente se deba a que como se ha mencionado con anterioridad la semilla de P. glandulosa var. torreyana es más pequeña y su testa es más consistente que la de P. laevigata, así mismo, es muy posible que, como lo menciona Copelan (1976), exista incremento de la impermeabilidad al agua mediante mecanismos hereditarios, ya que en zonas áridas y semiáridas, existe una selección natural que fomenta esta característica para asegurar la sobrevivencia de la especie. En P. laevigata, aunque tampoco se obtuvo diferencia entre los tratamientos con remojo, se puede apreciar en el Cuadro 8 que la germinación se abatió un poco al utilizar 24 hrs de remojo, pero se incrementó con 48 hrs de remojo, lo que nos hace pensar que probablemente, al cabo de las 48 hrs de remojo, se empezaba a lograr la absorción de agua por el embrión, pudiendo ser necesario un poco más de remojo para alcanzar porcentajes más altos de germinación. Puede ser probable, que la diferencia entre los porcentajes de germinación obtenidos en P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata se deba a que la testa de P. laevigata es menos consistente, permitiendo con esto una rápida absorción de agua, o posiblemente sea el material genético el que establece la diferencia, ya que de forma general en P. laevigata se observan formas arbóreas más comúnmente que en P. glandulosa var. torreyana, pudiendo influir esto en el vigor y viabilidad de la semilla.

#### 5.1.2 Efecto del ácido giberélico

Se ha demostrado que la estimulación de la germinación, mediante daño de las cubiertas seminales, es debido probablemente a la supresión de la hormona inhibidora del crecimiento por procesos oxidativos, mientras que la temperatura fría y la luz pueden provocar la producción de hormonas

antagónicas que estimulen el crecimiento. El ácido giberélico es una hormona que interrumpe el reposo y toma parte en la germinación de la se milla, y su aplicación en embriones que no han experimentado el frío o el período de postmaduración ocasiona el mismo incremento de enzimas y ARN, permitiendo también la germinación sin que el frío o el período de postmaduración sean necesarios (Villers 1979). Durante mucho tiempo se han estudiado los aspectos del metabolismo durante la emergencia del repo so con la esperanza de hallar explicaciones a los diversos tipos de reposo, la información de los cambios en las enzimas es valiosa pero es muy diffi cil decidir si tales cambios son causa o sencillamente uno de los efectos de la emergencia de reposo. Van Overbeek (1970) (citado por Rojas 1978) asienta, que al hidratarse las células del embrión sintetizan giberelina, la cual al ser secretada pasa a las células del endospermo induciendo la síntesis de amilasas por lo que las reservas de la semilla son hidroliza das y el embrión obtiene glucosa, que es la fuente de energía para el desarrollo. Enseguida el embrión forma citocininas que estimulan la divi sión de las células de los meristemas apicales, después a partir de las reservas de aleurona, se forman aminoácidos y ácido indolacético, bajo cuya inducción las células se alargan mientras el tallo y la raíz crecen y presentan polaridad. Se han utilizado estimulantes de la germinación en infinidad de trabajos, obteniéndose resultados contradictorios ya que en algunas especies no se ha tenido éxito y en otras si incluso, en oca siones, en una misma especie algunos investigadores han tenido éxito en tanto que otros han fracasado. Estos resultados no deben sorprender, pues si se tiene en el proceso de germinación una acción sucesiva de las tres hormonas (o grupos hormonales), actuando primero la giberelina, luego citocinina y el final auxina, es muy posible que en algunas especies

o aún en casos particulares sea una hormona la limitante y en otros casos otra, pudiendo tener éxito o no si casualmente se trató con la hormona crítica, incluso, aún debe tomarse en cuenta el nivel de los inhibidores para tener una acción satisfactoria con la aplicación de hormonas (Van Overbeek 1970, citado por Rojas 1978). De acuerdo con el contexto anterior, los resultados obtenidos cuando se utilizó ácido giberélico, en las pruebas de germinación realizadas en este trabajo, no difieren en gran medida de los obtenidos por otros investigadores al emplear fitohormonas promotoras de la germinación, ya que cuando el AG<sub>3</sub> se utilizó en P. glandulosa var. torreyana no se obtuvieron buenos resultados, pues al emplear 100 y 200 ppm de la hormona se abatió el porcentaje de germinación (Cuadro 7), mientras que al utilizar 250 ppm (Cuadro 7 y 9) apenas se igualó estadísticamente al porcentaje de germinación obtenido con el testigo, es decir, sin aplicar giberélico. Por otra parte, cuando se utilizó giberélico en P. laevigata ocurrió exactamente lo mismo, esto es, abatimiento de la germinación, con respecto al testigo, al utilizar 100 y 200 ppm e igualdad estadística entre los porcentajes obtenidos con 0 y 250 ppm (Cuadro 8). Sin embargo, en esta misma especie se combinó el ácido giberélico con distintas concentraciones (0, 15 y 30%) de ácido sulfúrico (Cuadro 10) y ácido clorhídrico (Cuadro 12), en ambos casos se obtuvieron mejores resultados con el tratamiento que no tenía giberélico, incrementándose los porcentajes de germinación al emplear 15 min de ácido sulfúrico y 30 min de ácido clorhídrico. Es muy probable que estos resultados se deban, en primer lugar a la impermeabilidad de la cubierta seminal, la cual impidió que el ácido giberélico actuara como se esperaba, o posiblemente, y guiándonos por los resultados obtenidos no haya necesidad de emplear hormonas, ya que no existió respuesta a la aplicación de ácido giberélico ni aún cuando se utilizaron 250 ppm. Mientras que al utilizar

escarificadores los porcentajes de germinación diferían estadísticamente del porcentaje obtenido con el tratamiento testigo. Esto nos indicaba que el principal problema para la germinación de semillas de Prosopis es la impermeabilidad de la cubierta seminal.

### 5.1.3 Efecto de los ácidos sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) y clorhídrico (HCl)

En semillas de testa "dura" se ha logrado romper el letargo mediante tratamientos con escarificación, resquebrajando o debilitando la testa por medios mecánicos (Rojas 1978). Durante dichos tratamientos que interrumpen el reposo las semillas no emergen abruptamente de él, sino que pasan gradualmente por un período de reposo relativo en el cual puede ocurrir la germinación dentro de ciertos límites de temperatura (Villers 1979). En semillas de Prosopis se han realizado muy pocos trabajos en los que se utilizan escarificadores por lo que la información al respecto es muy escasa. En el presente trabajo se ha generado un poco más de información al respecto, pues al realizar tres pruebas de germinación en P. glandulosa var. torreyana y P. laevigata, empleando dos escarificadores químicos ( $H_2SO_4$  y HCl) con cinco concentraciones cada uno (0, 5, 15, 30 y 36.5 con HCl y 0, 5, 15, 30 y 98.5% con  $H_2SO_4$ ) fue factible explorar un amplio rango en la utilización de estos escarificadores. Para el caso de P. glandulosa var. torreyana, y de acuerdo con los Cuadros 13, 15a y 16, el mejor porcentaje de germinación (20%) se obtuvo al utilizar 5% de  $H_2SO_4$ , ya que cuando no se utilizó el escarificador (testigo) solo se obtuvo un 10.83% de germinación y al incrementar la concentración arriba del 5% se abatió la germinación, esto hace suponer que al incrementar la concentración existió daño en el embrión. En el caso de P. laevigata, se observó que los mejores porcentajes de germinación (40 y 38.33%) se obtuvieron al utilizar 30% de ac. sulfúrico y de ac. clorhídrico respectivamente (Cuadros 14 y 15), por

lo que se decidió realizar una última prueba utilizando la concentración a la que vienen los productos en el mercado, 36.5% para HCl y 98.3% para  $H_2SO_4$ . Los resultados en esta prueba confirman lo observado en la prueba anterior, es decir que en P. glandulosa var. torreyana el porcentaje de germinación se abatió al máximo (0% de germinación) al utilizar ac. sulfúrico, mientras que con ac. clorhídrico el porcentaje de germinación más bajo fue 3.33% (Cuadro 18), esto quiere decir, que se requieren bajas concentraciones de escarificador para esta especie. Al utilizar las mismas concentraciones de los escarificadores en P. laevigata se obtuvo el mejor porcentaje de germinación para esta especie (50%), ocurriendo esto al emplear 30 min de inmersión en ácido clorhídrico (Cuadro 19), obteniendo solo 23.33% de germinación con el tratamiento testigo. Con esto queda claro que el principal problema para la germinación de semillas en Prosopis es la impermeabilidad de la cubierta seminal.

## 5.2 Enraizamiento

En este caso, en el cual se trató de hacer enraizar estacas de las dos especies de mezquite en estudio, no se obtuvieron resultados favorables, ya que no existió una sola estaca enraizada. Esto puede tener varias razones de ser porque como se sabe es difícil predecir si las estacas tomadas enraizarán con facilidad debido a que existen grandes diferencias en la capacidad de enraizamiento de las diferentes especies, y aunque las relaciones botánicas dan una indicación general, es necesario hacer pruebas con cada clon. Esto ya se ha realizado en la mayoría de las plantas de importancia económica, no así en las especies silvestres con potencial aprovechable como es el caso que nos ocupa. Para el caso del mezquite ya se han realizado algunas pruebas de enraizamiento con resultados variables, en otras especies y otras condiciones que las empleadas en este trabajo (Bhimaya et al.

1965, Felker y Clark 1981 y Sonora y Nascimento 1983, citados por Fernández y Galvão 1984), pues es sabido que el enraizamiento es afectado por varios factores de diversa importancia para un exitoso desarrollo radical. Dichos factores van desde la época de corte de las estacas de gran importancia en especies difíciles de enraizar, hasta la presencia de inhibidores químicos de presencia natural en las mismas, pasando por las concentraciones de sustancias necesarias para la formación de raíces; como pueden ser los niveles de auxina (endógena o aplicada), la presencia de algunos cofactores fenólicos llamados rizocalinas los cuales se piensa que se elaboran en las hojas o yemas y son necesarios para la formación de raíces (Bovillenne y Wene 1933, citados por Hartmann y Kester 1980), y la presencia de una enzima específica que se encuentra en las células de ciertos tejidos (periciclo, floema y cambium), y posiblemente sea de tipo polifenol-oxidasa (Bovillenne y Walrand 1955, citados por Hartmann y Kester 1980).

De tal forma que es muy posible que la ausencia de enraizamiento en las pruebas realizadas se haya debido a una inadecuada época de corte del material de propagación y/o un deficiente empleo de estimuladores en la formación de raíces. Pudiendo realizarse algunos otros trabajos en los cuales se evalúen diferentes épocas de corte del material vegetal, la utilización de distintos niveles en estimuladores de formación de raíces como serían el 2, 4-D; el 2, 4, 5-T (Tricloro fenoxiacético); el ANA, y combinaciones a partes iguales de AIA y AIB, así como el empleo de las sales de algunos reguladores de crecimiento en substitución de la forma ácida ya que las sales tienen una actividad semejante y son más solubles en el agua.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se observó que de forma general al utilizar ácido giberélico no existió respuesta a las concentraciones empleadas, para ninguna de las especies en estudio, tampoco hubo efecto del ácido giberélico en las interacciones de éste con remojo de la semilla y con diferentes concentraciones de HCl y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
2. En los tratamientos en que se utilizó remojo de la semilla en agua no se observó respuesta a este factor ni a las interacciones realizadas con AG<sub>3</sub>, HCl y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
3. Para los casos en que se utilizó ácido clorhídrico (HCl) no se obtuvo respuesta de éste con ninguna de las interacciones realizadas (AG<sub>3</sub> y remojo de la semilla), observándose que el mejor porcentaje de germinación en P. glandulosa var. torreyana (13.33%) se obtuvo al emplear 5% de HCl, mientras que en P. laevigata el mejor porcentaje de germinación (50%) se obtuvo al utilizar una concentración de 36.5% de HCl con un tiempo de inmersión de 30 min.
4. Al utilizar ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) no hubo respuesta de este con las interacciones realizadas (AG<sub>3</sub> y remojo de la semilla). Obteniéndose en P. glandulosa var. torreyana, el mejor porcentaje de germinación (20%) al utilizar 5% de conc. de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; por otra parte, en P. laevigata el mejor porcentaje de germinación (48.33%) se obtuvo con el tratamiento a base de 15% de ac. sulfúrico.
5. En reproducción asexual, no obstante que se siguió la metodología que se consideró adecuada, no se obtuvieron resultados. De tal forma, que al no existir efecto con los tratamientos empleados en propagación asexual se puede decir, que hasta el momento en las condiciones y para las especies utilizadas en este trabajo el mejor método de propagación es por germinación de semillas.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Abrahamson, W.G. 1980. Demography and vegetative reproduction. En: O.T. Solbrig (Ed.). Demography and evolutions in plant populations. Blackwell Scientific Publications. Oxford, England. p. 86-106.
- Amen, D.R. 1968. A model of seed dormancy. Botanical review 34(1):27-189.
- Anónimo. 1955. El mezquite. El campo 22(766):54-55.
- Anónimo. 1979. Tropical legumes. National Academy of Sciences. Washington, D.C. (IV) 123-193.
- Audus, L.T. 1959. Plant growth substances. Edit. Leonard Hill. Londres p. 5-20.
- Baez, S.R. 1985. Contenido de carbohidratos durante el enraizamiento y sobrevivencia de estacas de durazno (*Prunus persica* L. Batch) selección F8215. Tesis profesional. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 92 pp.
- Bell, H.M. y E.J. Dyksterhuis. 1943. Fighting the mesquite and cedar invasión on Texas ranges, Soil Cons. 9:111-114.
- Benson, L. 1941. The mesquites and screwbeans of the United States. Amer. Jour. Bot. 28:748-754.
- Benson, L. y Darrow, R.A. 1981. Trees and shrubs of the southwestern desert. 3rd. ed. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. 416 pp.
- Bewley J.D. y M. Black. 1978. Physiology and biochemistry of seeds. Springer-Verlag. Germany (1)279 pp.
- Bhimaya C.P. y Ganguli B.N. 1965. Studies on presprouted stumps of *Prosopis juliflora*. Annals of arid zone 4(1):4-9.
- Bogush, E.R. 1951. Climactic limits affecting distributions of mesquite (*Prosopis juliflora*) in Texas. texas J. Sci. 3:554-558.
- Brito, N.R. 1980. Tratamiento a la semilla de 3 especies forestales de zonas áridas y su influencia en la germinación. Univ. Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 72 pp.
- Burkart, A. 1943. Las leguminosas argentinas. ACME Agency. Buenos Aires, Argentina. 590 pp.
- Burkart, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae Subfam. mimosoideae). J. Arnold arboretum. 57:219-249.

- Burkart, A. y Simpson, B.B. 1977. Appendiz: The genus Prosopis and annotated key to the species of the world. En: B.B. Simpson (ed.). Mesquite: its biology in two desert ecosystems. Dowden, Hutchinson y Ross, Pnn. p. 201-216.
- Buzo, J. y R. Avila. 1970. Efecto de la sustitución progresiva del sorgo por vainas de mezquite en la alimentación de borregos. Boletín editado por el Instituto Nacional de Ovinos y Lanar. La Calera, Zac. México. p. 11-14.
- Cabrera Y. y Y.D.M. Cabrera. 1975. San Francisco Javier de la Parada. Editorial Universitaria Potosina. SLP. México. 127 pp.
- Castro, G.M., G. Olivares O., S. Ruelas G., A. López B., R. Espinoza X., R. Castro R. 1983. Uso actual y potencial de los recursos genéticos de las zonas áridas. En: J. Molina Galan (ed.). Recursos Agrícolas de las zonas áridas y semiáridas de México, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. p. 119-132.
- Cataño, C.E. 1966. Digestibilidad y aceptación del mezquite con harinolina y urea en ganado bovino lechero. Tesis profesional. Tecnológico de Monterrey. Monterrey, N.L., México. p. 42-44.
- Cerrud, N.B. 1967. Ensayo de erradicación del mezquite Prosopis spp con los herbicidas esteron tenten y esteron mata-arbustos. Tesis profesional. Esc. de Agric. Antonio Narro p. 3-6.
- Cetenal. 1971. Carta topográfica. 1:50 000; Salinas, F-14-A-61. Cetenal México, D.F.
- Cetenal. 1971a. Carta edafológica. 1:50 000; Salinas. F-14-A-61. Cetenal México, D.F.
- Cetenal. 1971b. Carta geológica. 1:50 000; Salinas. F-14-A-61. Cetenal México, D.F.
- Cetenal. 1971c. Carta de uso de suelo. 1:50 000; Salinas. F-14-A-61. Cetenal México. D.F.
- Cetina; A.V.M. 1984. Estudio sobre la germinación del Pinus cembroides en condiciones naturales. Tesis profesional. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 126 pp.
- Correl, D.S. y M.C. Johnston. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Tex. Res. Found. Renner p. 783-784.
- Copeland, L.O. 1976. Principles of seed science and technology. Department of crop and soil science. Michigan State University. Burgess Publishing Company. USA. 369 p.
- Dávila, A.H. 1983. La distribución del mezquite en México, En: SARH, SF-INIF (eds). Segunda reunión nacional sobre ecología, manejo y domesticación de plantas útiles del desierto (memoria). Gómez Palacio, Dgo. México. 167 pp.

- Esau, K. 1959. Anatomía vegetal. Edit. Omega. Barcelona, España. p. 16-18.
- Espinoza de G.R.J. 1979. Familia Leguminosae. En: Rzedowski, G.C. y J. Rzedowski (eds). Flora fanerogámica del Valle de México. CECSA. México, D.F. p. 280-287.
- Felger, S.R., Leigh L., Buchman L.S., Cornejo O.D., Dimmitt A.M., Johnson G.D., Nagel C., Raterner L. y Stigers A., 1981. Inventing the worlds arid lands for new crops: A model from Sonoran Desert. Mesquite as an example of a new crop. En: Lund G.H. Caballero (Ed.). Arid land resource inventories developing cost-efficient methods and international workshop. La Paz, México. USDA Forest Service p. 112-116.
- Felker, P. 1979. Mesquite: All-purpose leguminous arid land tree En: Gary A.R. (ed.) New Agricultural Crops. 5:89-125.
- Felker P. y Clarck P.R. 1981. Rooting of mesquite (Prosopis) cuttings. Journal of range management. 34(6)466-468.
- Felker, P. 1982. Uses of mesquite wood in Argentina and possibilities for genetic selection to provide straight fast-growing mesquite. En: Felker P. y Roberson S. (Eds.). Mesquite woodworking wildlife research institute p. 33-35.
- Fernández L.P.C. y M. Galvão A.P. 1984. A Pesquisa com algarobeira desenvolvida pela EMBRAPA/IEDF no Nordeste Semiarido. Brasilia, D.F. 19 pp.
- Ferrizi, S.R. 1984. Estudio químico y farmacobiológico del mezquite Prosopis juliflora. Tesis profesional. Fac. de Ciencias Químicas. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. México, P. 6-12.
- Flinta, M.C. 1977. Prácticas de plantación forestal en América Latina. FAO. Cuaderno de Fomento Forestal 15. Roma 499 pp.
- Galindo, A.S. 1983. Caracterización de la variación en el mezquite (Prosopis L.) y sus usos en el Altiplano Potosino. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Nuevo León, Fac. de Ciencias Biológicas. 87 pp.
- García, F.L. 1967. Utilización de las vainas del mezquite (Prosopis spp) en la alimentación de vacas lecheras. Tesis profesional. Tecnológico de Monterrey, Monterrey, N.L., México p. 6-14.
- Gómez, F. y González M.H. 1980. Increasing forage and livestock production using 2, 4, 5-T and picloran for mesquite control in central Chihuahua, México. Soc. Range Mange. Ann. Meet. San Diego Cal. Abstr. of papers p. 37.
- Gómez, L.F. 1970. Importancia económica de los mezquites (Prosopis spp) en algunos estados de la República Mexicana En: IMFRN (Ed.). Mezquites y Huizaches. México. p. 1-69.

- González, C.A. y Scheffey A.J.W. 1964. Los recursos espontáneos y su economía En: E. Beltrán (ed.). Las zonas áridas del Centro y Noroeste de México y el aprovechamiento de sus recursos. *IMFNR*, México p. 29-95.
- Graeme, P.B. 1972. Seed germination and morphogenesis. En: Kozlowski, T.T. (ed.). *Seed biology. Physiological ecology.* 1(5):223-304.
- Guevara Fefer, F. 1977. Estudios sobre la dinámica de poblaciones de semillas de *Cordia elagnoides*, en Chamela, Jalisco. Tesis profesional. Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Aut. de México, México. 99 pp.
- Harper, J.L. 1977. *Population biology of plants.* Academic Press. London. 892 pp.
- Hartmann, H.T. y Kester, D.E. 1980. Propagación de plantas principios y prácticas. Edit. CECSA. México. p. 32-90.
- Howe, H.F. y Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics.* 13:201-208.
- Howell, D.J. y Roth, B.S. 1981. Sexual reproduction in agaves the benefits of bats; the cost of semelparous advertising ecology 62:1-7.
- Hutchinson, L.L. D.J. 1964. The genera of flowering plants. Clarendon Press. Oxford, England (1)286-289.
- Janick, J. 1965. *Horticultura científica e industrial.* Acribia. Zaragoza, España. 564 p.
- Johnston, M.C. 1962. The North-American mesquites Prosopis Sect. Algarobia (Leguminosae) *Brittonia.* 14:72-90.
- Lacher, J.R. 1963. Germination studies on mesquite seeds, proceeding of the association of official seed analysis of north American New Brunswick.
- Lawrence, G.H.M. 1971. *Taxonomy of vascular plants.* Mc. Millan Co. New York. USA.
- Martínez, M. 1969. Las plantas medicinales de México. Edit. Botas. México, D.F. p. 221-222.
- Martínez, O.E. 1976. El mezquite. Comunicado No. 6 sobre recursos bióticos del país. Boletín. Editado por el INIREB. Xalapa, Ver. México.
- Mayer, A. y Polkakov-Mayer. 1975. The germination of seeds. Edit. Pergamon Press. New York. 192 pp.

- Meyer, R.E., H.L. Morton, R.H. Hass y E.D. Robinson. 1971. Morphology and anatomy of honey mesquite U.S. Dep. Agr. Agr. Res Serv., Tech. Bull. 1423. 185 pp.
- Miranda, M.R. 1978. La harina de mezquite y su valor nutritivo para la población humana. Tesis profesional. Esc. de Agric. Univ. de Guadalajara, Guadalajara, Jal., México. 44 pp.
- Morales, P.A. 1967. Explotación del mezquite (*Prosopis* spp) en el Mpio. de San Pedro, Coahuila. Tesis profesional. Esc. Sup. de Agric. Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. p. 1-12.
- O'Rourke, L. 1944. Wood type and original position on shoot with reference to rooting in hardwood cuttings of blueberry. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. USA. 45:195-197.
- Pedersen, M.W., L.G. Jones y T.H. Rogers. 1979. Producción de semillas de Leguminosas. En: Semillas. Dep. de Agric. de E.U.A. Continental, S.A. p. 317-335.
- Peña, N.J.M. 1981. Biología, Ecología e importancia del mezquite. Serie Tec-Cient. INIP-SARH. 2(1):40 pp.
- Poincelot, R.P. 1977. Horticulture principales and practical applications. Prentice-Hall. Inc. Englewood cliffs, New Jersey 340 pp.
- Pollock, B.M. y V.K. Toole. 1962. Post-maduración, período de reposo y latencia. En: Compañía edit. Continental S.A., Semillas. México.
- Rojas, G.M. 1978. Fisiología vegetal aplicada. Edit. McGraw Hill, México p. 155-156, 186-196.
- Rojas, V.A. 1963. Contribución al estudio de las semillas del mezquite en la alimentación de cerdos. Tesis profesional. Esc. de Med. Vet. y Zoot. UNAM., México. 45 pp.
- Rolfo, M. 1963. Experiments in hastening germination in *Prosopis nigra*. Vol. 5 Dep. for Uruguay.
- Rumayor, R.A. 1980. Evaluación del método de enraizamiento en estacas de un híbrido de durazno (*Prunus persica* Batsch) y almendro (*Prunus amygdalus* Batsch). Tesis profesional. Inst. Tec. de Est. Sup. de Monterrey. Monterrey, N.L. México 65 pp.
- Salinas, R.R. 1965. Mildiu polvoriento del mezquite *Prosopis* spp en México. Tesis profesional. Esc. Sup. de Agric. Antonio Narro. Saltillo, Coah. México. p. 1-9.
- Scifres, C.J. y J.H. Brock. 1969. Moisture-temperatura interrelations in germination and early seedling development of mesquite. J. Range Mange. 22:334-337.

- Scifres, C.J. 1971. Thermal regulation of water uptake by germinating honey mesquite seeds. *J. Range Manage.* 24:157-158.
- Scifres, C.J. 1972. Emergence of honey mesquite seedling relative to planting depth and soil temperatures. *J. Range Manage.* 25:217-219.
- Signoret, P.J. 1970. Datos sobre algunas características ecológicas de *Prosopis laevigata* y su aprovechamiento en el Valle del Mezquital. En: Beltrán E. (Ed.). *Mezquites y Huizaches*. IMRNR. México, D.F. p. 73-85.
- Smolenski, S.J. y A.D. Kinghorn. 1981. Alkaloids of Caesalpinoideae y Mimosoideae. En: Polhill. R.M. y P.H. Raven (eds.). *Advances in legume systematics*. Royal Botanic Gardens. Kew Richmond, England. 2(8):579-585.
- Steel, D.R.G. J.H. Torrie. 1980. *Principales and procedures of statistics*. McGraw-Hill. USA. 625 pp.
- Tschirley, F.H. y Martin, S.C. 1960. Germination and longevity of velvet mesquite seed in soil. En: *J. Range Manage.* 13:94-97.
- Villers, T.A. 1972. Seed dormancy. En: T.T. Kozlowski (ed.). *Seed biology*. Academic Press. New York. 2:210:281.
- Villers, T.A. 1979. *Reposo y supervivencia de las plantas*. Edit. Omega. Barcelona, España. 78 pp.
- Weaver, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. *Trillas*. México. p. 21-30, 114-118, 143-148, 154-157 y 164-165.
- Weder, J.K.P. 1981. Protease inhibitors in the leguminosae. En: Polhill. R.M. y P.H. Raven (ed.). *Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, England*. 2(6):533-560.
- Young, J.A., E.A. Evans, B.L. Kay., R.E. Owen, F.L. Jurak. 1978. *Collecting, processing and germinating seeds of western wildland plant*. U.S. Department of Agriculture. Washington, USA. 38 pp.

VIII. APENDICE

**REPORTE DE ANOMALIAS**

**CUCBA**

**A LA TESIS:**

**LCUCBA03410**

**AUTOR:**

**Talavera Magaña daniel**

---

**TIPO DE ANOMALIA:**

**Errores de Origen:**

**Falta Pag. 19**

## Cuadro 3A.

Prueba No. 2

Especie: Glandulosa

T. de ácido: sulfúrico

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>c</sub>	0.05 F <sub>t</sub>	0.01
Tratamientos	5	50	10	2.4	3.10	
Ac. sulfúrico	2	33.33	16.66	4.00*	3.88	
Ac. giberélico	1	5.55	5.55	1.33	4.74	
Sulfúrico x giberélico	2	11.11	5.55	1.33	3.88	
Error experimental	12	50	4.161			
TOTAL	17	100				

C.V. = 30.61 (%)

## Cuadro 5A.

Prueba No. 2

Especie: Glandulosa

T. de ácido: clorhídrico

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>c</sub>	0.05 F <sub>t</sub>	0.01
Tratamientos	5	44.44	8.88	3.2*	3.1	5.06
Ac. clorhídrico	2	11.11	5.55	2.00	3.88	
Ac. giberélico	1	0	0	0	4.74	
Clorhídrico x giberélico	2	33.33	16.66	6.01*	3.88	6.92
Error experimental	12	33.33	2.77			
TOTAL	17	77.77				

C.V.= 27.33 (%)

## Cuadro 4A.

Prueba No. 2

Especie: *Laevigata*

T. de ácido: sulfúrico

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>c</sub>	0.05 F <sub>t</sub>	0.01
Tratamientos	5	3145.8	629.16	23.84**	3.10	5.06
Ac. sulfúrico	2	325	162.5	6.15*	3.88	6.92
Ac.giberélico	1	2812.5	2812.5	106.57**	4.74	9.33
Sulfúrico x giberélico	2	8.3	4.15	0.15	3.88	
Error experimental	12	316.7	26.39			
TOTAL	17	3462.5				

C.V. = 17.61 (%)

## Cuadro 6A.

Prueba No. 2

Especie: *Laevigata*

T. de ácido: clorhídrico

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>c</sub>	0.05 F <sub>t</sub>	0.01
Tratamientos	5	2223.6	444.72	14.55**	3.1	5.06
Ac. clorhídrico	2	486.11	243.05	7.95**	3.88	6.92
Ac. giberélico	1	1701.39	1701.39	55.69**	4.74	9.33
Clorhídrico x giberélico	2	36.09	18.04	0.59	3.88	
Error experimental	12	366.68	30.55			
TOTAL	17	2590.28				

C.V. = 23.4 (%)

## Cuadro 7A.

Prueba No. 3

Especie: GlandulosaFuente Química: Ac. sulfúrico

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>C</sub>	F <sub>t</sub>	
					0.05	0.01
Tratamientos	11	863.23	78.47	1.71	2.216	
Ac. sulfúrico	3	225.52	75.17	1.64	3.009	
Remojo	2	297.68	248.84	5.43*	3.403	
Ac. sulfúrico x remojo	6	140.03	23.33	0.51	3.508	5.614
Error experimental	24	1098.32	45.76			
TOTAL	35	1961.55				

C.V. = 91.76 (%)

## Cuadro 9A.

Prueba No. 3

Especie: GlandulosaFuente Química: Ac. clorhídrico

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>C</sub>	F <sub>t</sub>	
					0.05	0.01
Tratamientos	11	533.28	48.48	1.36	2.216	
Ac. clorhídrico	3	296.97	98.99	2.78	3.009	
Remojo	2	13.64	6.82	0.191	3.403	
Ac. clorhídrico x remojo	6	229.48	38.24	1.07	2.508	
Error experimental	24	854.16				
TOTAL	35	1387.44				

C.V. = 65.34 (%)

## Cuadro 8A.

Prueba No. 3

Especie: Laevigata

Fuente Química: Ac. sulfúrico

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>c</sub>	0.05	F <sub>t</sub>	0.01
Tratamientos	11	5487.74	498.88	24.77**	2.216		3.094
Ac. sulfúrico	3	1049.92	349.97	17.38**	3.009		4.718
Remojo	2	2959.22	1479.61	73.50**	3.403		5.614
Ac. sulfúrico x remojo	6	1478.6	246.43	12.24*8	2.508		3.667
Error experimental	24	483.33	20.13				
TOTAL	35	5971.07					

C.V. = 26.95 (%)

## Cuadro 10A.

Prueba No. 3

Especie: Laevigata

Fuente Química: Ac. clorhídrico

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>c</sub>	0.05	F <sub>t</sub>	0.01
Tratamientos	11	4286.67	389.69	13.687**	2.216		3.094
Ac. clorhídrico	3	767.54	255.84	8.986**	3.009		4.718
Remojo	2	1576.85	788.42	27.69**	3.403		5.614
Ac. clorhídrico x remojo	6	1944.29	324.04	11.382**	2.508		3.667
Error experimental	24	683.33	28.47				
TOTAL	35	4970.00					

C.V. = 31.48 (%)

Cuadro 11A. Análisis de varianza entre especies al utilizar ácido clorhídrico (HCl) sin considerar tiempo de inmersión (ti).

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>C</sub>	0.05 F <sub>t</sub>	0.01
Especies	1	2870.88	2870.88	23.09**	4.3	7.95
Error	22	2734.31	124.286			
Total	23	5605.19				

C.V. = 82.96 (%)

Cuadro 12A. Análisis de varianza entre especies al utilizar ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), sin considerar tiempo de inmersión (ti).

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>C</sub>	0.05 F <sub>t</sub>	0.01
Especies	1	2350.06	2350.06	67.02**	4.3	7.95
Error	23	761.29	34.6			
Total	23	3111.65				

C.V. = 33.02 (%)

Cuadro 13A. Análisis de varianza para *P. glandulosa* var. *torreyana* al utilizar distintos tiempos de inmersión (ti) en dos tipos de escarificadores (ac. sulfúrico y ac. clorhídrico).

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>C</sub>	0.05 F <sub>t</sub>	0.01
Tratamientos	7	444.79	63.54	6.10**	2.66	4.03
Acidos	1	66.66	66.66	6.4*	4.49	8.53
Ti	3	311.46	103.82	9.97**	3.24	5.29
Ac. * Ti	3	66.67	22.22	2.13		
Error	16	116.67	10.41			
Total	23	611.46				

C.V. = 62.04 (%)

Cuadro 14A. Análisis de varianza para P. laevigata al utilizar distintos tiempos de inmersión (ti) en dos tipos de escarificadores (ac. sulfúrico y ac. clorhídrico).

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>c</sub>	0.05 F <sub>t</sub>	0.01
Tratamientos	7	2215.73	316.53	5.76**	2.66	4.03
Acidos	1	176.04	176.04	3.20	4.49	8.53
Ti	3	603.23	201.07	3.659*	3.24	5.29
Ac. * Ti	3	1436.46	478.82	8.71**	3.24	5.29
Error	16	911.13	54.94			
Total	23	3126.86				

C.V. = 28.46 (%)

Cuadro 15A. Efecto del tiempo (hr) de remojo en agua a temperatura ambiente y de las concentraciones (%) de ácido clorhídrico, sobre el porcentaje de germinación obtenido en semillas de P. glandulosa var. torreyana.

Conc. de Ac. clorh. (%)	Tiempo de remojo en agua a temp. amb. (hrs)			$\bar{x}$ total de concentración
	0	24	48	
0	10.833	0	5	5.277
5	13.333	13.33	13.11	13.258
15	7.5	13.33	8.33	9.72
30	8.33	8.11	8.11	8.183
$\bar{x}$ de remojo	9.99	8.694	9.63	9.12

C.V. = 65.34 (%)

EFFECTO	PROB F	DSH = 0.05
Concentraciones de ácido clorhídrico (%)	NS	-
Tiempo de remojo en agua a temp. ambiente (hrs)	NS	-
Concentraciones x remojo	NS	-