



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
“CAMPUS IZTACALA”**

“Germinación y establecimiento en condiciones de invernadero de: *Agave lechuguilla* (Torr.), *A. salmiana* Otto & Salm-Dyck var. *salmiana*, *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) M.C. Johnston y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit ; de importancia para la comunidad del Dexthí - San Juanico, Ixmiquilpan, Hidalgo”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G A
P R E S E N T A:
JUANA GARCÍA FLORES



DIRECTOR DE TESIS:
M en C. FRANCISCO LÓPEZ GALINDO

TLANEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**“Germinación y establecimiento en condiciones de invernadero de:
Agave lechuguilla (Torr.), *A. salmiana* Otto & Salm-Dyck var. *salmiana*, *Prosopis*
laevigata (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) M.C. Johnston y *Leucaena leucocephala*
(Lam.) de Wit ; de importancia para la comunidad del Dexthí - San
Juanico, Ixmiquilpan, Hidalgo”**

Biól. JUANA GARCÍA FLORES

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

AGRADECIMIENTOS

Especialmente al M. En C. Francisco López Galindo, director de tesis, por su asesoría, consejos, apoyo y por ser un ¡Amigo!.

Al M. En C. Daniel Muñoz Inierra, por sus comentarios, sugerencias y apoyo en la realización de este trabajo.

Al Biol. Ángel Duran, por su gran ayuda, apoyo y sugerencias en el análisis estadístico empleado en la investigación.

Al Dr. Ernesto Aguirre, por su valiosa ayuda en la realización de los análisis de viabilidad.

A la Biol. Josefina Vázquez, por su apoyo al permitirme la utilización de las cámaras de fotoperiodicidad.

Al Biol. Gumersindo H. de la Cruz Guzmán, por su gran ayuda en la realización de este trabajo y por todas las sugerencias dadas, las cuales fueron de suma importancia.

Al Maestro Manuel Mandujano Piña, por su apoyo y sugerencias dadas para la realización de la presente investigación.

Al Biol. José Antonio Meyran Camacho, por su asesoría en la realización de esta investigación.

Al Biol. Miguel Jiménez por su ayuda en la recopilación bibliográfica de *Agaves*.

A la Comunidad del Dexthi, a esa gente maravillosa, que siempre tiene una sonrisa y una gran sabiduría que ofrecer.

A Cenorino (Dexthi), Octavio y Paty (Trabajo Social), Xua (C. Políticas), Daniel (Químico), Jorge y Siria (Pedagogos), Rocio (Psicóloga), compañeros de Servicio Social en la comunidad del Dexthi (2003), por brindarme su apoyo en el trabajo de invernadero, por su amistad y por compartir experiencias y alegrías.

A Mario Loranca por ser un gran amigo, quien me hizo saber del Proyecto en el Valle del Mezquital.

Al Programa Jóvenes por México (SEDESOL), por el apoyo económico durante la realización de la investigación.

DEDICATORIA

A mis Padres, a mi Madre por el apoyo inmenso que día a día me brinda, por su comprensión, amor y esfuerzo para guiarme por los caminos que se presentan, a mi Padre por ser la persona que me impulso indirectamente a luchar para conseguir este sueño.

A mis hermanas Pris, Lore, Mary, Lety, Lili, Elizabeth, Jazmín y a mi hermanito Ricki por la confianza brindada, por darme todo su apoyo y ayudarme a lograr esta meta, en especial a Priscila por creer en mí y ser base principal para llegar a esta etapa de mi vida.

A Mario Loranca por ser parte fundamental en mi vida y la de mi familia, por que sus consejos y ayuda me han permitido hoy escribir estas líneas.

A Edgar Duran por ser la persona que llevo a iluminar esos días grises, por todos esos momentos de paz mientras la turbulencia se hacía parte de mí, por su confianza, su apoyo y por ayudarme a abrir las alas para volar y alcanzar mis sueños ¡Gracias Amor!

A mis grandes amigos: Salvador por ser la primera persona en brindarme su amistad cuando el vacío era inmenso, a Itzel, Mago, Bety, Dana y David, por todos esos grandes momentos que juntos hemos pasado, por su confianza, cariño y todo el apoyo que me han brindado cuando mis fuerzas parecían doblegarse, por que la amistad es algo que debe agradecerse a Dios y le agradezco por tenerlos.

A las personas de la Comunidad del Dexthi, en especial a Don Aurelio, Don Julio, Doña Delfina y Doña Ceveriana, por abrirme sus puertas y dejarme compartir su sencillez y calidez, esencia cuyo valor es inmenso.

Al Maestro Panchito, por todo el apoyo dado tanto en el trabajo como en mi persona y por enseñarme a que los triunfos deben compartirse y hoy lo comparto.

CONTENIDO	PÁGINAS
AGRADECIMIENTOS -----	I
DEDICATORIA -----	II
ÍNDICE -----	III
RESÚMEN -----	VI
I. INTRODUCCIÓN -----	1
II. JUSTIFICACIÓN -----	2
III. HIPOTESIS -----	3
IV. OBJETIVOS-----	3
4.1. Objetivo General -----	3
4.2. Objetivos particulares -----	3
V. ANTECEDENTES -----	4
5.1 investigaciones en lechuguilla -----	4
5.2 investigaciones en maguey pulquero -----	5
5.3 investigaciones en mezquite -----	6
5.4 investigaciones en guaje -----	7
VI. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA -----	11
6.1. Importancia de los Recursos Naturales -----	11
6.1.1 Germinación -----	11
6.1.2 Efecto de la temperatura sobre la germinación -----	12
6.1.3 Efecto de la Luz sobre la germinación -----	12
6.1.4 Latencia -----	13
6.2 Propagación por semillas -----	14
6.2.1 Tratamientos par eliminar la latencia en las especies de leguminosas -----	15
6.2.2 Tratamientos germinativos en <i>Agaves</i> -----	16
6.3. Aspectos de reproducción, producción e importancia de Agavaceas -----	16
6.4. Aspectos de reproducción, producción e importancia de las leguminosas -----	16
6.5. Características generales e importancia de las especies investigadas -----	17
6.5.1. <i>Agave lechuguilla</i> Torrey -----	17
6.5.2. <i>Agave salmiana</i> (Otto ex Sal-Dyck var <i>salmiana</i>) -----	20
6.5.3. <i>Prosopis laevigata</i> (Humb & Bonpl. Ex Willd) M. C. Johnston) -----	21
6.5.4. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit -----	25

VII. ÁREA DE ESTUDIO	28
7.1 Localización geográfica y política	28
7.2 Fisiografía	28
7.3 Orografía	29
7.4 Geología	29
7.5 Edafología	29
7.6 Hidrología	30
7.7 Clima	30
7.8 Vegetación	30
7.9 Fauna	30
VIII. MATERIAL Y MÉTODOS	31
8.1 Material biológico	31
8.2 Experimentos en laboratorio	31
8.2.1 Análisis de viabilidad	31
8.2.2 Tratamientos Germinativos	32
8.2.3 Unidad y diseño Experimental	33
8.2.4 Análisis de sustratos	34
8.3 Análisis estadísticos	35
a) Germinación	35
b) Establecimiento	36
8.4 Trabajo en invernadero	36
8.4.1 Evaluación del establecimiento	37
8.5 Encuesta a la población sobre los usos e importancia de las especies de interés	37
8.6 Actividades de Educación Ambiental: “Taller de Capacitación en Germinación y siembra”	37
IX RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
10.1 Análisis de viabilidad.....	38
10.2 Análisis estadístico de germinación.....	41
10.2.1 Análisis germinativo del Testigo con respecto a los tratamientos y fotoperíodos al que se sometieron las semillas de Lechuguilla	41
10.2.2 Análisis germinativo del Testigo con respecto a los tratamientos y fotoperíodos al que se sometieron las semillas de Maguey pulquero	46
10.2.3 Análisis germinativo del Testigo con respecto a los tratamientos y fotoperíodos al que se sometieron las semillas de Mezquite	50
10.2.4 Análisis germinativo del Testigo con respecto a los tratamientos y fotoperíodos al que se sometieron las semillas de Guaje	54
10.3 Análisis general de las agavaceas utilizadas	58

10.4 Análisis general de las leguminosas de interés -----	59
10.5 Análisis estadístico del establecimiento en tres diferentes sustratos -----	59
10.5.1 Análisis del establecimiento de las plántulas de Lechuguilla -----	59
10.5.2 Análisis del establecimiento de las plántulas de Maguey pulquero -----	61
10.5.3 Análisis del establecimiento de las plántulas de Mezquite -----	63
10.5.4 Análisis del establecimiento de las plántulas de Guaje -----	65
10.6 Aspectos a considerar para el establecimiento y sobrevivencia de las plántulas -----	67
10.6.1 Características físicas y químicas del suelo -----	68
10.7 Fenología -----	71
10.7.1 Etapas fenológicas de plántulas de Lechuguilla -----	71
10.7.2 Etapas de desarrollo de Maguey pulquero -----	73
10.7.3 Etapas de desarrollo de Mezquite -----	74
10.7.4 Etapas de desarrollo de Guaje -----	76
10.8 Importancia comunitaria de las especies investigadas -----	93
10.8.1 Aprovechamiento y utilidad -----	93
10.8.1.1 <i>Agave lechuguilla</i> (lechuguilla) -----	93
10.8.1.2 <i>Agave salmiana</i> (maguey pulquero) -----	95
10.8.1.3 <i>Prosopis laevigata</i> (mezquite) -----	96
10.8.1.4 <i>Leucaena leucocephala</i> (guaje) -----	98
X. CONCLUSIONES -----	100
XI. SUGERENCIAS -----	101
XII ANEXO -- -----	102
12.1 Relataría del taller de capacitación en germinación de semillas -----	102
12.2 guía técnica para la germinación de semillas de las especies trabajadas -----	103
12.3. Memoria fotográfica -----	106
12.3.1 Especies representativas de la investigación -----	106
12.3.2 Fotografías de las entrevistas realizadas a la comunidad -----	108
12.3.3 Fotografías del taller comunitario -----	110
XIII. LITERATURA CONSULTADA-----	114

RESUMEN

La comunidad del Dexthí-San Juanico, zona árida del Estado de Hidalgo, por sus características ambientales a hecho difícil la regeneración natural de especies como la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), el maguey pulquero (*Agave salmiana*), el mezquite (*Prosopis laevigata*) y el guaje (*Leucaena leucocephala*), especies de interés por su valor ecológico y económico para la zona; por ello, la presente investigación tuvo como finalidad, aportar información para la estandarización de métodos de germinación y establecimiento de plántulas de las especies referidas, probando tres diferentes sustratos en condiciones de invernadero y finalizó con la realización de un taller de capacitación comunitaria en germinación y siembra de las especies trabajadas, con el propósito de sentar las bases técnicas que favorezcan la producción masiva de organismos. La metodología para la germinación consistió en: escarificación ácida de las semillas con ácido sulfúrico concentrado a 5 y 10' de inmersión, en el caso de las leguminosas y escarificación térmica, mediante la inmersión en agua a 60 y 70° C durante 5 y 10' para las agavaceas, exponiéndolas a fotoperiodicidad de 12 hr-luz-12hr oscuridad, 24 hr luz y 24 hr oscuridad y la evaluación física y química de los sustratos a emplearse en el establecimiento y desarrollo fenológico de las especies antes citadas. Los resultados manifestaron que el mejor tratamiento germinativo para lechuguilla es a 5' en agua a 60 ° C y para maguey pulquero es a 5 y 10' a la misma temperatura, así como el Testigo para ambas especies, expuestas a fotoperiodicidad de 12 hr luz-12 hr oscuridad y 24 hr oscuridad; presentado lechuguilla un 90% de semillas germinadas en los primeros 8 días, mientras el maguey alcanza un 80% a los 11 días. Evaluándose la germinación mediante el análisis de varianza y la prueba de Tukey. El mejor sustrato a emplearse para el establecimiento y desarrollo fenológico lo presentó el suelo natural para lechuguilla y el suelo en combinación con estiércol (2:1) para el maguey. Para el mezquite y el guaje los tratamientos a 5 y 10' en escarificación ácida resultaron ser adecuados para la germinación, al igual que los tres fotoperíodos a los que fueron sometidos, considerándose con el análisis y prueba antes mencionados, alcanzando el mezquite un 90% de germinación a los 6 días después del tratamiento escarificativo, mientras que el guaje alcanzó un 70% a los 19 días en el tratamiento de escarificación ácida a 10'. Los sustratos que favorecieron el establecimiento y las etapas de crecimiento fueron: para mezquite el combinado con estiércol (2:1) y para guaje el suelo natural. La tasa de crecimiento y desarrollo fenológico de las especies antes citadas, está influenciada directamente por la temperatura, la humedad, la textura y pH del suelo; así también, por la fertilidad. Por otro lado, la aplicación del taller de capacitación en germinación para la comunidad proporcionó una retroalimentación de las experiencias y conocimientos por parte de la gente del sitio y los resultados del presente trabajo, y a la larga se espera que retribuya en un mejor manejo y conservación de las especies investigadas.

I. INTRODUCCIÓN

Las semillas no son sólo cuerpos sencillos, poseen todo un legado de información genética que pueden transmitir tanto en tiempo como en espacio. Toda la información que la especie requiere para germinar, crecer, diferenciarse y reproducirse la lleva consigo la semilla, (Faeth, 1978); sin embargo, existen numerosos problemas que les impiden la regeneración natural.

Las semillas de las especies de zonas áridas, en particular, son afectadas por agentes bióticos naturales que las destruyen como: hongos, insectos, plagas y otros depredadores. Así también por fuego, sequías y aprovechamientos selectivos (Fulbright, 1985). Un problema más que se puede presentar es una baja tasa germinativa, debido principalmente a mecanismos fisiológicos, así como a la estructura física de la testa que impide o retarda la germinación, a cuyo fenómeno se le denomina latencia y para efectuar este proceso, requieren de un manejo o tratamiento especial (Camacho, 1994), de lo contrario, estas pueden durar varios años sin actividad metabólica, lo que representa un papel importante para la preservación de las especies, pero para fines de manejo es un obstáculo que es necesario disminuir o eliminar. De aquí la importancia para llevar a cabo estudios referentes al empleo de tratamientos que induzcan la germinación en periodos de tiempo cortos.

Una vez que la germinación se da es elemental seguir evaluando el crecimiento de la plántula ya sea en condiciones controladas o en su ambiente natural, factor de importancia debido a que no todas las semillas que emiten radícula u otro órgano a través de las cubiertas son capaces de producir una planta con posibilidades de llegar a ser adulta.

En particular, la comunidad del Dexthí-San Juanico, zona árida del Estado de Hidalgo, por sus características ambientales en el que la erosión ha repercutido en la pérdida de la diversidad biológica y de los suelos, ha hecho difícil la regeneración natural de especies como el maguey pulquero (*Agave salmiana*), la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), el mezquite (*Prosopis laevigata*) y el guaje (*Leucaena leucocephala*) especies de interés en el presente estudio, además del mal manejo que se les ha dado, ha traído como consecuencia problemas severos que han generado repercusiones ecológicas, económicas y sociales. Otros aspectos que le otorgan gran importancia, son: su empleo como forraje, alimento, materia prima para elaboración de productos, construcciones rurales y por su importancia ecológica, debido a que son grandes formadoras de suelos y fijadores de nitrógeno (ISTA, 1985; Hughes y Styles, 1985)

Considerando la problemática presente, esta investigación tiene como finalidad aportar información referida a la estandarización de métodos de germinación y establecimiento de plántulas, probando tres diferentes sustratos, con el propósito de sentar las bases técnicas que favorezcan la producción masiva de organismos, para promover e introducir prácticas de restauración, recuperación de zonas y conservación de suelos; además, de constituir un recurso sustentable para los pobladores de la zona del Dexthi- San Juanico, Ixmiquilpan – Hidalgo.

II. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación forma parte del Programa de servicio social comunitario interdisciplinario en desarrollo rural sustentable y conservación ambiental en el Alto Mezquital, Hidalgo, Clave: 2003-12/63-4020, inmerso en el rubro del aprovechamiento de los recursos forestales no maderables, el cual esta coordinado por el Laboratorio de Edafología ubicado dentro de la UBIPRO en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala – UNAM.

Dada la importancia económica y ecológica que presentan las especies vegetales como lo es la lechuguilla, el maguey pulquero, el mezquite y el guaje en la zona de estudio, se pretende estandarizar métodos de germinación que sienten las bases técnicas para el incremento de estas especies en el área, ya que en la actualidad siguen siendo un recurso de importancia para los pobladores quienes llevan a cabo su aprovechamiento como una actividad complementaria a la agricultura y a la ganadería. Sin embargo, en muchas áreas del país su densidad poblacional se ha visto disminuida severamente, por lo que resulta conveniente su propagación a fin de contar con alternativas económicas complementarias a la vez que se previene el deterioro de los suelos por su importante papel como controladores de la erosión, ya que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo mejorando su fertilidad.

Por lo que una de las alternativas para la reducción de este problema es mediante el incremento de las coberturas vegetales, en lo cual debe involucrarse a la población directamente, por ello la presente investigación tiene como una de sus finalidades más relevantes el dar a conocer a la comunidad del Dexthi, las bases técnicas de germinación de las especies investigadas así como el empleo de sustratos para su óptimo crecimiento lo cual llevará a la producción masiva de estas plantas y una vez alcanzando la talla adecuada sean utilizadas para la restauración y recuperación de zonas mediante la reforestación.

III. HIPÓTESIS

Si los tratamientos aplicados a las semillas de lechuguilla, maguey pulquero, mezquite y guaje, inducen la germinación, sin dañar la viabilidad, entonces el porcentaje germinativo incrementará en un período de tiempo corto.

Si los sustratos son adecuados para el establecimiento, entonces las plántulas tendrán un incremento en el porcentaje de sobrevivencia y desarrollo fenológico.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General:

Estandarizar métodos de germinación y evaluar la eficiencia de varios sustratos para el establecimiento de cuatro especies forestales no maderables de interés ecológico y económico, para la comunidad de trabajo.

4.2. Objetivos Particulares:

- Evaluar métodos de germinación y producción de *Prosopis laevigata* (mezquite), *Leucaena leucocephala* (guaje), *Agave lechuguilla* (lechuguilla) y *Agave salmiana* (maguey pulquero).
- Evaluar el establecimiento de plántulas de las especies referidas en tres diferentes sustratos, bajo condiciones de invernadero.
- Elaborar un estudio fenológico, a lo largo de un periodo de 100 días, de las primeras etapas de crecimiento de las especies en cuestión.
- Evaluar propiedades físicas y químicas de tres diferentes sustratos empleados para el establecimiento.
- Con la información generada en la presente investigación, iniciar un proceso de educación ambiental en la conservación y manejo de las especies trabajadas, mediante un taller de capacitación comunitaria, en la zona de trabajo.

V. ANTECEDENTES

Antecedentes de investigaciones realizadas con las especies bajo investigación

Dada la importancia de las especies consideradas en el presente trabajo existe una amplia literatura de diversos temas en donde han sido objeto de investigación, sin embargo, se citan algunos de los trabajos más importantes relacionados con el tema, y que son resumidos a continuación:

5.1 Investigaciones en LECHUGUILLA

Son múltiples los estudios realizados en agaves y sobre todo en lechuguilla, los más importantes y que tienen relación con la presente investigación son:

Flores en 1986, realizó un estudio citogenético y fitogeográfico de *Agave crassispina* Trel. y *A. lechuguilla* Torr., en el Municipio de Pinos, Zacatecas y en el Municipio de Real de Catorce, San Luis Potosí, México, donde delimitó el área de estas especies analizando el comportamiento de los factores climáticos, edáficos, parámetros ecológicos como: porcentaje de pedregosidad, pendiente y vegetación acompañante para poder inferir como influyen estos factores sobre la distribución y establecimiento de estas especies. El análisis fitogeográfico y citogenética realizado para cada especie sugiere algunos aspectos sobre la planeación para ampliar sus áreas, par mejorar su aprovechamiento el cual representa un interés económico en algunos sectores de la población de los municipios donde se llevo a cabo dicho trabajo.

Rangel en 1987 llevó a cabo un estudio sobre la etnobotánica de los agaves del Valle del Mezquital, el trabajo versa sobre las diferentes formas de utilización del recurso Agave por los Otomíes, del Estado de Hidalgo. Otros aspectos que se contemplaron fueron: la clasificación tradicional, los diferentes procesos de producción agrícola y transformación, algunas consideraciones socioeconómicas y variados elementos culturales propios de este núcleo humano. Se estimaron 25 clases o formas los cuales quedaron determinados dentro de 7 especies, cabe indicar que una especie y una subespecie se consideran como nuevos registros para la flora del estado. Las especies de agaves utilizadas son: *Agave lechuguilla*, *A. peacockii*, *A. celsii*, *A. striata*, *A. americana*, *A. mapisaga* y *A. salmiana*.

Granados en 1993, realizó un estudio sobre los agaves de México, destacando los presentes en el Valle del Mezquital, Hidalgo, entre ellos la lechuguilla, cuyo uso y aprovechamiento son primordiales en la zona.

Reyes *et al.* (2001) elaboraron un estudio sobre la biología y aprovechamiento de *Agave lechuguilla* Torrey, ya que es una planta utilizada por su fibra desde hace unos 8000 años; actualmente es fundamental para la economía de unos 20,000 recolectores y sus familias, por lo que el aprovechamiento de los lechuguillales espontáneos requieren estudios etnobotánicos para integrar y analizar el conocimiento tradicional sobre la lechuguilla en general, pero particularmente sobre los métodos, frecuencias e intensidades de recolección. Sólo así se podrán formular y probar planes de manejo de la lechuguilla con posibilidades de ser adoptados por los campesinos ixtleros.

Eguiarte y Silva en el 2001, llevaron a cabo una investigación sobre la ecología evolutiva de *Agave lechuguilla*: variación geográfica y biología reproductiva mediante

estudios detallados de los sistemas reproductivos en las poblaciones de Pachuca (la más sureña) y en el Mapimí (la más norteña de las centrales), encontrando diferencias en los patrones y tipos de visitantes (más abundantes en Pachuca), así también, en el sur se presenta exclusivamente polinización cruzada, mientras que el Mapimí cerca del 40% de las semillas son resultado de la autofertilización.

5.2 Investigaciones en MAGUEY PULQUERO

La literatura es bastante extensa en el grupo de agaves pulqueros, sin embargo, se hace énfasis a los que incluyen al *Agave salmiana* o los directamente ligados con la especie.

Rangel (1987), en su estudio de etnobotánica de agaves, da mucha importancia a los pulqueros destacando a las especies: *A. americana*, *A. mapisaga* y *A. salmiana*, var. *salmiana* y var. *craspina*.

Granados en 1993, llevó a cabo un estudio sobre agaves de México en el cual hace referencia a los encontrados en el Valle del Mezquital, Hidalgo, entre ellos el maguey pulquero, haciendo referencia a su uso y aprovechamiento en la zona.

Hugh & Miller en 1995, evaluaron los efectos de la temperatura e iluminación continua, así como la calidad de la semilla en la germinación de *A. americana*, con el objetivo de entender el control ambiental de la germinación en esta especie. Los resultados indicaron que la temperatura, la luz y la calidad de las semillas afectan la respuesta germinativa.

Eguiarte *et al.* (2000), realizaron un estudio sobre la evolución de la familia agavaceae: filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones, usando genes nucleares (los espaciadores transcritos de los genes ribosomales, ITS 1 y ITS 2) como del cloroplasto (*rbcL*; el intrón en el *trnL*, y el espaciador intergénico entre *trnL* y *trnF*).

José y García en el 2000, efectuaron un trabajo sobre la remoción cuticular ("Mixiote") y desarrollo foliar en los agaves pulqueros (*Agave salmiana* y *A. mapisaga*). El propósito de este trabajo consistió en conocer las condiciones de aprovechamiento de los agaves pulqueros y evaluar las prácticas agrícolas que propician o limitan el desarrollo de hojas nuevas., en seis localidades del Valle de México, durante dos años de muestreo. Los resultados indicaron que la práctica ilegal de remoción de la cutícula afecta negativamente el desarrollo de hojas en los magueyes, en contraste, las prácticas denominadas: "picado" y "despunte" resultan benéficas dado que no presentan cambios significativos sobre el número de hojas desarrolladas con respecto a plantas intactas de las especies estudiadas.

Alanís y Ledezma (2001), efectuaron una investigación acerca de la etnobotánica de los magueyes mezcaleros en Nuevo León, México. Plantas que han sido el sustento para algunos habitantes de las zonas áridas y semiáridas. En el municipio de Santiago se elabora mezcal en alambiques caseros usando el "maguey mezcal" *Agave scabra* especie silvestre, mezclado con "maguey aguamielero" *Agave salmiana* especie en semicultivo.

Arízaga (2001), elaboró un estudio llamado ¿Qué tan prolífero es el género *Agave*? El caso de los magueyes del Valle de Tehuacán, Puebla, donde se muestran los resultados

concernientes a la propagación sexual en siete especies del municipio de Zapotitlán Salinas. Para ello, se seleccionó una muestra de diez rosetas reproductivas por especie, cuantificándose la cantidad de flores, frutos y semillas. Asimismo, en una muestra de flores, se evaluó la cantidad de óvulos por especie y se observa que prácticamente a lo largo de todo el año se puede encontrar alguna especie en reproducción.

Cervantes y Arizaga (2001), obtuvieron los resultados preliminares de la germinación de *Agave spp.*, cuantificaron la germinación bajo condiciones controladas de cinco especies silvestres del Valle de Tehuacán, Puebla; con un diseño factorial, con dos niveles de radiación (fotoperiodo 12:12 (luz) y fotoperiodo 0:24 (sombra)); y dos niveles de temperatura (25 °C y 32 °C). Sistemáticamente se registró la germinación sencilla de cada tratamiento; se encontró que la tasa de germinación máxima es ligeramente mayor con luz (11.89 plántulas/día) que en oscuridad (10.30 plántulas/día). Sin embargo, el 60% de las especies mostraron mayores tasas de germinación en oscuridad que con luz.

Parsons y Darling (2000), realizaron un estudio denominado *Utilization in Mesoamerican Civilization: a Case for Precolumbian "Pastoralism"*. Donde consideran el cultivo del maguey en las tierras altas de la Mesoamérica prehispánica como análogo del pastoreo en el desarrollo de civilizaciones antiguas en los Andes, Asia, África, y Europa.

5.3. Investigaciones en MEZQUITE

Gómez, llevo a cabo en 1970 un estudio sobre la importancia económica de los mezquites en algunos estados de la República Mexicana, obteniendo información directa de ganaderos, campesinos, comerciantes, fabricantes de forraje, industrias, dependencias oficiales de la S.AG. e instituciones educativas en el Centro y Norte del país, concluyendo que el producto principal es la vaina, ya que su recolección tiene importancia socio-económica.

Signoret en 1970 recabo datos sobre algunas características ecológicas del mezquite y su aprovechamiento en el Valle del Mezquital, concluyendo que la utilidad es baja y de tipo doméstico, lo cual va en relación a su escasez por el uso excesivo del que fue objeto en tiempos pasados y por que la mayoría de los mezquites que existen carecen de suficiente altura para poderse aprovechar industrialmente.

FAO/CIRF, 1980 Los mezquites son arbustos tolerantes a salinidad y existen evidencias de que también poseen la capacidad para fijar el nitrógeno. Se ha recomendado el cultivo y mejoramiento del mezquite para producción de forraje y madera; además, la FAO sugiere su uso para la reforestación de zonas áridas y semiáridas, y para mejorar la calidad de la vida rural

Camacho, 1994 en su libro germinación de semillas, recomienda métodos artificiales para eliminar barreras naturales de las semilla, con el fin de inducir su germinación. Las técnicas para escarificar semillas de especies que presentan dormancia son: la abrasión, el uso de sustancias químicas, acción hídrica, tratamiento microbiológico, y paso a través del tracto digestivo de animales, sobre todo rumiantes.

Echeverría en 1997 llevó a cabo una investigación sobre marcadores moleculares en el género *Prosopis* (Fam. *Leguminosiae* subfam. *Mimosoideae*), ya que es recurso biótico para la reforestación de zonas áridas y semiáridas del mundo gracias a los múltiples usos a los que puede ser destinado (alimento, combustible, carbón, madera ...) y a su capacidad de adaptación a condiciones extremas de sequía, salinidad y altas temperaturas.; se caracterizaron 15 especies del género *Prosopis* mediante marcadores moleculares de tipo RAPD, lo que ha permitido establecer unas relaciones taxonómicas que corroboran tanto la taxonomía existente basada en caracteres morfológicos como los resultados obtenidos con sistemas isoenzimáticos pero obteniendo valores mayores de similitud entre especies que permite una mejor diferenciación de las mismas.

Jiménez en 1999 elaboró un estudio sobre la propagación y producción de especies *Prosopis laevigata*, *Leucaena leucocephala* y *Mimosa depauperata*. Con la finalidad de implementar técnicas que garantizaran una propagación más eficiente de las especies mencionadas.

García, *et al.* (2000) hace referencia a que el método para propagar el mezquite comúnmente y de manera natural, es a través de semilla botánica, que previamente pasó por el tracto digestivo algún animal doméstico o silvestre que consumió las vainas; sin embargo, la latencia que presenta esta semilla obstaculiza una rápida germinación. Entre los factores que impiden su germinación se encuentra el endocarpio del fruto, el que se considera una barrera natural que le imprime un estado de latencia natural que evita su germinación hasta por varios años.

Landeras en el 2000, efectuó un trabajo de naturaleza sistemática sobre la "utilización de marcadores moleculares para la determinación del origen de individuos del género *Prosopis* y complejos de especies asociadas, destinados a la reforestación de zonas áridas y semiáridas. El trabajo se centró en el estudio de una serie de especies pertenecientes a la sección Algarobia y la pertinencia del agrupamiento en un complejo de dos especies, en principio diferentes, como lo son *Prosopis juliflora* y *P. pallida*. Así mismo, se ha estudiado la posibilidad de un reagrupamiento taxonómico de especies de como *Prosopis laevigata*, *P. velutina* y *P. glandulosa*. Las mencionadas especies son nativas de la zona sur de Estados Unidos y norte de México y comparten ciertas características fenotípicas.

Maldonado y De la Garza (2000), llevaron a cabo la investigación el Mezquite en México: Rasgos de Importancia Productiva y Necesidades de Desarrollo, encontrando que la especie se presenta en forma de árboles con altura de 6 a 7 m, así como arbustiva de 2 a 3 m; de cuya madera se fabrican muebles, puertas, carretas, artesanías y hasta juguetes, también se le utiliza como combustible y sus frutos se emplean intensivamente como forraje para ganado y también es consumido como alimento por los habitantes. En la zona del Altiplano, se estima que la producción anual de vaina varía de 4 a 50 kg/árbol y de 200 a 2,200 kg/ha, en densidades de 25 a 445 árboles/ha. Además se considera que solamente el 15% de los árboles producen cantidades apreciables de vainas, por lo que bajo ciertas técnicas (selección genética y plantación de individuos superiores, propagación clonal, aclareos y manejo del rodal) se pudieran incrementar enormemente la cantidad de vaina por hectárea (Maldonado y De la Garza, 2000).

Barragán y García (2001), elaboraron un trabajo sobre la inoculación micorrícica de mezquite en condiciones de invernadero y su efecto del transplante a condiciones de campo evaluando y describiendo el proceso de inoculación cultivado en invernadero durante los 4 primeros meses de vida, para ello se evaluó el porcentaje de colonización en las plántulas con el método de clareo y tinción de raíces. El análisis de varianzas ($p > 0.05$) reveló que entre el tratamiento y el testigo hay diferencia significativa, para la recuperación de mezquites es importante que las plantas se inoculen, ya que de esta manera se asegura su sobrevivencia en un alto porcentaje ya que asociación micorrícica le permite a las plantas tener una mayor resistencia a los parásitos.

Cano *et al* en el 2001 analizaron la Variabilidad Genética de *Prosopis laevigata* (Leguminosae) en la Región del Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla, Utilizando Marcadores RAPD y Caracteres Morfométricos. El análisis permite elucidar varios aspectos sistemáticos-taxonómicos de flujo genético, variabilidad genética y niveles de perturbación que tienen los individuos en una comunidad. Por lo que el análisis, revela que existe variabilidad entre los individuos de cada zona, y que la variabilidad entre las poblaciones estudiadas es menor, tratándose de poblaciones que se encuentran en proceso de estructuración.

Gómez y Tapia (2001) elaboraron un estudio genecológico en *P. laevigata*, *Acacia farnesiana* y *Acacia schaffneri* (huizaches) de los municipios de Bermejillo, Durango y Santiago de Anaya, Hidalgo; con la finalidad de encontrar posibles relaciones entre factores ecogeográficos y cambios a nivel de complemento cromosómico en tres especies de leguminosas de amplia distribución, variabilidad morfológica y diversidad genética. En *P. laevigata* se corroboró un $2n=28$, y diferencias interpopulacionales estadísticamente significativas ($\alpha = 0.01$) en las longitudes cromosómicas totales, sin modificación de la fórmula cariotípica $2m + 10sm + 2st$ y la frecuencia de polisomatía no rebasó el 10%.

Juárez *et al.*, en el año 2001, realizaron una investigación sobre la escarificación de semillas de mezquite, para aumentar la eficiencia en la germinación. El estudio tuvo como propósito evaluar el porcentaje de germinación de las semillas cosechadas en los años 1999 y 2000, evaluándose dos tipos de escarificación: química e hídrica a diferentes temperaturas, en ambos grupos de semillas la escarificación hídrica con temperaturas de 75-80 °C resultó dar los coeficientes de germinación más altos, en relación a los tratamientos hídricos donde se usaron temperaturas inferiores, o cuando se empleó solución de ácido clorhídrico 4 M, 37 ° C con 8 y 16 minutos).

Meraz *et al.* (2001) evaluaron el efecto del cloruro de sodio (NaCl) en el establecimiento de plántulas de mezquite, para conocer la tolerancia de las plántulas al NaCl con el fin de reforestar zonas áridas o afectadas por salinidad. Concluyeron que al aumentar la concentración de NaCl en el medio de cultivo la longitud y biomasa de las plántulas disminuyó y por el contrario aumento la biomasa del cotiledón. Los datos cualitativos mostraron un efecto del NaCl en las plántulas.

Monroy *et al.* (2001) realizaron un trabajo sobre la influencia de la inoculación del suelo con hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) sobre el crecimiento de plantas de mezquite en invernadero, obteniendo que la inoculación del suelo con HMA, en macetas destinadas al transplante de individuos de mezquite, es recomendable para elevar las probabilidades de establecimiento en campo de esta especie.

Ortega *et al.* (2001) hicieron un estudio sobre las semillas de Palo fierro (*Olneyda tesota*) y Mezquite, del Desierto de Sonora, buscando nuevas fuentes de proteínas y aceites, y con el interés especial en lograr un mejor aprovechamiento de los recursos naturales del desierto, como son: las semillas silvestres. De los resultados obtenidos se considera a las semillas de mezquite como una leguminosa de alto potencial para ser utilizada en forma integral, su harina como alimento o materia prima para productos alimenticios de alto consumo como son los productos de panificación y el aceite como alternativa a los convencionales cuya producción es de alto costo.

5.4. Investigaciones en GUAJE

Las investigaciones realizadas en Guaje son más escasas en relación a las especies citadas; sin embargo, se tienen los siguientes:

Zarate en 1982 realizó un estudio sobre las especies de *Leucaena* de Oaxaca con notas sobre la sistemática del género para México, cuya finalidad es el conocimiento actual de la especie en el país, su distribución geográfica, diversidad y aplicación de nombres válidos taxonómicamente.

Hernández en 1984 efectuó un estudio sobre el establecimiento de tejidos in vitro de *Leucaena leucocephala*, formando parte del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) y la Facultad de Química de la UNAM, con el fin de obtener nueva variedades par la especie mediante el uso de las técnicas de cultivos vegetales in vitro.

Mazari en 1984 realizó el análisis de la respuesta morfo genética in vitro de *Leucaena leucocephala*, llevando a cabo escarificación de semillas con H₂SO₄ y mecánicamente con lija, obteniendo como mejor respuesta morfo genética la presente en meristemos apicales y la mejor respuesta de formación de callos en folíolos maduros, teniendo como condiciones ambientales fotoperíodo de 16 horas luz, 28° C, 1700 lux/ 8 horas oscuridad, 20° C.

Ramos en 1989 determinó la composición nutricional y toxicológica de *Leucaena* del municipio de Alcozauca, Guerrero. Con la finalidad de estudiar los recursos vegetales que la población utiliza para satisfacer sus necesidades básicas, buscando reconocer aquellos recursos silvestres y semicultivados que por sus características, valor nutricional y disponibilidad constituyan recursos significativos que pueden desarrollarse en beneficio de la población.

Hughes en 1998 publicó el manual de recursos genéticos de *Leucaena*, enfocado hacia agencias de silvicultura, conservación y desarrollo rural, banco de semillas entre otros, buscando promover el uso sostenible y conservación de la especie in situ, como aquellas que están sembrando, mejorando e hibridizando especies de *Leucaena*. Los esfuerzos para la conservación, utilización y domesticación, ya sea como nativas ó exóticas dependen de la habilidad para identificar especies y la clase de conocimiento básico de taxonomía, distribuciones de especie, hibridación y patrones de diversidad genética es el enfoque que presenta el manual.

Zarate, en 1998, analizó el proceso de domesticación de algunas especies de *Leucaena* (Fabacea, Mimosoideae) en México, integrando evidencia taxonómica,

fitogeográfica, arqueobotánica, etnohistorica, etnobotánica y genética (isoenzimas). El modelo intenta explicar como avanzó el proceso de domesticación mediante la propagación por semilla tomando en cuenta la longitud del ciclo de vida y la polinización abierta. Los resultados sugieren que si bien el favorecimiento in situ y el cultivo conducen a mantener a cierto nivel la calidad de los productos deseados en las condiciones locales, sólo mediante la difusión es posible mejorar dicha calidad.

Zarate en 1999 efectuó estudios sistemáticos del proceso de domesticación del género *Leucaena* en México, aportando conocimientos del proceso de domesticación de las especies del genero *Leucaena* sometidas a cultivo tradicional.

VI. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

6.1. Importancia de los Recursos Naturales

El aprovechamiento adecuado de los recursos naturales es uno de los problemas que más preocupan al hombre en la actualidad. Los recursos forestales como el mezquite, el guaje, la lechuguilla y el maguey pulquero particularmente del Valle del Mezquital son un recurso vegetal de gran importancia ecológica, económica y social, que en alguna forma tienen utilidad potencial que las hace interesantes para la industrialización como plantas productoras de bebidas, de fibras, forrajes y para fines de construcción.

Debido a esto es importante la generación de métodos que induzcan a la propagación en una forma rápida, ya que esto conlleva a la utilización del recurso en diferentes aspectos como la reforestación, mejoradores del suelo, fuente de alimento y usos domésticos. Para ello se debe conocer la morfología y fenología de la planta así como los mecanismos que interfieren en su germinación.

6.1.1 Germinación

La germinación (según Camacho, 1994) es el proceso mediante el cual el embrión de la semilla, adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que lo convertirá en una planta adulta, siendo necesarias las siguientes características:

- **Viabilidad:** Cualidad de una semilla de estar viva en un momento dado, lo cual a pesar de ser una condición necesaria para la germinación, no implica que pueda realizarse.
- **Quiescencia:** Implica que la semilla no haya germinado anteriormente, el término se define como el estado en que se encuentra una semilla cuyo embrión no inicia su crecimiento, debido a que el medio ambiente se lo impide básicamente por falta de agua y por bajas temperaturas (Vázquez y Toledo, 1989).
- **Ambiente adecuado para el proceso:** para que la germinación pueda realizarse, se requiere de suficiente humedad para que las semillas se embeban, una composición gaseosa similar a la de las primeras capas de la biosfera y una temperatura entre 10 y 30 °C que permita el crecimiento vegetal (Camacho, 1994 a y b citados por Elizalde, 1995). Teniendo estas condiciones una semilla quiescente, puede germinar en un intervalo amplio de condiciones ambientales
- **Ausencia de latencia:** quiere decir que no existe un mecanismo fisiológico que impida la germinación en condiciones adecuadas para el crecimiento vegetal. Como latencia o dormición se define al estado en que se encuentra una semilla viable, que no germina aunque disponga de humedad para embeberse, así como de una mezcla de gases similar a la de las primeras capas de la biosfera y temperatura entre 10 y 30 °C.

Requerimientos especiales de luz, temperatura y composición gaseosa, son manifestaciones de bloqueos fisiológicos de la germinación (Camacho, 1994 a).

6.1.2 Efecto de la temperatura sobre la germinación

En un medio artificial la utilización de temperaturas constantes es frecuente para obtener la germinación de las semillas en cambio en uno natural se presenta una variación de la temperatura tanto diaria como estacional. En términos generales y en intervalos de 6° C a 35° C , las temperaturas constantes son menos favorables para la germinación que las oscilantes, siempre y cuando la variación no supere los 15° C. Se sabe que el efecto de la temperatura depende más de su promedio que de sus valores extremos (Grime, 1982; Hartmann y Kester, 1987).

6.1.3 Efecto de la Luz sobre la germinación

Aunque las semillas quiescentes pueden germinar fácilmente tanto iluminadas como en oscuridad, la luz puede tener un efecto definitivo en las latentes; una exigencia de luz para inducir la germinación indica latencia (Camacho, 1994 a).

Las semillas se han clasificado de acuerdo a la reacción que manifiestan con la presencia de luz en (Camacho, 1994 a y Orozco, 1989):

- a) Fotoblásticas positivas: son las que requieren de luz para su germinación.
- b) Fotoblásticas negativas: son aquellas en las que su germinación es inhibida por la luz .
- c) Indiferentes: hay un grupo de especies en que la reacción germinativa es insensible a la luz.

Esta clasificación no es del todo exacta ya que no se consideran muchas especies como las tropicales, en que a ciertas temperaturas la reacción de las semillas a la luz cambia y la germinación de las llamadas fotoblásticas positivas puede ser inhibida por la luz y la de las fotoblásticas negativas puede ser estimulada por la luz. Este efecto resulta de la combinación de los siguientes factores (Camacho, 1994 a y Orozco, 1989):

- a) Longitud de onda: La luz blanca y la de color rojo (de 600 a 700 nm) tienden a inducir la germinación, mientras que la violeta (menos de 480 nm) y sobre todo la infrarroja (de 700 nm en adelante) tiene un efecto inhibitorio sobre la germinación aún en las semillas quiescentes (Fenner, 1985; Besnier, 1988 citados por Elizalde, 1995). La luz color verde tiende a presentar un efecto parecido al de la oscuridad: no inhibe la germinación de las semillas quiescentes, pero tampoco la induce en semillas latentes.
- b) Intensidad: En exposiciones cortas menores de 60 min. una mayor intensidad agudiza el efecto de la longitud de onda, en exposiciones largas independientes del color la luz tiende a inhibir la germinación; con luz infrarroja se puede inducir o profundizar la latencia.

- c) Duración: muy ligado al anterior, debido a que hay especies en que la germinación es favorecida por días cortos menores de 12hrs. y otras por días largos mayores de 12hrs. Esta reacción al fotoperíodo también es alterada por la temperatura y la intensidad de la luz

6.1.4 Latencia

Los mecanismos causantes de la latencia pueden estar tanto en la cubierta más expuesta al medio ambiente como en los tejidos internos por lo que es importante conocer el tipo de latencia que se presenta en las semillas y con base en esto seleccionar y aplicar los tratamientos para inducir su germinación (Rodríguez y Álvarez, 1992).

A continuación se describen diferentes tipos de latencia de Ramírez y Camacho (1987).

- Latencia física.

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

- Latencia química.

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

- Latencia mecánica

Cuando una semilla presenta una cubierta dura y gruesa como lo es el endocarpio, el letargo puede atribuirse a que la cubierta pone una resistencia mecánica al crecimiento del embrión. No obstante de que eso es una posibilidad teórica aceptable, se citan casos de que el bloqueo de la germinación no se debe tanto a la dureza de la cubierta como a su contenido de inhibidores y el obstáculo selectivamente permeable que pone a la lixiviación de los contenidos en sus tejidos internos.

- Latencia morfológica

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

- Latencia fisiológica.

La inhibición es resultado de cubiertas poco permeables a los gases y bloqueos metabólicos en el embrión.

Dos de las especies seleccionadas en el presente trabajo presentan latencia física: el guaje y el mezquite, causada por su cubierta impermeable, que cuando es removida favorece la reactivación metabólica del embrión (Ramírez y Camacho, 1987).

Anatómicamente la cubierta o testa esta constituida por una secuencia de capas que consta de:

- a) Una capa externa que puede estar formada por una o dos cutículas
- b) Una capa de células de macroesclerénquima en empalizada (capa de Malpigio), la cual se encuentra por debajo de la capa externa, estas células tienen sus paredes engrosadas especialmente en la parte orientada al exterior, donde se observa la llamada línea de luz, originada por los cambios de composición química en la pared celular, por lo que hay diferencias en la refracción de la luz.
- c) Bajo la capa anterior se encuentra una de osteoesclerénquima con grandes espacios intercelulares (Jiménez, 1999).
- d) Posteriormente se encuentra un parénquima compacto sobre los tejidos nutritivos.
- e) Tanto el micrópilo como el hilio están obturados por un tapón de parénquima o un recubrimiento externo de macroesclerénquima (Camacho, 1994).

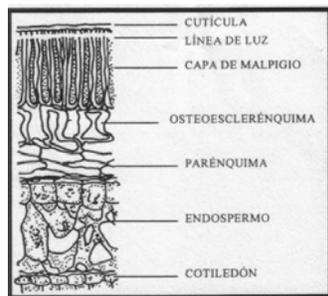


Fig. 3. Características anatómicas de la testa (Tomado de Jiménez, 1999 citados en Gunn, 1981)

Algunos autores coinciden en que todas estas capas contribuyen a impedir el paso del agua hacia el embrión y los tejidos nutritivos, pero aún no se sabe que capa de la cubierta es la responsable directa de la latencia física (Jiménez, 1999).

6.2 Propagación por semillas

La forma de propagación más extendida es el empleo de semillas, mediante la germinación, las cuales representan la posibilidad de dispersión de una especie, sin embargo su regeneración natural es obstaculizada por numerosos problemas, entre ellos mecanismos fisiológicos que inhiben la germinación de las semillas y que puede durar varios años lo que representa un papel importante para la preservación de la especie, pero que para fines de manejo es un obstáculo que es necesario disminuir o eliminar, para ello se requiere de un manejo especial que muchas veces requiere de un tratamiento.

6.2.1 Tratamientos par eliminar la latencia en las especies de leguminosas

Para eliminar la latencia física en estas especies se han realizado diversas investigaciones sobre métodos que favorezcan la germinación en un periodo corto de tiempo.

Escarificación

Es la modificación de la testa de la semilla para disminuir su resistencia mecánica (latencia por testa dura), o bien para permitir el paso de agua u oxígeno en el caso de cubiertas impermeables (latencia por impermeabilidad de la testa).

Escarificación con ácido sulfúrico

La escarificación ácida ha sido la empleada por Brito (1980), Brito y Niembro (1980), Ramirez y Camacho (1987), Foroughbakhch (1989), Martínez (1994), Rodríguez, Maiti, Foroughbakhch, Hernández y Valades, (1997); por tiempos que van de 3 a 10 minutos, con buenos resultados en Mezquite.

Para guaje lo han utilizado, Gray (1962), Foroughbakhch (1989) y Casique (1990) con resultados satisfactorios.

Escarificación Mecánica

Se emplea comúnmente una lija para romper la testa y con ello facilitar la entrada de agua par que inicie la germinación. Se ha empleado por Gray (1962) y Becerra (1984) para guaje.

Remojo en agua

El propósito de las semillas en agua es para modificar o reblandecer las cubiertas duras, remover los inhibidores de la germinación y reducir el tiempo de germinación. El tiempo de remojo varía para cada especie, generalmente se utilizan dos tipos (inicial y final).

Escarificación térmica

El remojo en agua caliente o escarificación térmica se utiliza para romper la latencia debida a impermeabilidad de la testa.

Este método ha sido empleado para mezquite obteniendo bajos porcentajes germinativos por Brito (1980), Foroughbakhch (1989a), Martínez (1994), Arellano (1996) y Rodríguez, Maiti, Foroughbakhch, Hernández y Valades, (1997). En guaje ha sido utilizado con resultados parciales por Gray (1962), Benth (1968), Alvarez y Bagaloyos (1977), Lasso y Meléndez (1980), Rodríguez y Eguiarte (1983), Becerra (1984), Ramirez (1985), Ramirez y Camacho (1987), Foroughbakhch (1989b), Casique (1990) y Rodríguez, Maiti, Foroughbakhch, Hernández y Valades, (1997).

6.2.2 Tratamientos germinativos en *Agaves*

Al final de la etapa reproductiva de las especies investigadas son comunes los individuos con escapes que contienen gran cantidad de semillas las cuales carecen de latencia, sin embargo se requieren de técnicas que faciliten la germinación en un periodo de tiempo corto, investigaciones al respecto sobre estas especies son escasas ya que la mayoría de los estudios hacen referencia a su aprovechamiento y usos, sin embargo se citan las siguientes:

Cervantes y Arizaga (2001) cuantificaron la germinación de *Agave spp.*, bajo condiciones controladas, con un diseño factorial, con dos niveles de radiación (fotoperíodo 12:12 (luz) y fotoperíodo 0:24 (sombra)); y dos niveles de temperatura (25 °C y 32 °C). Hugh & Miller en 1995, evaluaron la calidad de la semilla, los efectos de la temperatura e iluminación continua de *Agave spp.* con el objetivo de entender el control ambiental de la germinación.

6.3. Aspectos de reproducción, producción e importancia de Agavaceas

Importancia de las agavaceas utilizadas

Desde el punto de vista económico son importantes por su producción de fibras duras, bebidas fermentadas, forraje para el ganado (escapo floral) o como ornato, por esta razón se convierten ambas especies en cultivos de alta rentabilidad en suelos pobres y condiciones de baja precipitación pluvial y altos índices de evaporación. Representan un gran recurso, el cual se debe aprovechar como un instrumento para el control de la erosión de los suelos. Impulsar la actividad magueyera difundiendo técnicas germinativas y de cultivo para beneficio del sector campesino en México, es promover el estímulo a la inversión y capitalización en el medio rural, así como aprovechar los recursos naturales, ecológicos y humanos disponibles (Flores, 1979)

6.4. Aspectos de reproducción, producción e importancia de las leguminosas

Importancia de las leguminosas

Estas especies juegan un papel primordial en las regiones áridas y semiáridas (Vázquez y Batis, 1996) ya que son de rápido crecimiento, resisten condiciones de estrés, tienen la capacidad para fijar nitrógeno atmosférico, mejoran la fertilidad del suelo, disminuyen la erosión (González, Camacho y Carrillo, 1992), evitan la acción directa del viento y lluvia en el suelo, favorecen el restablecimiento de las poblaciones de flora y fauna nativas, generando condiciones favorables micro ambientales (Estrada y Marroquín, 1992). Además son un recurso de uso múltiple obteniéndose de ellos: leña, carbón, forraje nutritivo, vainas comestibles, madera, postes, néctar, gomas, resina y medicinas (FAO, 1982; Saeedi y Maldonado, 1982; Vázquez y Batis, 1996)

6.5. Características generales e importancia de las especies investigadas

6.5.1. *Agave lechuguilla* Torrey

Clasificación (tomada de Cadaval, 1999)

Clase: Angiospermae

Subclase: Asparagales

Familia: Agavaceae

Género: *Agave*

Subgénero: *Littaea*

Grupo: Marginatae

Especie: *Agave lechuguilla* (Torr.)

Nombre común: lechuguilla

Morfología

Agave lechuguilla es un arbusto rosetófilo acaule, pequeño con 11 a 30 hojas en promedio, puede medir entre 30 y 40 cm de ancho y de 20 a 70 cm de alto (Dewey, 1965; Freeman y Reid, 1985; Gentry, 1982; Magallán, 1998; Rzedowski, 1964; Sheldon, 1980).

Sus raíces son largas, fibrosas, delgadas y se distribuyen a una profundidad entre 8 y 12 cm del suelo (Nobel y Quero, 1986).

Sus hojas se forman a partir de una yema apical considerablemente desarrollada (denominada cogollo) (Font Quer, 1953), que en *Agave* es un cono formado por hojas jóvenes enrolladas sobre un eje central; las hojas jóvenes recién desplegadas son verde-blancas o verde-azuladas (Dewey, 1965; Rzedowski, 1964; Sheldon, 1980; Zapién, 1981). Las hojas maduras miden entre 25 y 50 cm de alto y 2.5 a 6 cm de ancho, tienen forma lineal lanceolada, con un color que va del verde claro al amarillo verdoso, son entre difusas y erectas, algunas veces incurvadas y raramente falcadas, cóncavas en el haz y franjas estrechas, verde-oscuro, de entre 30 y 60 cm de largo en el envés. El margen de las hojas es entero, castaño claro a gris, se separa fácilmente en las hojas secas y presenta 8 a 20 dientes (espejos) reflejos por lado; dichos dientes miden de 2 a 7 mm, de color castaño o más frecuentemente gris claro y separados de 1.5 a 4 cm. El ápice es una espina fuerte, cónica, tubulada, grisácea de 1.5 a 4 cm (Berlanger et al., 1992^a; Dewey, 1965; Gentry, 1982; Sheldon, 1980).

La inflorescencia recibe los nombres de quiote, mequiote (del náhuatl metl, maguey y quiyotl o quiotl, vástago o tallo), garrocha o bohordo; es un escapo espigado de 2.5 a 3.6 o hasta 6 m de alto, con la superficie glauca (Berlanger et al., 1992^a; Dewey, 1965; Flores, 1986; Gentry, 1982; Magallán, 1998; Rzedowski, 1964; Sheldon, 1980) y brácteas deltoides, de 10 a 20 cm de largo, con espina en el ápice (Magallán, 1998). Las flores tienen pedicelos de 20 a 50 mm y se agrupan en pares o triadas.

El ovario es ínfero, trilobular de 15 a 22 mm de largo, fusiforme, redondeadamente angulado y constricto en el cuello, óvulos anátropos con placentación axial, estilo de 33 a

47 mm y estigma de 1.5 a 3.5 mm; el perianto lo conforman seis sépalos de 13 a 20 mm amarillos, frecuentemente con manchas púrpuras lineales, ascendentes, involutos alrededor de los filamentos, los externos anchamente imbricados, protegidos por brácteas verde-amarillaso rojizas subyúgales.

El fruto es castaño a negro, capsular, oblongo a piriforme, de 1.5 a 2.5 cm de longitud por 1.0 a 1.8 cm de ancho, es sésil o con pedicelos muy cortos, redondeado, con un rostro (pico) pequeño en el ápice y glauco.

Las semillas por fruto son numerosas, planas y brillantes de 4.5 a 6 mm de longitud por 3.5 a 4.5 mm de ancho, con hilo pequeño y costillado y alas alrededor del lado curvo glauco (Berlanga et al., 1992^a; Flores, 1986; Gentry, 1982; Grove, 1941). El número cromosómico de la lechuguilla es $2n = 90$ (Flores, 1986).

Reproducción

Agave lechuguilla se puede reproducir sexual y asexualmente (Flores, 1986; Freeman, 1973; Freeman et al., 1977; Eguiarte y Sylva, 2000; Freeman y Reid, 1985). Como la mayoría de las especies de *Agave*, la lechuguilla muere después de florecer y fructificar (Freeman y Reid, 1985; Rzedowski, 1964; Sheldon, 1980).

Para llegar a la madurez sexual, la planta requiere de 4 a 15 o hasta 20 años ((Berlanga et al., 1992^a; de la Garza, 1987; Freeman y Reid, 1985). La floración ocurre entre mayo y junio, pero en los años con sequía puede suceder en octubre o noviembre. Cuando las plantas florecen, tienen 51 hojas en promedio. El escapo floral se desarrolla totalmente en un promedio de 25 días y su mayor tasa de crecimiento la alcanza en los primeros diez días 20 cm/día. Las flores están abiertas durante 96 h, las anteras tienen polen disponible 24 h después de la anthesis y aunque el estigma es receptivo hasta 66 h, la autofertilización si es posible (Freeman y Reid, 1985). El néctar de las flores está compuesto de 50% de glucosa, 40% de fructosa y sólo 10% de sacarosa; con base a estos datos Freeman y Reid (1983) infieren que los visitantes florales son aves passeriformes, murciélagos, mariposas, algunas abejas, colibríes y entre ellos deben estar los polinizadores. El volumen del néctar varía de 50 µl en algunas poblaciones del norte de México a 190 µl en algunas poblaciones del sur (Eguiarte y Silva, 2000). Al final de la etapa reproductiva, son comunes los individuos con escapos que contienen gran cantidad de semillas viables sin letargo. Freeman y Reid (1985) observaron que la reproducción de la lechuguilla es casi exclusivamente asexual, por renuevos rizomáticos llamados vástagos, hijatos, retoños o hijuelos.

La producción continua de hijuelos, origina grandes y densas agrupaciones de plantas. Aunque se desconoce la tasa de producción natural de retoños, se sabe que la recolección del cogollo y extirpación de hijatos, induce su regeneración y la reducción de su emisión, respectivamente (Berlanga et al., 1992^a).

Distribución y hábitat

Agave lechuguilla es el taxón del subgénero *Líate* con distribución geográfica más amplia; según Nobel (1998), es una especie que se presenta en 100 000 km², desde Texas y Nuevo México, hasta Querétaro, Hidalgo y Guanajuato. Según Reyes y Aguirre (1999), la distribución de *A. lechuguilla* corresponde al patrón altiplanicie mexicana y zonas adyacentes, mientras que para Rzedowski (1978) esta especie es un elemento de las provincias altiplanicie y planicie del noreste de la región xerofítica mexicana.

Agave lechuguilla es uno de los dominantes fisonómicos del matorral desértico rosetófilo (Rzedowski, 1965) o matorral crasirrosulifolio espinoso (Berlanga et al., 1992^a). Para este tipo de vegetación Miranda y Hernández (1963) reconocieron al subtipo lechuguillal, con base en el nombre que los campesinos asignan a la vegetación donde la lechuguilla denomina su fisonomía. La lechuguilla también ha sido registrada en el matorral desértico micrófilo (Rzedowski, 1965), o matorral inerme parvifolio (Berlanga et al., 1992a).

Esta especie se distribuye desde los 200 hasta los 2400 msnm. (Berlanga et al., 1992 a; de la Garza, 1987 y Gentry, 1982). Dada la amplitud altitudinal, el matorral desértico rosetófilo de lechuguilla se localiza en todos los tipos climáticos: secos (BW), semisecos (BS₀ Y BS₁) y templados subhúmedos (Cw₀), con temperaturas extremas de -8 a 44°C y precipitaciones entre 150 y 500 mm anuales. (Berlanga et al., 1992 a; Gentry, 1982).

Usos

La fibra de *Agave lechuguilla* es suave y resistente, por ello es utilizada para la fabricación de sandalias, redes para pescar en ríos, cuerdas, cestos; en la industria automovilística se utiliza para elaborar tapetes y bajo-alfombras, en cordelería y cepillería, para la fabricación de bolsas, sacos y mantas, para cepillos de los aparatos de limpieza y pulido de alfombras y pisos, en la fabricación de varios tipos de brochas, en la limpieza y pulido de maquinaria de acero y los sobrantes se usan para hacer estropajos y relleno de muebles (Berlanga, Gonzalez y Franco, 1992^a; Flores y Perales, 1989; Kirby, 1950; Rzedowski, 1964; Sheldon, 1980 citados por Reyes, Aguirre y Peña 2000).

6.5.2. *Agave salmiana* (Otto ex Sal-Dyck var *salmiana*)

Clasificación (Tomado de rangel, 1987)

División: Anthophyta

Clase: Monocotiledoneas

Orden: Liliales

Familia: Agavaceae

Género: *Agave*

Subgénero: *Agave*

Especie: *salmiana*

Nombre común: maguey pulquero

Morfología

Agave salmiana son plantas medianas a grandes con un tallo pequeño y grueso, forman rosetas macizas de 1.5 a 2 m de alto con el doble de ancho, hojas de 100-200 x 20-35cm de amplitud, carnosas y macizas, verdes a grisáceas, profundamente convexas en la base, cóncavas hacia arriba. Son monocotiledóneas, de raíz fibrosa revestida de escamas morenas e imbricadas de hojas en roseta apretada más o menos carnosas y por lo regular de textura firme, con espina terminal pungente y con abundantes espinas marginales; son largas, acanaladas, simples, enteras, más o menos lanceoladas con el ápice agudo, de color verde oscuro y desde el glauco hasta un color verde casi gris; la longitud de las hojas es según las variedades; la prefoliación es central, se le conoce con el nombre de meyolotli (en nahuatl) a la yema central que alcanza casi toda la longitud de la planta; las yemas laterales crecen cerca del suelo y reciben el nombre de mecuate (mecoatl en nahuatl). Escapo floral de hasta 4 m entre los 8 y 10 años de edad. La inflorescencia es densamente subespigada o dispuesta en panícula o panoja tirsoide. El borde floral es alto y rollizo y se halla provisto de numerosas brácteas perfoliadas. Las flores son monoperiantadas de ovario ínfero, hermafroditas amarillo-verdosas de 10 a 12 cm de largo y provistas de pedúnculos cortos y encorvados; perianto de seis piezas, tubulosa e influndiliforme; androceo de seis estambres largamente exentos, gineceo constituido por un ovario oblongo y cilíndrico, trilobular, multiovalado con los frutos superpuestos; estilo central alesnado y estigmatrígono y capitado. El fruto es una cápsula oblonga, con seis casillas longitudinales y tres lóbulos poliespermos. Las semillas son negras deprimidas, triangulares con el embrión recto y el endospermo carnoso. (Gentry, 1892).

Reproducción

A. salmiana se reproduce de manera sexual por semilla y de forma asexual por yemas que brotan del tallo, produciendo de esta manera hijuelos que están unidos por medio del rizoma a la planta madre en número de 10 a 20. Las rosetas alcanzan el estado de madurez entre los 8 y 13 años de edad; en septiembre y octubre nace el escapo floral, y crece hasta alcanzar su altura normal, al mismo tiempo que se produce el desarrollo de las panículas florales; de mayo y junio se presenta la floración (antesis), las cápsulas llegan a su madurez en octubre y noviembre.

Distribución

Esta variedad es la más ampliamente cultivada en todo el Valle del Mezquital; su distribución comprende los Estados de Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, San Luis Potosí, Querétaro, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Durango, Zacatecas, Colima y el D.F. (Gentry, 1982). Se le encuentra en terrenos planos y montañosos, desde suelos profundos a superficiales del tipo Castañozem cálcico, Vertisol crómico, Feozem háplico, Redzina y Litosol; en alturas que van de 1500 a 2400 msnm.

Usos

A. salmiana es una especie utilizada principalmente para la extracción de aguamiel y una serie de elementos que son utilizados como fuente de alimento y usos domésticos. Se presenta en formas muy numerosas dentro de las poblaciones cultivadas y silvestres. La especie es reconocida generalmente por sus hojas de color verde con largos ápices acuminadas y sigmoideas, anchas, fuertes y carnosas; bracteadas pedunculadas grandes y paniculas grandes de forma piramidal.

6.5.3. *Prosopis laevigata* (Humb & Bonpl. Ex Willd) M. C. Johnston)

Clasificación según (Burkart, 1976)

Reino: Vegetal

Phylum: Spermatophyta

Subphylum: Angiosperma

Clase: Dicotyledonea

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Mimosoideae

Género: *Prosopis*

Especie: *laevigata*

Nombre común: mezquite

Morfología

El mezquite es un arbusto o árbol espinoso perenne, mide hasta 10 m de altura, cuyo desarrollo depende de las condiciones del suelo.

Raíz. Posee un sistema radicular amplio y profundo, la raíz principal puede alcanzar profundidades de más de 50 m, y sus raíces laterales se extienden hasta 15 m a los lados del árbol. **Troncos y Ramas.** Troncos de corteza oscura o negruzca; ramas flexuosas formando un copa esférica o deprimida. Los tallos más delgados son espinosos, frecuentemente áfilos y provistos de abundante parénquima cortical que hace que las funciones de las hojas atrofiadas o caducas. Espinas generalmente abundantes, axiliares o terminales.

Hojas. Son compuestas, bipinnadas, con 12 a 15 pares de folíolos oblongos o lineares, de 5 a 10 mm de largo, más o menos persistentes pero caducas en invierno, tiene pequeñas estípulas que luego secan y caen. Únicamente presenta un par de pinnas por hoja. La época de formación de renuevos se extiende desde marzo hasta mayo, los folíolos permanecen en la planta de abril a diciembre.

Flores. De color amarillo verdoso; se encuentran agrupadas en inflorescencias en racimos en forma de espiga, las flores son sumamente pequeñas, miden de 4 a 10 mm y están situadas sobre pedúnculos de 1 a 2 mm, producen un aroma y néctar agradable, indispensable para la polinización. Son bisexuales, actinomorfas, con 5 sépalos y 10 estambres.

Los estambres son rectos, divergentes y con un tamaño doble al de la corola; el ovario está cubierto por filamentos sedosos. El pistilo tiene una forma de urna y el estilo de cilindro; el ovario es súpero, unilocular, unicarpelar y de placentación parietal; el estigma es cóncavo. El mezquite florece durante un lapso corto que inicia en febrero- marzo y termina en abril- mayo y la época de floración coincide con la brotación de los folíolos.

Frutos. Los frutos son vainas o legumbres en forma de lomento drupáceo; alargadas, rectas o arqueadas y en algunos casos espiraladas, indeshiscentes, de 10 a 30 cm de longitud; pueden ser planas o cilíndricas en la madurez, y contienen de 12 a 20 semillas; la cáscara o pericarpio es coriácea, de color aja o rojizo-viláceo. El mesocarpio presenta una pulpa gruesa y esponjosa, de sabor dulce, que envuelve el endocarpio el cual está articulado en pequeños compartimientos donde se alojan las semillas, dispuestas en una hilera ventral.

La fructificación se extiende durante los meses de mayo a agosto, las vainas se desarrollan en cuanto la flor ha sido fecundada, empiezan a madurar en el mes de junio, en tal forma que para el mes de agosto han adquirido una forma abultada y toman un color paja. La cosecha se realiza a partir de agosto hasta el mes de octubre.

Semilla. Es de forma oblonga o aplastada, dura, su coloración varía desde café claro al oscuro, según la especie, variedad y el sitio donde se produce. La diseminación de las semillas es zoófila y endozóica, es decir, a través del tracto digestivo de animales.

Reproducción

La reproducción es sexual o por semilla. La reproducción del mezquite en condiciones naturales es únicamente por medio de semilla. La semilla es la parte más vulnerable en el ciclo de vida de *Prosopis*, debido a la cantidad de agua tan limitada que proviene del ambiente desértico.

La dispersión de la semilla es endozóica, a través del tracto digestivo de animales como los ovicaprinos, lo cual sirve como función dual ya que la semilla es alejada del árbol progenitor y los parásitos internos de la semilla son muertos por los fluidos digestivos, además, proporciona un benéfico trabajo de escarificación que hace que la germinación se lleve a cabo en un menor tiempo, además el mezquite presenta una abundante producción de semillas, que en gran parte es viable, por lo que la reproducción por semilla se considera la más recomendable.

Distribución y hábitat

P. laevigata: Según Rzedowski (1988), Se localiza en el centro y sur de México, en ambiente muy diversos que van desde los subhúmedos hasta áreas con precipitaciones de

300 mm anuales o menos ; se encuentra en los estados de Guerrero, Querétaro, Estado de México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Veracruz, Nuevo León, Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, y Zacatecas.

Los mezquites están clasificados como especies termo-xerófitas por su amplia distribución, Prosopis se localiza en condiciones climáticas diversas, que van desde los climas calientes hasta los templados y de los semihúmedos hasta los muy secos; sin embargo, su principal rango de distribución se encuentran en las zonas áridas y semiáridas del país, en su área de localización, la temperatura media anual es de 20 a 29 °C, mientras que la precipitación media anual fluctúa de 350 a 1,200 mm. Entre las adaptaciones desarrolladas por el mezquite para persistir en climas secos destaca su profundo y amplio sistema radicular, elevada presión osmótica y la reducción del sistema foliar.

Usos y Propiedades

En la actualidad el mezquite tiene diversos usos como alimento, combustible, sombra, para la elaboración de juguetes y utensilios, como planta medicinal, para alimentación del ganado doméstico, elaboración de carbón, flora para la explotación de abejas, extracción de gomas y material de vivienda.

Madera. Se utiliza en forma de brazuelos, tablas y tablonés, postes para cerca, trozas en rollo, durmientes, etc.; además en la elaboración de muebles artesanales, destacando los trabajos de marquetería con madera de mezquite, elaborado en Zacatecas.

Entre las características físicas de la madera del mezquite se destaca su albura de color amarillo claro que forma un anillo de media pulgada alrededor del durámen que es de color café rojizo. La madera es dura, durable, de grano cerrado, que toma un brillo hermoso al pulirla; sin embargo, la madera es quebradiza y con poca resistencia a la flexión, estas características limitan su uso comercial. El contenido del durámen es de 65-80 %. La madera de mezquite tiene un peso específico de 0.76 y la de la raíz es aún más dura. Debido a estas características, la madera de mezquite es usada para la manufactura de artefactos que necesitan ser muy resistente como muebles, parket, duela, hormas para zapatos, mangos de herramienta y utensilios de cocina, además es muy utilizada para la construcción en las zonas rurales (Signoret, 1970).

Leña y Carbón. Dentro de los usos maderables de la especie se encuentran el de la leña, el cual es uno de los principales rubros de la explotación, ya que el mezquite es considerado el recurso leñoso por excelencia en las comunidades rurales de zonas áridas y semiáridas.

Otro producto del mezquite de gran importancia económica es el carbón, el cual se produce cuando se calienta la madera en ausencia de aire (pirolisis) y se controla la entrada del mismo (combustión).

Uso Medicinal. La infusión de algunas partes de la planta se usa para combatir la disentería; el cocimiento de las hojas (bálsamo de mezquite) se emplea para combatir algunas afecciones de los ojos, el cocimiento de la corteza es vomitivo-purgante, se sabe que sus extractos en alcohol de las hojas frescas y maduras han mostrado una marcada acción antibacteriana contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

Alimentación Animal. Dentro de una explotación no maderable el producto principal del mezquite es la vaina, dado que su recolección representa un ingreso adicional para los campesinos de las regiones donde es aprovechado, a la vez que constituye un elemento de buena calidad en la alimentación del ganado. El consumo de la vaina contribuye a disminuir el costo de las raciones alimenticias que son suministradas al ganado bovino lechero y en especial al de engorda, así como al porcino y caprino y como menor intensidad, al caballo, asnal y mular.

El principal valor forrajero del mezquite radica en el fruto, aunque los animales inclusive ramonean las ramas tiernas, en otros lugares el mezquite proporciona sombra a los animales, que es muy necesaria en las regiones de altas temperaturas.

La época de cosecha se presenta en los meses de julio a septiembre, lo cual es de gran importancia para los campesinos de las zonas áridas y semiáridas, ya que el aprovechamiento de este recurso contribuye a aliviar la precaria situación de algunas familias en esta época del año que es cuando la sequía suele acabar por completo con los cultivos de temporal y los forrajes de los agostaderos. Zolfaghari y Harden, 1982 en publicaciones INE, 1994, reportan, en relación a la calidad de la vaina de mezquite como alimento pecuario lo siguiente:

Cuadro 1. Análisis bromatológico (% sobre peso en base seca)

Muestra	Proteínas (nx6.25)	Grasa Cruda	Ceniza	fibra Cruda	Carbohidratos Totales
Fruto Verde	13.26	2.23	3.88	35.33	80.63
Fruto Maduro	13.35	2.87	3.4	24.73	80.38
Semilla	39.34	4.91	3.61	6.86	52.14
Pericarpio	7.02	2.08	3.62	29.63	87.08

Además, el fruto contiene 20.7 % de sacarosa y es rico en potasio, calcio y cloruro.

Gomas. Cuando el mezquite es herido en su corteza o ramas o por la aspersion de 2-4-5-T, produce un exudado conocido como goma de mezquite, el cual se ha examinado para determinar su semejanza con la goma arábica. Dos tipos de goma son exudados del mezquite: un tipo blanco o de color ámbar muy similar a la goma es negra, firme, quebradiza y astringente al gusto, que es usada como colorante y se ha reportado que contiene 20% de taninos. Todo esto sugiere la posibilidad de utilizar la goma de mezquite en lugar de las gomas importadas

Otros. Se reporta el contenido de taninos en la madera es del 5 al 9%, lo cual es bajo en comparación con otras fuentes, lo mismo que en producción de alcohol etílico; sin embargo, como parte de una explotación integrada, pueden representar ingresos adicionales.

Finalmente, es empleado en la alimentación humana en forma de harinas, bebidas fermentadas y en vainas. Además, su floración sustenta en buena medida la producción apícola en las regiones secas.

6.5.4. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

Clasificación (tomada de Mazari, 1984)

Reino: Vegetal

División: Embryophyta

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotyledonea

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Mimosoideae

Tribu: Eumimosae

Género: *Leucaena* Benth.

Especie: *L. leucocephala* (Lam.) De Wit

Nombre común: Guaje

Descripción

El género *Leucaena* o guaje comprende plantas arbóreas o arbustivas sin espinas, que incluye especies de crecimiento rápido, que alcanza su estado reproductivo y de producción en 1 ó 2 años; de 1 a 18 metros de altura, con tallos y ramas de corteza lisa o ligeramente fisurada de sabor amargo. Las ramas poseen abundantes lentécelas elípticas, de color amarillento. Las hojas son bipinadas y pecioladas, cuyo tamaño varía de 5 a 30 cm; el número de pinnas varía de 2 hasta más de 60. Los folíolos de la sección *Leucaena* (Zarate, 1982) son en general oblongos, pudiendo ser lineares o elípticos, miden de 2 a 12mm de largo y menos de 1cm de ancho. Las inflorescencias son capítulos más o menos esféricos, a veces ligeramente en sentido longitudinal. La disposición de las inflorescencias es fascículos axilares. Los frutos son vainas aplanadas, dehiscentes, de tamaño y textura variables entre especies. El color varía desde moreno claro o amarillento a rojo escarlata, la textura va desde papirácea o cartácea hasta subcoriácea. El interior del fruto presenta con frecuencia falsos septos. Pueden haber varios o muchos frutos en una inflorescencia, suelen ser más de 20 frutos. Las semillas son casi planas, ligeramente biconvexas, su contorno es oval a orbicular siempre apiculadas hacia el extremo del micrópilo. Miden de 0.5 a 1cm de largo y alrededor de 0.5 cm de ancho. La testa es dura, a veces muy endurecida y gruesa, con aspecto seroso. Se producen una gran cantidad de semillas viables por varios años, que cuando maduran son de color oscuro (Pérez Guerrero, 1979). No se conoce latencia, las semillas pueden germinar en cualquier momento siempre que se imbiban con agua.

Para que germinen rápidamente es necesario remover parcialmente la testa escarificándola de alguna manera (Zarate, 1982).

Olvera y West, 1980, han descrito métodos de escarificación con agua caliente y fría a diferentes tiempos; Kretschmer, en 1979, ha descrito tratamientos con ácido sulfúrico, con calor, o escarificación mecánica utilizando una lija.

Presenta mimosina, un alcaloide tóxico con efecto antimicótico. La mayor concentración de este compuesto se encuentra en las hojas tiernas (Pérez Guerrero, 1979), se encuentra también en niveles altos en otros tejidos. Se ha reportado que las hojas contienen más de 4% de mimosina en peso seco, un nivel que induce síntomas tóxicos que limitan el uso de estas plantas como forraje, provoca la depilación severa de caballos y borregos y una reducción en la producción de huevos de aves de corral (González et al., 1967).

Las raíces viven en simbiosis con una bacteria del género *Rhizobium* la cual tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico del suelo y así hacerlo aprovechable para la planta.

Aspectos citológicos

Leucaena es un árbol interesante desde el punto de vista fitomejorador, porque es altamente autocompatible y tetraploide ($2n = 104$) (Brewbaker y Hutton, 1979, citado por Brewbaker, 1982).

Distribución y hábitat

Par su crecimiento requiere de estaciones largas y calientes. Tolera la sequía, crece en un amplio intervalo de suelos, pero prospera en suelos arcillosos profundos que son fértiles y húmedos, crece mejor en suelos neutros o alcalinos y pobremente en suelos áridos, a menos que se añada Mo, Ca, S y P. Sus raíces profundas le permiten soportar muchos tipos de suelos, desde pesados hasta coral poroso. Crece en climas con un intervalo de Caliente Moderado Seco a Húmedo hasta Tropical muy Seco a Húmedo. Se ha reportado una tolerancia de precipitación anual de 1.8 a 41 dm^3 , temperatura anual de 14.7 a 27.4 °C y pH de 4.3 a 8.7 (Duke, 1981).

En México tiene una amplia distribución, favorecida por el hombre, se distribuye en los estados de Sonora, Coahuila, Tamaulipas, San Luis Potosí, Nayarit, Jalisco, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Michoacán, D.F., Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Quintana Roo. En Centroamérica, en Nicaragua (Zárate, 1982).

Crece en latitudes diversas y en alturas desde 0 a 1500 msnm, la tasa de crecimiento y el tamaño de la planta se correlacionan negativamente con la altura sobre el nivel del mar y con la latitud (Pérez Guerrero, 1979).

Usos

Los usos de *L. leucocephala* son muy diversos. En Agricultura se puede utilizar como mejoradora de suelo, como sombra de cultivos y para control de la erosión. Como mejoradora del suelo debido a que se puede utilizar como fuente renovable de nitrógeno y por producir un incremento de la materia orgánica y la fertilidad del suelo por la caída de las hojas, sustituyendo así a ciertos fertilizantes químicos (Mazari, 1984). Como sombra de

cultivos, tales como café, cacao, y fibras ya que no compite por nutrientes. En control de la erosión, debido a las características de la raíz y a su adaptación en terrenos accidentados y rocosos y por el humus formado gracias a la defoliación de la planta, contribuyendo a reducir la erosión.

Se utiliza en la producción animal, debido al alto valor nutritivo de su follaje, su contenido proteico varía de 4 a 23% en base natural y del 5 al 30% en base seca (Mazari, 1984).

En reforestación y en la producción de madera, se utiliza con éxito gracias a su rápido crecimiento y a su facilidad para crecer en terrenos difíciles; además de resistir condiciones naturales adversas. Es una de las fuentes más importantes de combustible, a menudo como carbón vegetal, en América Latina y el Sureste de Asia (Brewbaker, 1975).

Entre otros usos, como alimento humano, en la producción de pulpa de papel y carbón duro.

VII. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

7.1 Localización geográfica y política

El poblado del Dexthí está ubicado entre los paralelos $20^{\circ} 32' 51''$ y $20^{\circ} 35' 34''$ de Latitud Norte y los meridianos $99^{\circ} 14' 56''$ y $99^{\circ} 12' 39''$ de Longitud Oeste, con una altura promedio de 1800 msnm (INEGI,1982).(Fig. 1)

Políticamente forma parte del municipio de Ixmiquilpan, el cual se localiza en la porción Centro-Oeste del Estado de Hidalgo, en la región conocida como Alto Mezquital. Limita al Norte con el poblado Naxtey, al Noreste con Orizabita y El Espíritu; al Sur con al poblado de San Juanico y al Oeste con el municipio de Tasquillo. El acceso al área es únicamente por camino de terracería, el cual se toma después de abandonar la carretera que se dirige hacia Orizabita (INEGI,1982).

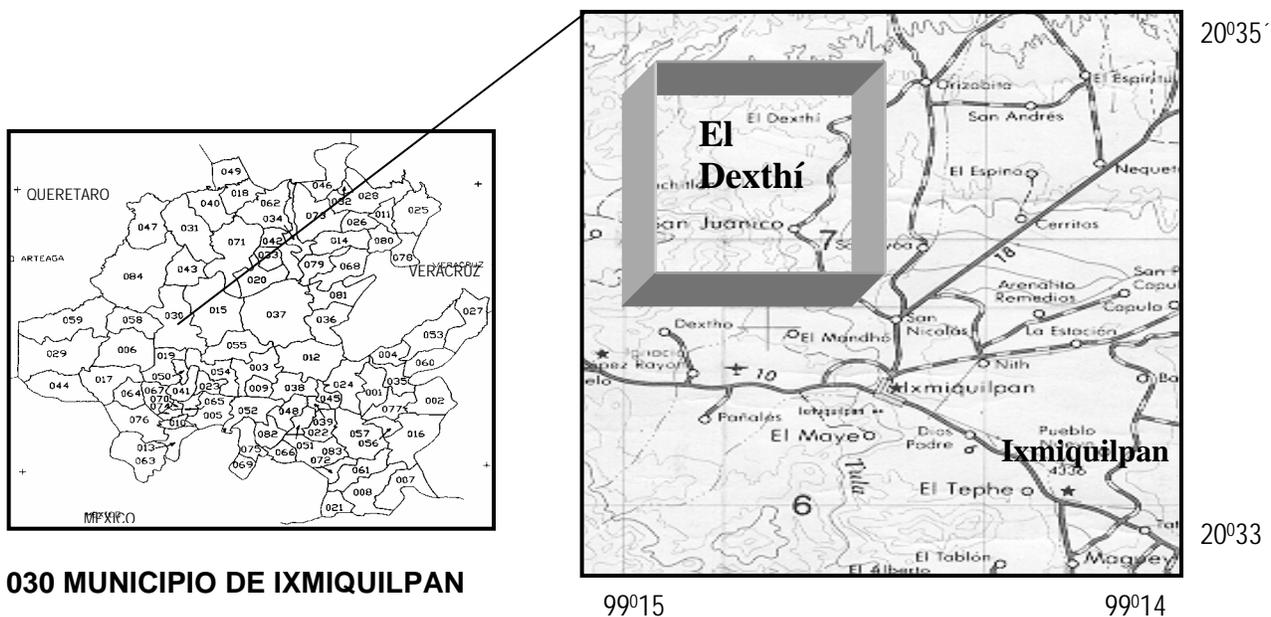


Fig.1. Localización geográfica de la Comunidad el Dexthi

7.2 Fisiografía

Esta área forma parte de la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico y de la Vertiente Occidental de la Sierra Madre Oriental, bordeada por diversas elevaciones. La parte de la planicie es ligeramente ondulada y con un declive no muy pronunciado.

Hacia el lado Oeste se encuentra una formación de diversas serranías, las cuales se encuentran dominando el lugar. Están constituidas por una serie de geofomas plegadas con pendientes pronunciadas, entre las que sobresalen: declives, barrancas, mesas y lomeríos (Salazar, 1994). Fig. 2.



Fig. 2 Imagen de satélite. Regionalización fisiográfica del Valle del Mezquital dentro del cual se localiza el área de estudio, particularmente ocupa el sistema Ecogeográfico Cardonal - Dexthí "S - 23" cuya topeforma principal corresponde a lomeríos.

7.3 Orografía

El Valle del Mezquital es una cuenca de origen lacustre que ocupa las depresiones que se han formado entre el relieve montañoso de la llamada Mesa Central, que se encuentra bordeada de las siguientes elevaciones orográficas: al norte la Sierra Juárez; al este, la serranía que va desde el cerro el Fraile hasta el cerro del águila y la Sierra de Actopan; al sur por la serranía de Mexe y al oeste, la sierra de Xinthé. En la parte central se eleva la Serranía de San Miguel de la Cal hasta alcanzar una altura de 2800m (Rangel, 1987).

7.4 Geología

La geología del lugar, revela la presencia de rocas calizas del Cretácico Inferior, tobas ácidas extrusivas del Terciario Superior y areniscas y conglomerados del mismo período, además de aluviones Cuaternarios (Salazar, 1994).

7.5 Edafología.

El lugar presenta suelos jóvenes y poco desarrollados, reconociéndose las siguientes unidades de suelo: Feozem calcárico, háplico y vértico distribuidos sobre las planicies y derivados de sedimentos ígneos y calizos; Fluvisoles calcáricos asociados a ríos y arrollos y de textura variable; Regosoles calcáricos ubicados en laderas y lomeríos con texturas medias y gruesas; Litosoles ubicados en zonas de media y alta montaña donde las pendientes son fuertes y rendzinas distribuidas sobre lomeríos y cerros calizos. Los factores que más han incidido en su génesis son: el clima, el substrato geológico y el relieve (López

y Muñoz, 1987, 1997).

7.6 Hidrología

La zona pertenece a la Región Hidrológica 26 (Cuenca del Pánuco) y a la subcuenca del Río Tula, mismo que nace en el cerro de la Bufa en la Sierra de Monte Alto, Estado de México, y que al penetrar al estado de Hidalgo confluye con el río Salado y se conecta a través del tunel Zumpango-Tequisquiac con el gran canal del desagüe (Aldasoro, 2000).

La mayoría de los ríos de la zona son intermitentes, los cuales abastecen los canales de riego, hay partes en las que se carece de estos, sólo en ocasiones llegan a formar pequeños riachuelos en la época de lluvia, incorporándose éstos al río principal Tula.

7.7 Clima

El clima predominante de acuerdo al sistema köppen, modificado por García (1973; INEGI, 1987) en la región es BS ohw” (w)(e)g, que representa un clima semiseco estepario y cálido (BSh), con temperaturas mayores a los 18°C, con el mes más seco en invierno y el más caliente antes del solsticio de verano. La temperatura media anual oscila entre 16 – 18°C, la oscilación térmica fluctúa entre los 4 y 5°C.

La precipitación va entre los 400 y 500 mm anuales, con régimen de lluvias en verano. En los meses más calurosos se encuentran temperaturas de hasta 36°C y en los más fríos de hasta -2°C. El período seco va de junio a septiembre con un periodo interestival en julio y agosto (López y Muñoz, 1997a).

7.8 Vegetación

Entre la vegetación predominante se encuentran los Matorrales Xerófilos de Crasicaules, donde dominan *Myrtillocactus geometrizan* y *Opuntia streptacantha*); Matorrales Espinosos de *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera* y Matorrales Espinosos Deciduos de *Fouquieria splendens* y *Echinocactus ingens* (López y Muñoz, 1997a).

7.9 Fauna

La fauna presente en el estado de Hidalgo en su mayoría es de origen Neártico. En el Valle del Mezquital los registros faunísticos son escasos; en el municipio de Actopan Martín del Campo (1936, 1937) reporta 94 especies, entre anfibios, mamíferos y aves. Los animales silvestres más abundantes en el área son: ardillas, conejos, tuzas, diversas especies de ratones, zorrillos, tlacuaches, culebras, serpientes, lagartijas y una gran variedad de aves.

López et al., (1997b) mencionan que la fauna tiene la siguiente problemática en general: la caza y recolecta no controlada, la pérdida y/o transformación de los hábitats.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 Material biológico

Las semillas utilizadas para este trabajo fueron colectadas de especies maduras presentes en la comunidad del Dexthi- San Juanico, Ixmiquilpan – Hidalgo.

Las semillas de *Agave lechuguilla* (lechuguilla) y *A. salmiana* (maguey pulquero) se obtuvieron durante el mes de septiembre del 2003, se seleccionaron al azar las plantas y una vez que los frutos estaban maduros, se cortaron del escapo floral y se colocaron en bolsas de papel previamente etiquetadas.

Se transportaron al laboratorio de Edafología ubicado dentro de la UBIPRO en la FES-Iztacala, se extrajeron las semillas de la cápsula, se separaron las viables (vivas de color negro) de las no viables (muertas de aspecto blanquecino) siguiendo el criterio del color y aspecto que presentaban las semillas.

Las semillas de *Prosopis laevigata* (Mezquite) se obtuvieron durante el mes de Julio del 2003 y las de *Leucaena leucocephala* (Guaje) durante el mes de agosto del mismo año.

La colecta de semillas de mezquite se realizó, de árboles maduros seleccionados al azar, se juntaron las vainas frescas y de buen aspecto, no plagadas (sin orificios) que se encontraban sobre el suelo y se introdujeron en bolsas de papel.

Para guaje la colecta fue directamente de los árboles que también fueron elegidos al azar, se cortaron las vainas secas con la ayuda de una persona de la comunidad que nos proporcionó una vara larga, cuya función es para el corte de frutos que se encuentran en las ramas altas, las vainas fueron colocadas en bolsas de papel.

Las vainas de ambas especies fueron trasladadas al laboratorio, para el caso de guaje la obtención de las semillas fue abriendo las vainas, par el mezquite las vainas se remojaron durante 72 horas, una vez esto se friccionaron con las manos con el fin de obtener el pericarpo que cubre a las semillas, una vez esto con ayuda de tijeras y cuchillo se cortaron tres lados y se abrieron con las manos una por una obteniéndose así la semilla.

8.2 Experimentos en laboratorio

8.2.1 Análisis de viabilidad

Este tipo de análisis se realizó en el laboratorio de cultivo de tejidos de la UBIPRO.

La prueba se realizó preparando una solución de tetrazolio 0.1 a 1.0% con un pH final que va de 6 a 7.5 y posteriormente se efectuaron los siguientes procedimientos de acuerdo al tipo de semilla:

Se sometieron las semillas de mezquite y guaje 4 por cada especie a tratamientos de escarificación en ácido sulfúrico concentrado durante 10 minutos y posteriormente se

colocaron en cajas petri con papel filtro húmedo (3ml de agua destilada) para hidratarlas por 24 horas en condiciones ambientales naturales.

Para lechuguilla y maguey pulquero también se utilizaron 4 semillas por especie a las cuales se escarificaron con H₂O a 60 °C durante 5 minutos, a continuación de esto se les colocó en condiciones ambientales iguales a las de mezquite y guaje.

Una vez transcurridas las 24 horas de hidratación a dos semillas de cada especie se les realizó dos incisiones a los lados de donde se encontraba el embrión (escarificación mecánica) con la finalidad de no dañarlo, las otras dos semillas no fueron manipuladas.

Realizada la escarificación mecánica se colocaron en 1ml de la solución de TTC (cloruro de trifetil tetrazolio) por especie en tubos de plástico, consecutivamente se envolvieron con papel aluminio (condición de oscuridad) y se colocaron en baño maría a una temperatura de 30 °C (condición que mantiene la temperatura estable). Se efectuó, la observación de las semillas en un microscopio estereoscópico obteniéndose con la ayuda de un bisturí y pinzas los embriones de las semillas y posteriormente el porcentaje de semillas viables, según la coloración presente en el embrión de acuerdo a (Moreno, 1984).

8.2.2 Tratamientos Germinativos

De las semillas colectadas se seleccionaron a aquellas de buen aspecto (evaluando el color, tamaño y forma).

Con las cuatro especies seleccionadas se pretendió saber la respuesta germinativa en diferentes pruebas experimentales:

Para lechuguilla y maguey pulquero se evaluaron cuatro tratamientos con su testigo para cada una, obteniéndose de combinar los siguientes factores:

Para estas especies se utilizaron de acuerdo a la morfología que presentan una escarificación a base de agua a dos diferentes temperaturas y dos diferentes tiempos de imbibición.

Temperatura: para cada especie se evaluó el efecto de dos temperaturas que fueron a 60 °C y 70 °C. Tiempo: Los tiempos de escarificación para cada una de las temperaturas fueron de 5 y 10 minutos.

Una vez combinadas las temperaturas con los diferentes tiempos los tratamientos se colocaron en:

Fotoperíodos: de 24 horas luz, 24 horas oscuridad y a 12 horas luz – 12 horas oscuridad, en 3 diferentes cámaras que mantuvieron las condiciones de fotoperiodicidad, con temperaturas que oscilaban entre 25° C y 30° C con el fin de evaluar la presencia de germinación en los tratamientos de escarificación térmica. Las semillas que debían permanecer en oscuridad por 24 horas fueron colocadas en bolsas forestales de color negro para así garantizar estas condiciones.

Para guaje y mezquite los tratamientos evaluados fueron dos para cada uno con sus respectivos testigos. La escarificación aplicada para estas especies incluyó - Tiempo: dos tiempos 5 y 10 minutos de escarificación en ácido sulfúrico concentrado. Con - Fotoperíodos: las mismas condiciones que para las especies de Agaves, evaluando así la germinación en los tratamientos por escarificación ácida.

8.2.3 Unidad y diseño Experimental

Una vez realizadas los tratamientos de escarificación a las 4 especies de semillas se realizaron las siembras en cajas petri de 9.0 cm de diámetro, a las cuales se les colocó papel filtro húmedo (2.5 ml. de agua destilada) de poro mediano como sustrato, material que se acepta internacionalmente en pruebas de germinación (Moreno, 1984).

Para cada especie se hicieron cuatro repeticiones, colocándose 25 semillas por caja, se emplearon cuatro cajas y 100 semillas para cada tratamiento. Los tratamientos se colocaron en los distintos fotoperíodos antes mencionados.

Para los experimentos de mezquite estuvieron integrados por 36 cajas con un total de 900 semillas, 12 de las cuales estuvieron en fotoperíodo de 24 hrs luz; 12 en 24 hrs. oscuridad y 12 cajas en 12 hrs. luz – 12 hrs. oscuridad, de las cuales 4 cajas fueron del tratamiento a 10 min. en escarificación ácida, 4 cajas de escarificación ácida a 5min. y 4 cajas que representaban al testigo, para cada uno de los fotoperíodos.

Esto mismo se realizó para los experimentos de las especies de guaje.

Para lechuguilla y maguey pulquero se utilizaron 1500 semillas colocadas en 60 cajas ; 20 de ellas se colocaron en fotoperíodo de 24 hrs luz; 20 en 24hrs. oscuridad y 20 cajas en fotoperíodo de 12hrs. luz – 12hrs. oscuridad; para cada fotoperíodo 4 cajas fueron para el tratamiento de 5' a 60 °C , 4 para el de 10' a 60 °C , 4 para el de 5' a 70 °C, 4 para el de 10' a 70 °C y 4 cajas para el testigo que en suma dan las 20 cajas utilizadas para cada fotoperíodo.

En maguey pulquero se utilizo el mismo modelo experimental que para lechuguilla.

Se realizaron tres repeticiones del diseño experimental utilizado para cada especie, debido a que cada repetición se llevó a campo y se colocaron en tres diferentes sustratos.

Cuadro2. Tratamientos aplicados

Tratamientos aplicados	Especies utilizadas			
	Lechuguilla	Maguey pulquero	Mezquite	Guaje
5' H ₂ SO ₄ []	NO	NO	SI	SI
10' H ₂ SO ₄ []	NO	NO	SI	SI
5' H ₂ O a 60°C	SI	SI	NO	NO
10' H ₂ O a 60°C	SI	SI	NO	NO
5' H ₂ O a 70°C	SI	SI	NO	NO
10' H ₂ O a 70°C	SI	SI	NO	NO

SI = Tratamientos aplicados

NO = Tratamientos no aplicados

Los tres tipos de fotoperíodos (24 hrs. luz, 24 hrs. oscuridad, 12 hrs. luz – 12 hrs. oscuridad) se aplicaron a todos los tratamientos.

El riego fue de 1.5 ml. efectuándose diariamente durante los primeros cinco días en los cuales se manifestó un alto porcentaje germinativo, a partir de este día el riego fue cada tercer día 1ml. para cada caja.

La evaluación de los porcentajes de germinación se efectuó a partir de la emergencia de las radículas, realizándose durante 30 días, para el caso de las semillas expuestas a 24 hrs. oscuridad el conteo fue en un cuarto oscuro ubicado dentro del laboratorio de edafología; también se tomaron medidas de las plántulas emergidas durante este mismo tiempo.

Una vez que las radículas de las semillas de mezquite y guaje alcanzaron un tamaño aproximado de 4-5 cm. se procedió al transplante a raíz desnuda a los diferentes sustratos previamente preparados en campo (invernadero).

Para lechuguilla y maguey pulquero se hizo el mismo procedimiento una vez que la hoja primaria alcanzó un tamaño de 3 a 5 cm y la radícula tuvo un tamaño de 5 mm a 3 cm.

Una vez realizado el transplante se observaron durante 100 días las primeras etapas fenológicas. Realizándose conteos de establecimiento y mediciones cada 20 días.

8.2.4 Análisis de sustratos

Los sustratos se obtuvieron del centro piloto ubicado en la comunidad del Dexthi, San Juanico, Ixmiquilpan - Hidalgo.

Los sustratos evaluados fueron 3, provenientes de la zona de estudio. El primero consiste en una mezcla de suelo con paja en una relación 2:1; el segundo sustrato es una combinación de suelo más estiércol proporción 2:1, estos se obtuvieron de montículos presentes en la zona y el tercer sustrato ó testigo no se combinó, se obtuvo de afuera del invernadero para esto se removió el suelo y se sacó una fracción para su análisis.

Se valoraron los diferentes sustratos empleados, determinándoles sus respectivos análisis físico-químicos en laboratorio.

Las muestras fueron secadas y tamizadas con una malla de 2 mm de apertura, posteriormente, se inició la determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo, con base a las siguientes técnicas:

Análisis físicos:

- Color, por la técnica de comparación con tablas de color (Munsell, 1975).
- Textura. Por el método del hidrómetro (Bouyocos, 1962).
- Densidad aparente, con el método volumétrico (Baver, 1963).
- Densidad real, por el método del Picnómetro (Aguilera, 1980).

Análisis químicos:

- pH, empleando el método del potenciómetro, utilizando una relación suelo-agua 1: 2.5
- Materia orgánica por oxidación con ácido crómico y ácido sulfúrico (Walkley y Black, 1947).
- Intercambio catiónico total a partir del Método volumétrico del Versenato (Schollenberger y Simon, 1945).
- Calcio y magnesio intercambiables por el método volumétrico del versenato (Cheng y Bray, 1951; Cheng y Kurtz, 1960).

Citados en el manual de técnicas analíticas de Muñoz *et al.* (2000).

8.3 Análisis estadísticos

a) Germinación

Se elaboraron Diagramas de dispersión evaluando tiempo (días en que germinaron las semillas) vs el promedio de tres repeticiones de semillas germinadas por fotoperíodo y tratamiento de escarificación.

Una vez elaboradas las gráficas se obtuvieron las desviaciones estándar por cada diagrama de dispersión, posteriormente por el tipo de comportamiento de las curvas de germinación se efectuó un análisis de regresión de diferente grado (2do – 6to.), con la finalidad de obtener la tasa de germinación para cada tratamiento y fotoperíodo. Se obtuvo el polinomio y el coeficiente de determinación R^2 para evaluar la calidad de ajuste de éste.

Después se aplicaron análisis de varianza par comparar las tasas de germinación (pendientes) en los diferentes fotoperíodos y tratamientos experimentales. Este procedimiento se aplico de manera independiente para cada especie (ZAR, 1984)

Finalmente para determinar entre que fotoperíodo y tratamiento hubo diferencias se aplicó la prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre pendientes.

b) Establecimiento

Se efectuaron diagramas de dispersión evaluando tiempo de sobrevivencia (días) vs número total de plántulas establecidas por tratamiento y fotoperíodo para cada uno de los sustratos empleados.

Posteriormente se realizó un análisis de regresión lineal para calcular la tasa de establecimiento de acuerdo al análisis sugerido por ZAR (1984).

8.4 Trabajo en invernadero

El trabajo de invernadero se realizó en la comunidad del Dexthi, donde se elaboraron 12 almácigos o camas de tierra de 2 m x 1.5 m aproximadamente, de los cuales a 4 almácigos se les colocó el sustrato combinado con paja, a otros 4 el mezclado con estiércol y a los últimos el suelo no combinado (natural); para esto el sustrato fue previamente homogeneizado e hidratado. Cada almacigo fue llenado con tres carretillas de sustrato.

El sustrato de suelo con paja se elaboró de la siguiente manera: se utilizaron dos carretillas de suelo y una de paja, se vaciaron al piso haciendo la mezcla con ayuda de palas, en este momento se le puso agua para su hidratación.

Para el caso del sustrato con estiércol la manera de preparación fue similar a la anterior.

El tercer sustrato fue tomado de afuera del invernadero con pico y palas.

Una vez llenados los almácigos se seccionaron 6 de éstos, en 9 fracciones del mismo tamaño para aquellos en los que se sembraron a raíz desnuda las plántulas de los diferentes tratamientos de guaje y mezquite, los otros 6 se fraccionaron en 15 cuadros similares cada uno, ya que en estos se sembraron a raíz desnuda los organismos germinados de los tratamientos de agaves.

Para guaje y mezquite el seccionamiento del almacigo fue de la manera siguiente:

Cuadro 3. Seccionamiento de los tres almácigos empleados en campo.

24hrs. osc. Testigo	24hrs. luz Testigo	12hrs. luz – 12hrs. osc. Testigo	24hrs. osc. Testigo	24hrs. luz Testigo	12hrs. luz – 12hrs. osc. Testigo	24hrs. osc. Testigo	24hrs. luz Testigo	12hrs. luz – 12hrs. osc. Testigo
24hrs. osc. 5' H ₂ SO ₄	24hrs. luz 5' H ₂ SO ₄	12hrs. luz – 12hrs. osc. 5' H ₂ SO ₄	24hrs. osc. 5' H ₂ SO ₄	24hrs. luz 5' H ₂ SO ₄	12hrs. luz – 12hrs. osc. 5' H ₂ SO ₄	24hrs. osc. 5' H ₂ SO ₄	24hrs. luz 5' H ₂ SO ₄	12hrs. luz – 12hrs. osc. 5' H ₂ SO ₄
24hrs. osc. 10' H ₂ SO ₄	24hrs. luz 10' H ₂ SO ₄	12hrs. luz – 12hrs. osc. 10' H ₂ SO ₄	24hrs. osc. 10' H ₂ SO ₄	24hrs. luz 10' H ₂ SO ₄	12hrs. luz – 12hrs. osc. 10' H ₂ SO ₄	24hrs. osc. 10' H ₂ SO ₄	24hrs. luz 10' H ₂ SO ₄	12hrs. luz – 12hrs. osc. 10' H ₂ SO ₄

a) Suelo con rastrojo

b) Suelo con estiércol

c) Suelo natural

Para lechuguilla y maguey pulquero los almácigos se dividieron, para cada uno de los sustratos, de la forma siguiente:

Cuadro 4. Seccionamiento de los almácigos empleados para la siembra de los *Agaves*

24hrs. osc. 10' 70°C	24hrs. osc. 5' 70°C	24hrs. osc. 10' 60°C	24hrs. osc. 5' 60°C	24hrs. osc. Testigo
24hrs. luz 10' 70°C	24hrs. luz 5' 70°C	24hrs. luz 10' 60°C	24hrs. luz 5' 60°C	24hrs. luz Testigo
12hrs. luz – 12hrs. osc. 10' 70°C	12hrs. luz – 12hrs. osc. 5' 70°C	12hrs. luz – 12hrs. osc. 10' 60°C	12hrs. luz – 12hrs. osc. 5' 60°C	12hrs. luz – 12hrs. osc. Testigo

8.4.1 Evaluación del establecimiento

Se evaluó el establecimiento de cada especie en los tres diferentes sustratos antes mencionados.

Las plántulas obtenidas de los diferentes tratamientos en laboratorio de las 4 especies se trasladaron al invernadero; una vez ahí se sembraron en los almácigos en su respectiva sección. El riego empleado fue de dos veces por semana.

Una vez realizada la siembra, cada 20 días se tomaron datos de establecimiento y etapa fonológica completando un total de 100 días. Este lapso de tiempo se estableció para observar los cambios en el crecimiento de las especies debido a la escasa información que hay al respecto.

8.5 Encuesta a la población sobre los usos e importancia de las especies de interés

Se realizó una encuesta a diferentes personas de la población con la finalidad de conocer el aprovechamiento y utilidad que le dan al maguey pulquero, la lechuguilla, el mezquite y el guaje.

8.6 Actividades de Educación Ambiental: “Taller de Capacitación en Germinación y siembra”

La parte final de la investigación consistió en la realización de un “Taller de Capacitación Comunitaria en Germinación y Siembra” de las especies trabajadas, en las instalaciones del Centro Piloto de la Comunidad del Dexthí-San Juanico, con la finalidad de transmitir las experiencias y conocimiento emergidos del presente trabajo, destinado a todo tipo de público de la comunidad citada.

X. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los objetivos planteados en la presente investigación, se tienen los siguientes resultados.

10.1 Análisis de viabilidad

La prueba más objetiva y directa de la viabilidad de las semillas es su germinación. La viabilidad es la capacidad de vivir y de desarrollarse normalmente; una semilla será viable manifiestamente cuando la germinación y el desarrollo ocurran con toda regularidad. Con el propósito de revisar la viabilidad de semillas en forma práctica y periódica (si se han mantenido en almacenamiento), se han desarrollado pruebas bioquímicas capaces de mostrar indirectamente que la viabilidad esta presente, una de estas pruebas es la que se efectúa con el compuesto cloruro de trifenil tetrazolio (TTC), la cual se basa en la reducción del compuesto soluble en agua 2,3,5 cloruro de trifeniltetrazolio con el hidrógeno de las deshidrogenasas localizadas en células de tejido vivo, el resultado es la formación de formazán, un compuesto insoluble que no puede salir de las células y que se precipita tiñéndolas de rojo. Este es un método en particular destructivo y topográfico ya que tiñe el embrión dentro de la semilla y funciona igualmente bien en semillas latentes o sin latencia (vivas).

En este trabajo se efectuó una prueba cualitativa e indicativa de la viabilidad de las semillas bajo estudio, buscando evidenciar la utilidad del método de TTC en ellas, razón por la que una muestra pequeña de cada una se sometió a la prueba. Cuando la prueba se realiza cuantitativamente, puede ser correlacionada con la prueba de germinación, pero en este caso, las limitaciones de disponibilidad del reactivo no lo permitieron.

Las semillas de las dos leguminosas probadas, requirieron de escarificación con ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado durante 10' por poseer cubiertas duras y las semillas de los agaves por los rasgos de la testa, se sometieron a escarificación con H_2O a $60^\circ C$ durante 5', con la finalidad de que la prueba fuera efectiva. Posteriormente fue necesaria la imbibición de las semillas de las diferentes especies por 24hrs. en condiciones ambientales naturales para activar enzimas y facilitar la incisión de la testa; después de esto se colocaron en la solución de TTC, dando los siguientes resultados:

Agave lechuguilla (Fig. 4), *Agave salmiana* (Fig. 5), *Prosopis laevigata* (Fig. 6) y *Leucaena leucocephala* (Fig. 7), presentaron en un 50% de sus semillas embrión con tinción evidente y en el otro 50%, la tinción del embrión fue poco evidente (ver cuadro 5). Lo cual indicó que, las semillas que muestran embriones completamente coloreados son viables y las semillas con zonas no coloreadas ó pálidas indican pérdida de la viabilidad, pero la mejor interpretación de estas observaciones requieren la realización de la prueba con suficiente cantidad de semillas y de correlacionar los resultados con los de germinación. recordando que esta prueba se realizó de manera cualitativa únicamente para demostrar viabilidad.

Los resultados obtenidos en este análisis de viabilidad denotan con las limitaciones de las muestras muy pequeñas empleadas, que no se presentó viabilidad del 100%, en las semillas

de las especies manejadas, lo cual probablemente indicaría que algunas semillas no son viables desde un principio, pero también, que algún aspecto del pretratamiento pudo haberlas afectado en alguna forma. Las pruebas germinativas, nos sugieren que las semillas si son susceptibles de manejarse recién colectadas (2-3 meses), ya que muestran altos porcentajes de germinación (hasta 90%), lo que quiere decir que es muy importante que durante la prueba de viabilidad se comparen los resultados entre los tratamientos empleados. Los datos obtenidos para las diferentes especies estudiadas, nos indican que la escarificación mecánica tiene un efecto variablemente importante, en la eficiencia de la prueba que depende de la especie.

Cuadro 5. Resultados de viabilidad obtenidos en las diferentes especies evaluadas con la prueba de TTC..

PRUEBA DE VIABILIDAD DE SEMILLAS POR MEDIO DE TTC.		
ESPECIES	Semillas con 24hrs. de prehidratación, escarificación química y mecánica	Semillas con 24hrs. de prehidratación, escarificación química y no mecánica
<i>Agave lechuguilla</i>	++ 50%	$\frac{+}{-} \frac{+}{-}$ 50%
<i>Agave salmiana</i>	++ 50%	$\frac{+}{-} \frac{+}{-}$ 50%
<i>Prosopis laevigata</i>	++ 50%	$\frac{+}{-} \frac{+}{-}$ 50%
<i>Leucaena leucocephala</i>	++ 50%	$\frac{+}{-} \frac{+}{-}$ 50%

++ = Tinción evidente

$\frac{+}{-} \frac{+}{-}$ =Tinción poco evidente



Fig.4 Embryones teñidos por la prueba de TTC de *Agave lechuguilla* (lechuguilla)



Fig.5 Embryones teñidos por la prueba de TTC *Agave salmiana* (maguey pulquero)



Fig. 6 4 Embryones teñidos por la prueba de TTC de *Prosopis laevigata* (mezquite)



Fig.7 4 Embryones teñidos por la prueba de TTC de *Leucaena leucocephala* (guaje)

10.2 Análisis de germinación

Para los tratamientos y fotoperíodos germinativos se realizó un ANOVA factorial para comparar las tasas de germinación (pendientes) y posteriormente una comparación múltiple de pendientes (Prueba de Tukey). Este procedimiento se aplicó de manera independiente para cada especie (ZAR, 1984). Debido a que se realizaron tres repeticiones del diseño experimental, se obtuvieron los promedios y desviaciones estándar para cada diagrama de dispersión. Posteriormente por el tipo de comportamiento de las curvas de germinación se decidió ajustar polinomios de diferente grado (2do – 6to.), con la finalidad de obtener la tasa de germinación para cada tratamiento y fotoperíodo. Se obtuvo el polinomio y el coeficiente de determinación R^2 para evaluar la calidad de ajuste de éste.

10.2.1 Análisis germinativo del Testigo con respecto a los tratamientos y fotoperíodos al que se sometieron las semillas de Lechuguilla

La fig. 8 representa a las semillas de lechuguilla sometidas a 10' de inmersión en agua a 60° C, en un fotoperíodo de 24hrs.luz, donde se obtuvo un porcentaje germinativo del 91% a los 15 días, alcanzando el 92.33%, mientras que el testigo manifiesta porcentajes de el 91.66% a los 23 días conservándose el porcentaje hasta los 30 días, estos resultados y las tasas de germinación indican según la prueba de Tukey que si hay diferencia significa entre el tratamiento (5.68) y el testigo (13.68) ($p < 0.05$).

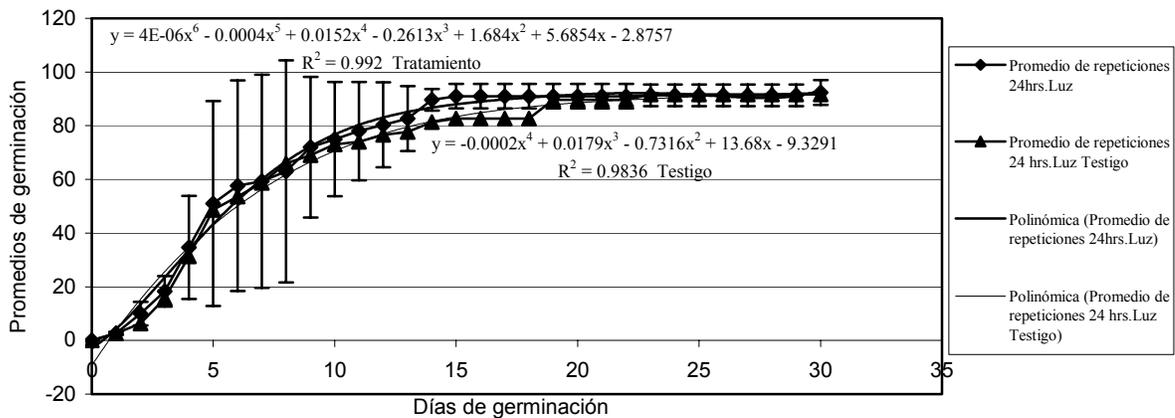


Fig.8 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de lechuguilla a 10' de inmersión en H₂O a 60°C y el Testigo, fotoperíodo 24hrs.luz

La fig. 9 muestra las semillas sometidas al tratamiento de 10' en agua a 60° C en fotoperíodo de 24 hrs. oscuridad donde se obtuvieron los siguientes valores de germinación 91% a los 7 días, llegando a los 91.66% a los 22 días, mientras que el Testigo presenta el 91.33% a los 7 días manteniéndose con este valor hasta los 30 días, dados los resultados y en base a las tasas de germinación de 11.15 para el tratamiento y 26.40 para el testigo si hay diferencia significativa según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

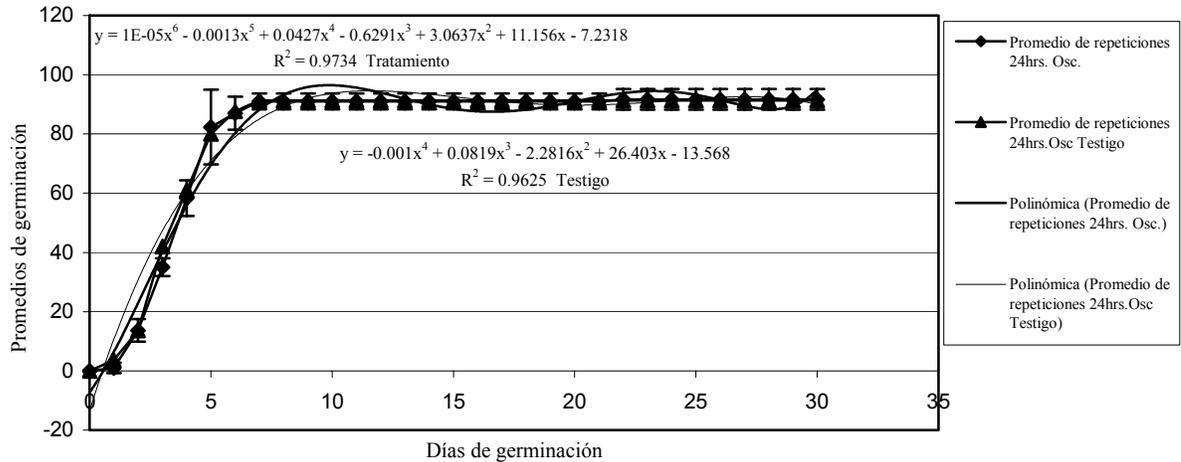


Fig. 9 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de lechuguilla a 10' de inmersión en H₂O a 60°C y el Testigo, fotoperiodo 24hrs.osc.

En la Fig.10 se observa la curva de germinación de lechuguilla en el tratamiento de 10' de inmersión en agua a 60° C, en un fotoperiodo de 12hrs.luz-12hrs.oscuridad, donde se obtuvieron los siguientes valores a los 9 días el 93% llegando y manteniéndose a los 93.66% a los 15 días, mientras que el Testigo alcanzó y se mantuvo en 91% a los 19 días. Estos datos y las tasas de germinación de acuerdo a la prueba de Tukey, nos muestran que hay una diferencia en la germinación en cuanto al tratamiento (7.79) con respecto al Testigo (25.07) como lo muestra esta figura ($p < 0.05$).

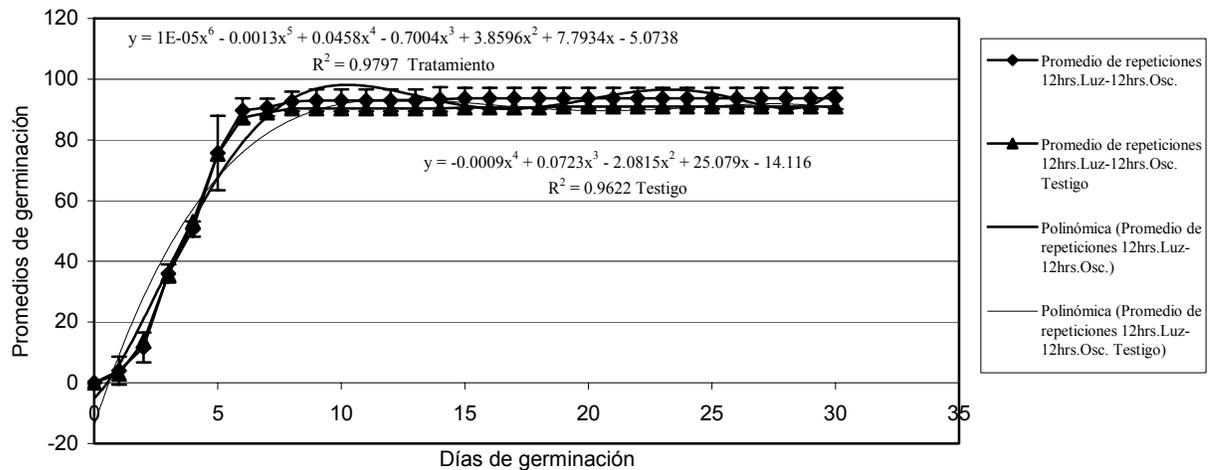


Fig. 10 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de lechuguilla a 10' de inmersión en H₂O a 60°C y el Testigo, fotoperiodo 12hrs.luz-12hrs.osc.

La fig. 11, hace referencia al tratamiento a 70° C en un tiempo de 5' minutos de inmersión, en un fotoperiodo de 24hrs.luz, donde se obtuvieron los siguientes resultados: 48.66% a los 15 días llegando y manteniéndose en un 51.3% en 26 días y el Testigo obtuvo el 91.66% a los 23 días conservándose el porcentaje hasta el día 30. Estos resultados indicaron según la

prueba de Tukey una diferencia significativa, al comparar las pendientes del tratamiento (1.32) y el Testigo (13.68) ($p < 0.05$).

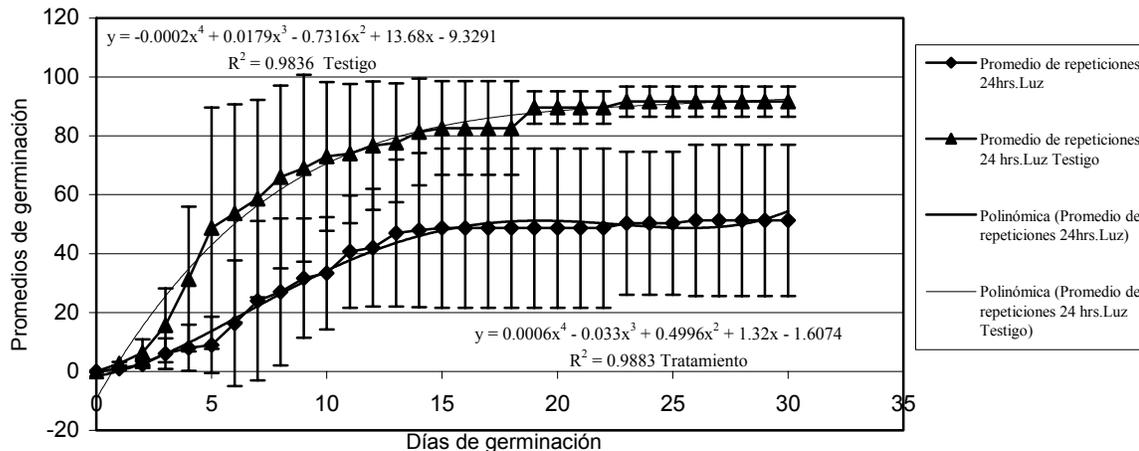


Fig. 11 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de lechuguilla a 5' de inmersión en H2O a 70°C y el Testigo, fotoperiodo 24hrs. luz

La fig. 12, da información sobre el tratamiento a 5' de inmersión en agua a 70° C, en 24 hrs. de oscuridad, obteniendo un 60.66% a los 15 días, aumentado y estabilizándose en el día 22 con un 62.33%, mientras que el testigo presento a los 7 días el 91.33% manteniéndose así hasta el día 30. La comparación de las tasas de germinación entre el tratamiento (4.63) y el Testigo (26.40) mostraron según la prueba de Tukey diferencias significativas ($p < 0.05$).

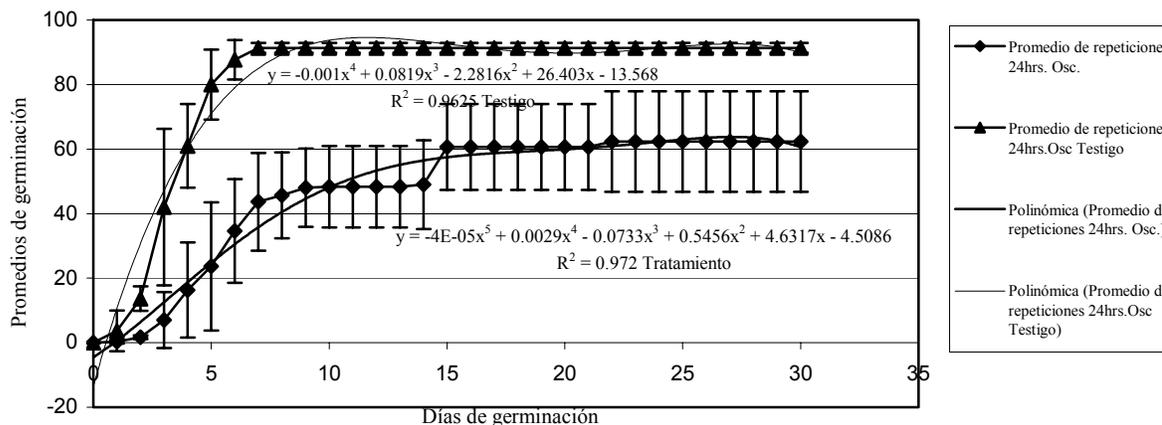


Fig. 12 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de lechuguilla a 5' de inmersión en H2O a 70°C y el testigo, fotoperiodo 24hrs.osc.

La fig. 13, da referencia al tratamiento de las semillas de lechuguilla en 5' de inmersión a 70° C en fotoperiodicidad de 12hrs.luz-12hrs.oscuridad, con un 55% de germinación a los 15 días, el cual se mantuvo hasta los 30 días, mientras que el testigo alcanzó el 91% a los 19 días, estabilizándose hasta los 30 días. Al compararse las tasas de germinación del

tratamiento (5.26) con respecto al Testigo (25.07) se encontró según la prueba de Tukey diferencias significativas ($p < 0.05$).

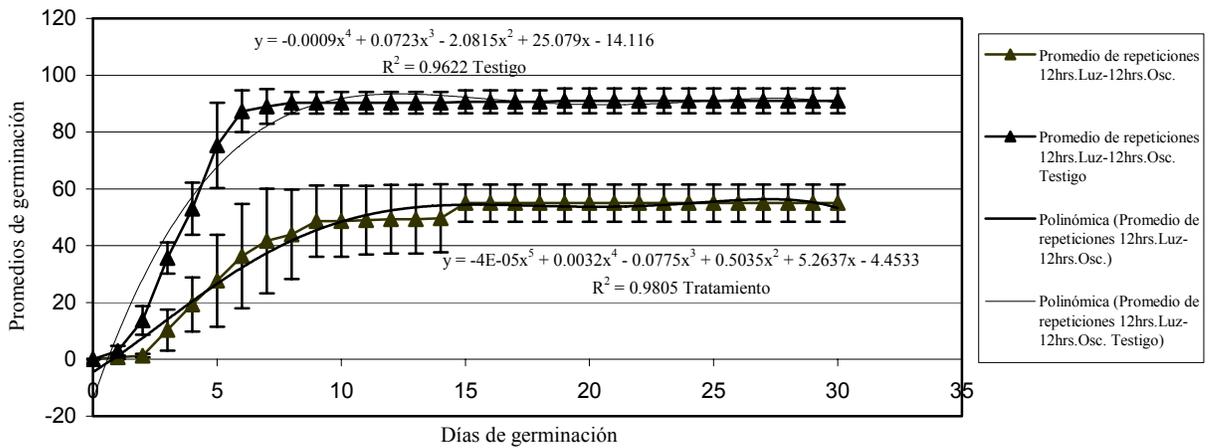


Fig. 13 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de lechuguilla a 5' de inmersión en H₂O a 70°C y el Testigo, fotoperiodo 12hrs.luz-12hrs.osc.

En la fig. 14. se observa la curva de germinación de lechuguilla a 10' en agua a una temperatura de 70° C, expuestas a 24hrs. luz, obteniendo el 2.00% a los 19 días, cuyo valor fue el mismo hasta los 30 días. Los resultados presentes en el tratamiento manifiestan una diferencia clara con respecto al testigo el cual obtuvo el 91.33% a los 7 días y mantuvo este valor hasta los 30 días. Así mismo las pendientes mostraron ser estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey, entre el tratamiento (0.51) con respecto al Testigo (13.68).

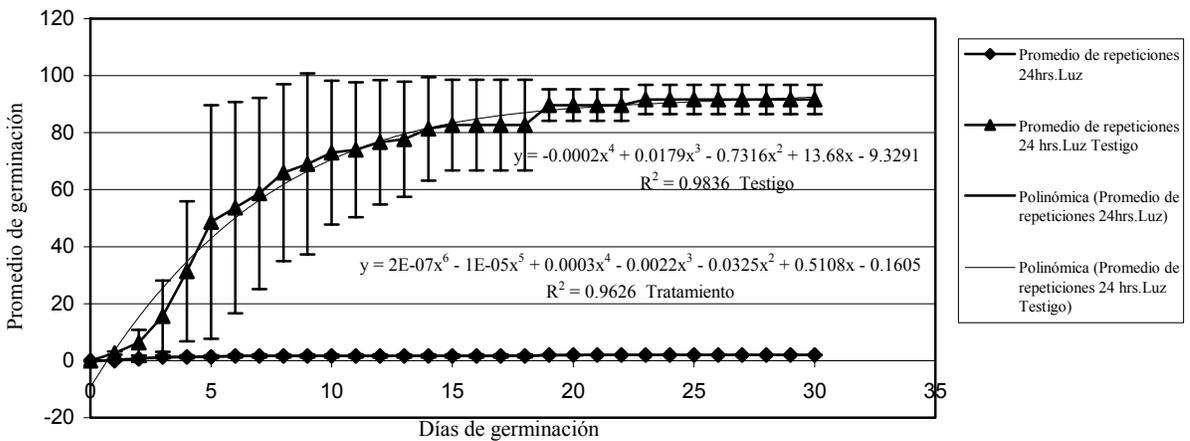


Fig. 14 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de lechuguilla a 10' de inmersión en H₂O a 70°C y el Testigo, fotoperiodo 24hrs.luz

En la fig 15, se muestran los valores del tratamiento en fotoperiodicidad a 24hrs.oscuridad, sometidas durante 10' en agua a 70° C, cuyo resultado germinativo es de 2.33 a los 15 días, llegando a los 30 días con el mismo valor, mientras que los resultados que presenta el

testigo son del 91.33% en un lapso de 7 días, manteniendo este valor hasta el día 30. La diferencia de resultados es muy amplia, lo que indica, que las semillas de lechuguilla son termosensibles a altas temperaturas. Las tasas de germinación de acuerdo a la prueba de Tukey manifiestan esta diferencia ($p < 0.05$)

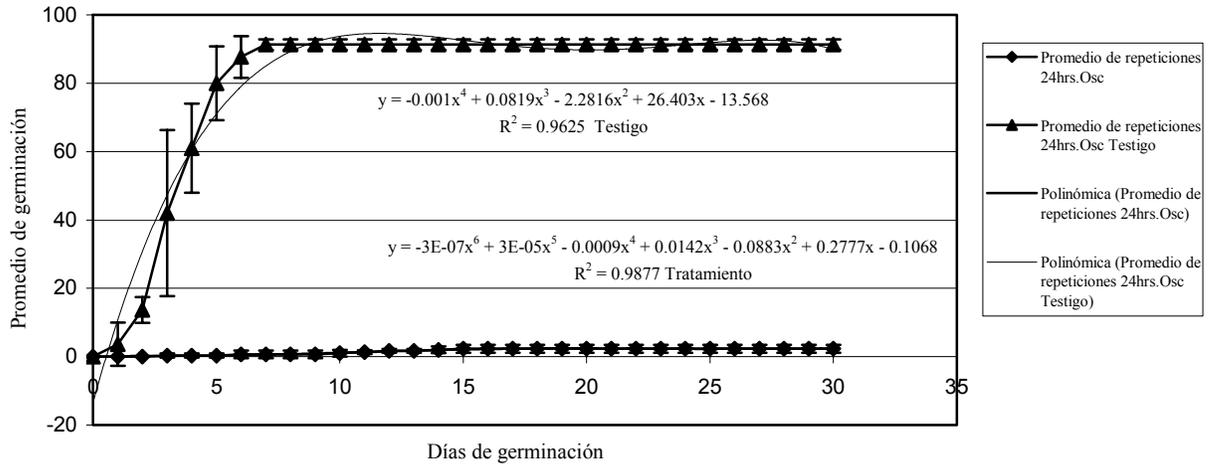


Fig. 15 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de lechuguilla a 10' de inmersión en H2O a 70°C y el Testigo fotoperiodo 24hrs.osc.

La fig. 16, brinda datos de las semillas sometidas a 10' en agua a 70° C, exponiéndolas a 12hrs.luz-12hrs.oscuridad, obteniendo el 2.33% a los 20 días y estabilizándose hasta los 30, mientras que en el Testigo se obtuvo el 91% a los 19 días. En esta figura se observa la gran diferencia estadística de las tasas de germinación presentes en el tratamiento (0.13) y el Testigo (25.07) ($p < 0.05$).

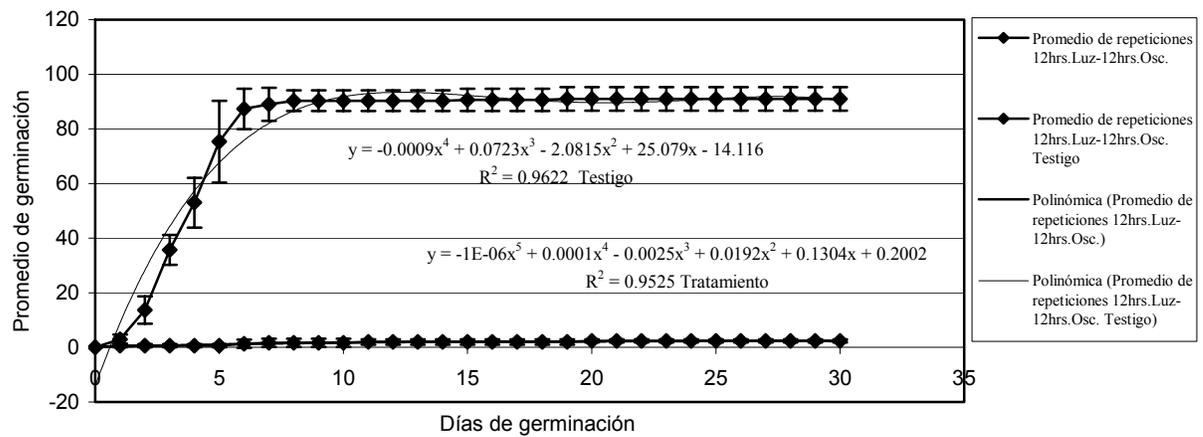


Fig. 16 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de lechuguilla a 10' de inmersión en H2O a 70°C y el Testigo, fotoperiodo 12hrs.luz-12hrs.osc.

Los resultados gráficos nos brindan un panorama del comportamiento germinativo que siguen las semillas de lechuguilla, cuando son sometidas a tratamientos térmicos y de

fotoperiodicidad, así también de las que no se someten a tratamiento pero si a fotoperíodos. Con base a los resultados obtenidos, hubo diferencias significativas entre los tratamientos a los que fueron sometidas las semillas, así mismo, las diferencias fueron entre el fotoperíodo al que fueron expuestas, lo que se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Resultados del análisis de varianza para comparar las tasas de germinación (pendientes)

Especie			Tasa de germinación*	F	P
<i>Agave lechuguilla</i>	Fotoperíodo	24 hrs. luz	8.018 ^a	5.48681146	0.0316052
		24 hrs. oscuridad	14.0382 ^b		
12hrs. luz-12hrs.osc	12.3582 ^b				
<i>Agave lechuguilla</i>	Tratamientos	Testigo	21.718 ^c	39.4465284	2.6064E-05
		5'H2O a 60° C	23.4473333 ^c		
		10'H2O a 60° C	8.21133333 ^b		
		5'H2O a 70° C	3.67533333 ^b		
		10'H2O a 70° C	0.30566667 ^a		

* La tasa de germinación con letra igual, resultaron estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.

El tratamiento a 5 de inmersión en agua a 60° C, así como el Testigo resultaron óptimos en la germinación, en los cuales se presentó un porcentaje germinativo del 90% en los primeros 7 días y tasas de germinación altos (Cuadro 6). Los fotoperíodos adecuados para que la germinación ocurra en esta especie es exponiéndolas a 24hrs.de oscuridad y a 12hrs.luz-12hrs.oscuridad. Los gráficos que representan este tratamiento con respecto al testigo no se muestran debido a que no presentan diferencias significativas ($p>0.05$) según la prueba de Tukey.

Las semillas de lechuguilla tienen una adecuada germinación, tanto en presencia de luz como en su ausencia y debido a las características morfológicas el agua a temperatura de 70° C inhibe su germinación.

10.2.2 Análisis germinativo del Testigo con respecto a los tratamientos y fotoperíodos al que se sometieron las semillas de Maguey pulquero

La fig. 17, representa al fotoperíodo de 24hrs.luz al que fueron expuestas las semillas de maguey pulquero, cuyo tratamiento fue a 5' de inmersión en agua a 70° C, aportando los siguientes datos al día 16 se registro el 39.66% llegando al día 29 a un 47%, el Testigo obtuvo un 87.33% al día 16 llegando al día 23 y manteniendo hasta el día 30 el 91%. Este tratamiento mostró una pendiente de 6.98 y el Testigo de 10.62 por lo que de acuerdo a la prueba de Tukey si hay diferencia significativa ($p<0.05$).

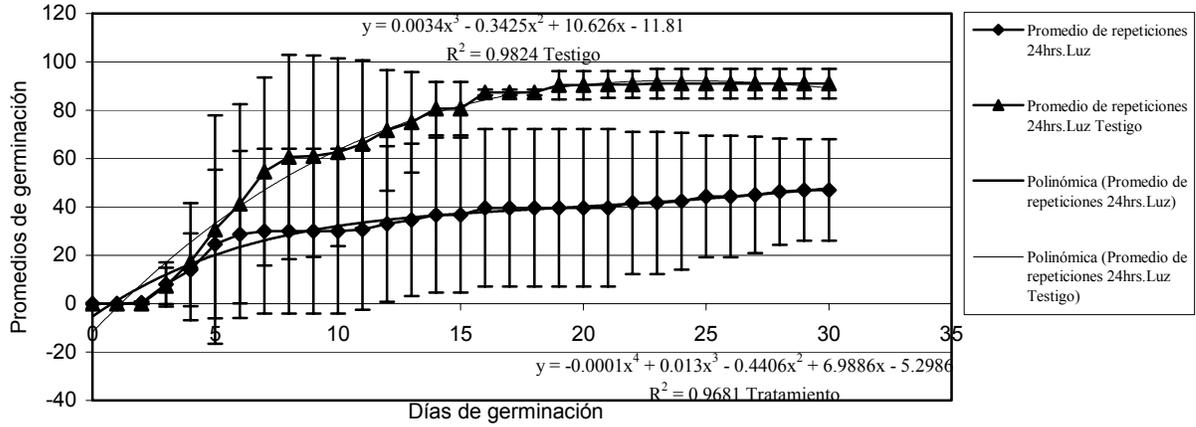


Fig. 17 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de maguey pulquero a 5' de inmersión en H₂O a 70°C y el Testigo, fotoperíodo 24hrs.luz

La fig. 18, resalta el tratamiento germinativo a 5' de inmersión en agua a 70° C, en fotoperíodo de 24 hrs. oscuridad, así como el Testigo, para el tratamiento se obtiene el 61.66% a los 14 días manteniéndose este porcentaje hasta el día 30 y el Testigo tiene un 55% de germinación a los 13 días alcanzando al día 23 y manteniéndose el 62%. Cuya diferencia germinativa se presenta en los primeros días, siendo más rápida la velocidad germinativa del tratamiento (11.44) con respecto al Testigo (9.48) lo que indicó según la prueba de Tukey diferencia significativa ($p < 0.05$).

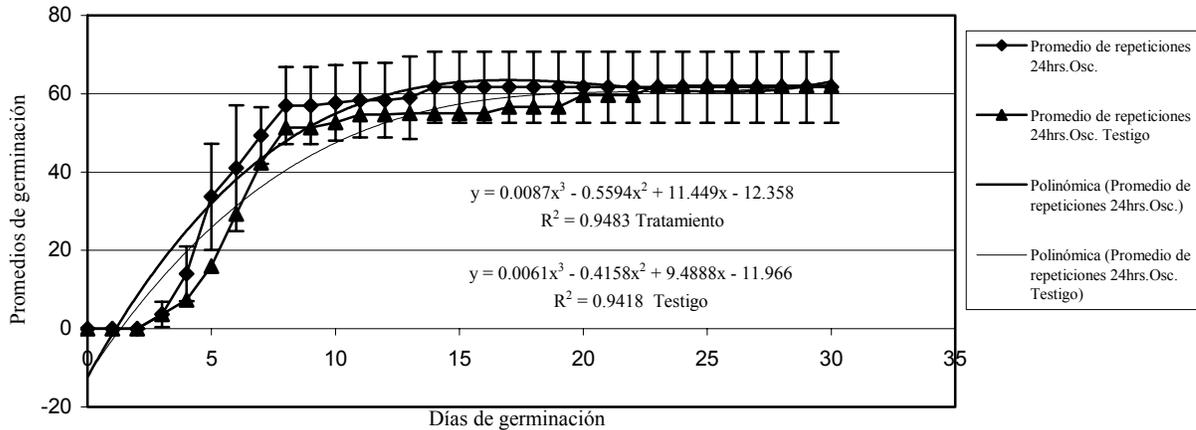


Fig. 18 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de maguey pulquero a 5' de inmersión en H₂O a 70°C y el Testigo, fotoperíodo 24hrs.osc.

La fig. 19, nos muestra las curvas germinativas de maguey a 5' de inmersión en agua a 70°C en fotoperíodo de 12hrs.luz-12hrs.oscuridad, con su respectivo testigo, aportando datos del 55.33% a los 14 días, alcanzando el 55.66% al día 19, manteniéndose con este porcentaje hasta el día 30 el tratamiento, mientras que el Testigo brindo resultados 81% al día 11 y un 82.33 al día 19 hasta el día 30. Lo que manifestó diferencia significativa

($p < 0.05$) en la tasa de germinación según la prueba de Tukey entre el tratamiento (8.39) y el Testigo (17.83).

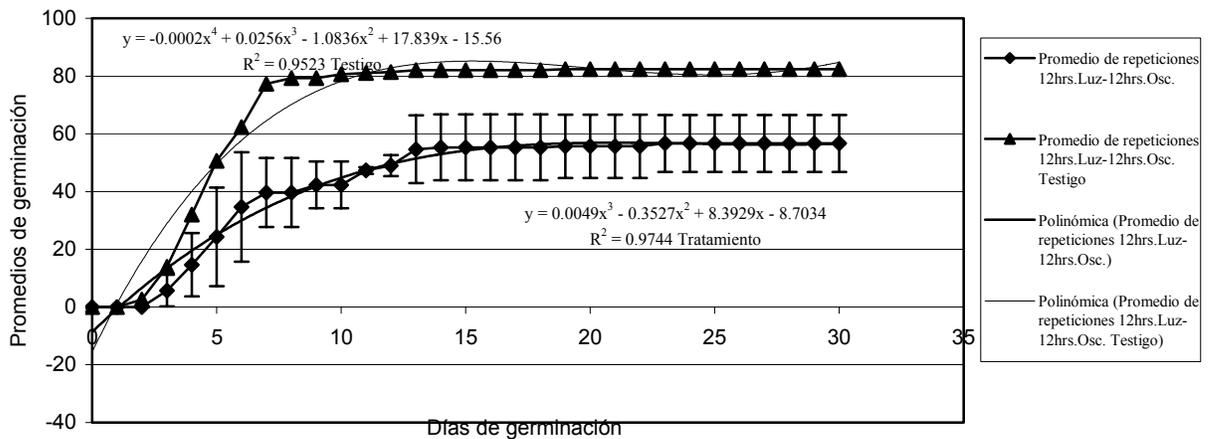


Fig. 19 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de magüey pulquero a 5' de inmersión en H₂O a 70°C y el Testigo, fotoperíodo 12hrs.luz-12hrs.osc.

La fig. 20, hace resaltar los datos obtenidos del magüey pulquero en el tratamiento a 10' de inmersión en agua a 70°C en un fotoperíodo de 24 hrs. luz, aportando los siguientes resultados 13% a los 21 días conservando este porcentaje hasta el día 30, por su parte el Testigo muestra un 87.33% al día 16 llegando al día 23 y manteniendo hasta el 30 el 91%, cuyo factor a considerar es la temperatura a la cual se sometieron las semillas de la especie investigada. Los resultados de la tasa germinativa según Tukey, reflejaron diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$), entre el tratamiento (1.26) y el Testigo (10.62).

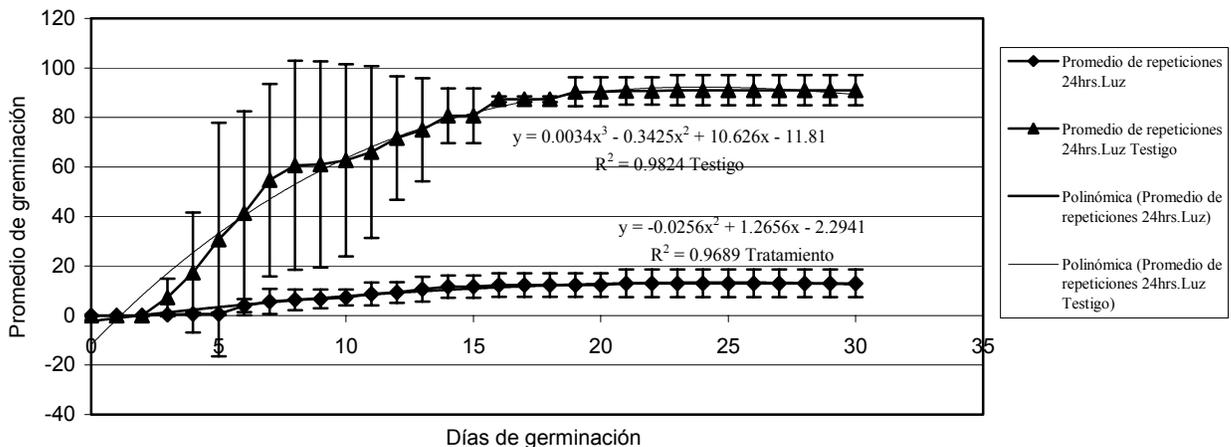


Fig. 20 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de magüey pulquero a 10' de inmersión en H₂O a 70°C y el Testigo, fotoperíodo 24hrs.luz

La fig. 21, representa al fotoperíodo de 24hrs. oscuridad, en el tratamiento a 10' de inmersión en agua a 70°C al que fueron sometidas las semillas de magüey cuyos resultados son los siguientes a los 14 días obtuvo el 15% de germinación y al día 23 el 15.33%

conservándose hasta el día 30. El Testigo obtuvo un 55% a los 13 días alcanzando al día 23 y manteniéndose el 62%, con una pendiente de (9.48), lo cual presentó diferencia significativa según la prueba de Tukey ($p < 0.05$) con respecto al tratamiento (2.30).

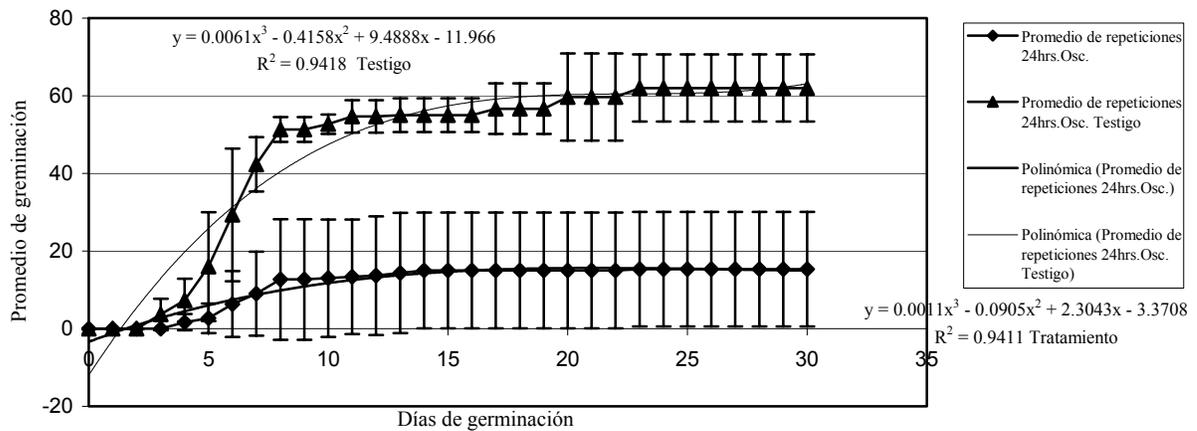


Fig. 21 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de maguey pulquero a 10' de inmersión en H₂O a 70°C y el Testigo, fotoperiodo 24hrs.osc.

La fig.22, brinda datos del tratamiento mencionado en la figura anterior pero donde las semillas se expusieron a fotoperiodicidad de 12hrs.luz-12hrs.oscuridad, generando los siguientes resultados a los 7 días se presentó una germinación del 24 % llegando al 24.66% al día 23 y conservándose hasta el día 30. El Testigo brindó resultados del 81% al día 11 y un 82.33 al día 19 hasta el día 30. Los datos de la tasa germinativa mostraron diferencia estadística según la prueba de Tukey estando por encima el Testigo (17.83) con respecto al tratamiento (4.58).

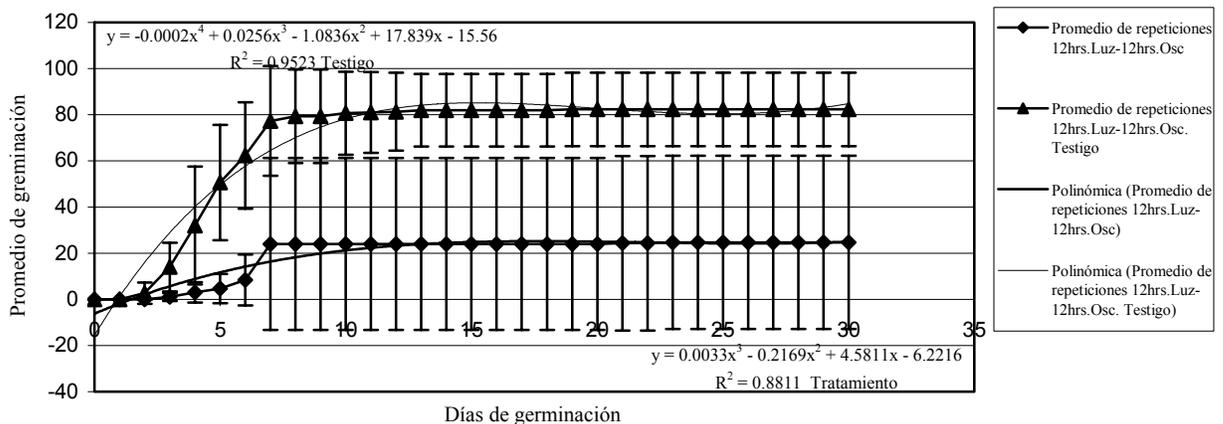


Fig. 22 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de maguey pulquero a 10' de inmersión en H₂O a 70°C y el Testigo, fotoperiodo 12hrs.luz-12hrs.osc.

La prueba estadística de Tukey muestra diferencias significativas en la germinación de las semillas de esta especie de *Agave*, tanto los tratamientos así como el Testigo y fotoperiodicidad son agentes importantes para que se lleve a cabo la germinación, de aquí que:

Cuadro 7. Resultados del análisis de varianza para comparar las tasas de germinación (pendientes)

Espece		Tasa de germinación*	F	P	
<i>Agave salmiana</i>	Fotoperíodo	24 hrs. luz 24 hrs. oscuridad 12hrs. luz-12hrs.osc	8.193 ^a 11.0272 ^b 13.7788 ^b	6.74503305	0.0192047
	Tratamientos	Testigo 5'H2O a 60°C 10'H2O a 60°C 5'H2O a 70°C 10'H2O a 70°C	12.651 ^c 15.431 ^c 15.2566667 ^c 8.943 ^b 2.71666667 ^a	14.6978362	0.0009304

* La tasa de germinación con letra igual, resultaron estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.

Los tratamientos en los que se muestran curvas germinativas con altos porcentajes y tasas de germinación por encima de los otros tratamientos son a los 5 y 10 minutos de inmersión en agua a 60° C y en el Testigo en fotoperíodos de 24hrs. oscuridad y 12hrs.luz-12hrs.oscuridad, condiciones que favorecen la adecuada germinación de las semillas de *Agave salmiana*. Cuyas diferencias no son significativas según la prueba de Tukey.

El factor tiempo, temperatura y periodo de luz a las que son sometidas las semillas de esta especie, son de suma importancia para que ocurra la actividad metabólica y de paso a la germinación, con las pruebas realizadas se manifiesta que la semilla requiere de la temperatura ambiente así como las que no sobrepasen los 60° C cuando son sometidas a un tratamiento térmico en un rango de tiempo de 5 a 10 minutos, mientras que el periodo de luz adecuado debe ser en total oscuridad, lo que sucede en campo cuando las semillas caen del escape y las cubren capas delgadas de suelo manteniéndolas en condiciones de oscuridad total, por otro lado no son indiferentes a la fotoperiodicidad de 12hrs.luz-12hrs.oscuridad ya que si se presentan las condiciones necesarias de humedad en su ambiente natural estando ellas por encima del suelo no son sensibles al día-noche para su germinación, sin embargo si lo están a condiciones de estrés hídrica o factores adversos como insectos que las destruyan.

10.2.3 Análisis germinativo del Testigo con respecto a los tratamientos y fotoperíodos al que se sometieron las semillas de Mezquite

La Fig. 23, nos muestra el tratamiento a 10' de inmersión de semillas de mezquite en ácido sulfúrico concentrado en fotoperíodo de 24hrs. luz con su respectivo testigo, donde se puede observar la diferencia germinativa, entre las semillas sometidas a tratamiento alcanzando un 93.33% a los 8 días, manteniéndose hasta los 30 días, mientras que el testigo

en el mismo tiempo alcanzo el 10%, llegando al 11.66% a los 30 días. La tasa germinativa del tratamiento (43.02) con respecto al Testigo (3.53) son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

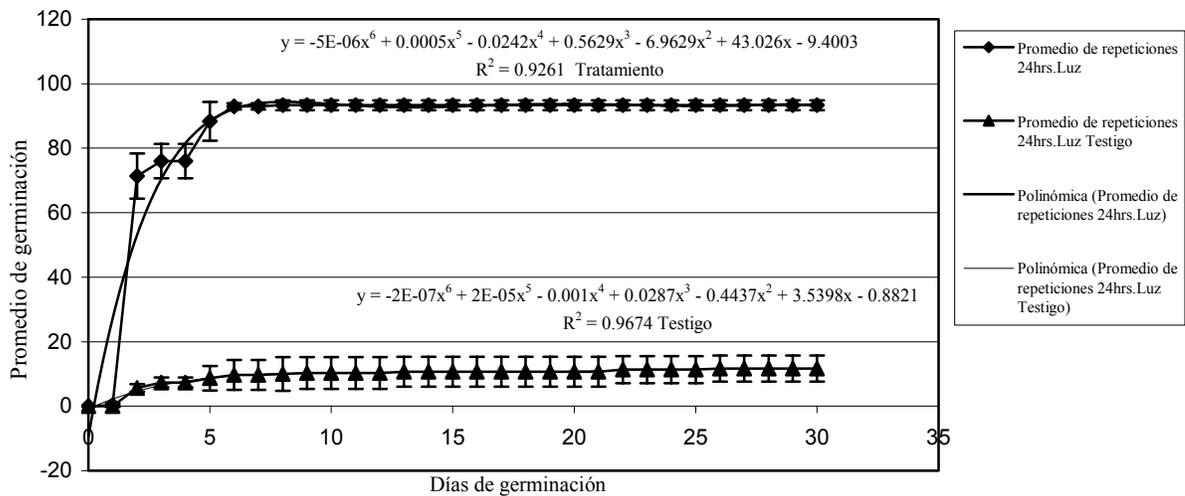


Fig. 23 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de mezquite con 10' de inmersión en H₂SO₄ concentrado y el Testigo en fotoperíodo de 24hrs.Luz

La fig. 24 hace referencia al mismo tratamiento de la grafica anterior, variando el fotoperíodo que es 24hrs.oscuridad, comparándose con el testigo, el cual manifiesta un porcentaje germinativo final de 11.33% muy debajo de aquellas semillas a las cuales se les aplico el tratamiento de escarificación ácida que es del 93% a los 8 días, alcanzando a los 12 y manteniéndose hasta los 30 días el 93.33%. La tasa de germinación que presentaron indica que hay una diferencia significativa entre ambos ($p < 0.05$).

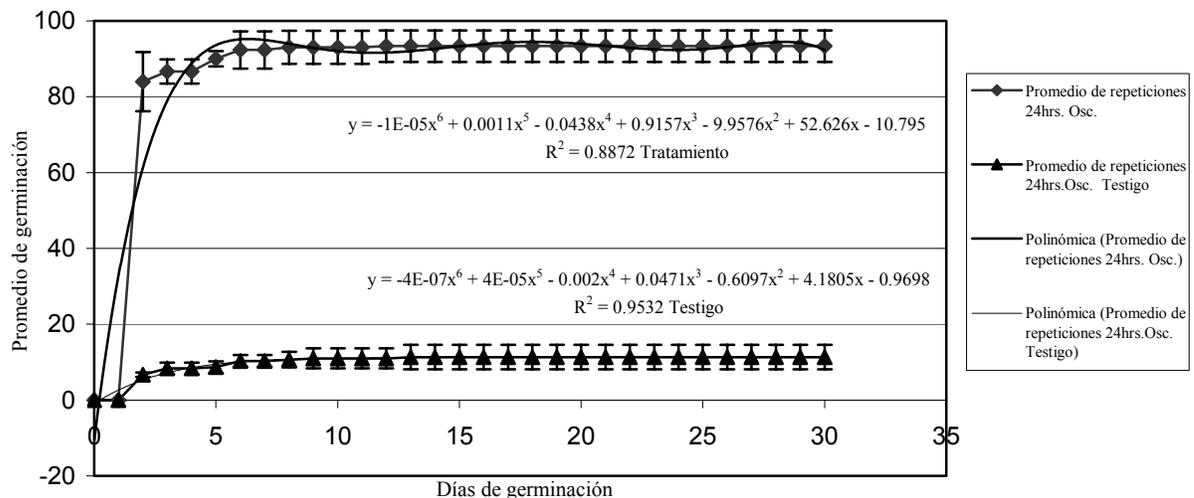


Fig. 24 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de mezquite en 10' de inmersión en H₂SO₄ concentrado y el Testigo en fotoperíodo de 24hrs. Oscuridad

La fig. 25 muestra el porcentaje promedio de la germinación en fotoperíodo 12hrs.luz-12hrs.osc. del mezquite con el mismo tratamiento de escarificación que las graficas anteriores, obteniendo a los 7 días un 93.66% hasta los 30 días de conteo, comparándose con el testigo el cual dio como resultado un 9.33% a los 9 días, llegando a un 10% a los 24 días donde se mantuvo constante. Los resultados de la tasa de germinación mostraron diferencia significativa según la prueba estadística de Tukey ($p < 0.05$).

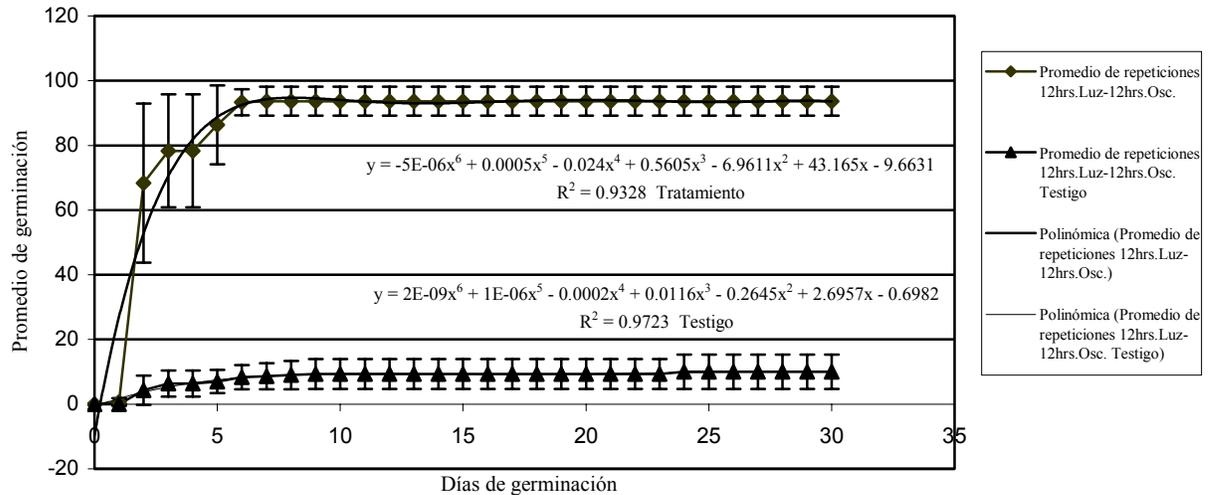


Fig. 25 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de mezquite a 10' de inmersión en H2SO4 concentrado y el Testigo en fotoperíodo 12hrs.Luz-12hrs.Osc.

Las figs.26, nos muestran el comportamiento germinativo de las semillas de mezquite en fotoperíodo de 24hrs.luz, observándose una diferencia germinativa del tratamiento con respecto al testigo, en el tratamiento fue a 5' de inmersión en ácido sulfúrico concentrado, donde se alcanzó un 93.33% a los 6 días, mientras que el testigo a los 8 días obtuvo un 10%, llegando al 11.66% a los 30 días. Al comparar las tasas de germinación del tratamiento (33.72) y el Testigo (3.53), se encontró de acuerdo a la prueba de Tukey diferencia estadística ($p < 0.05$).

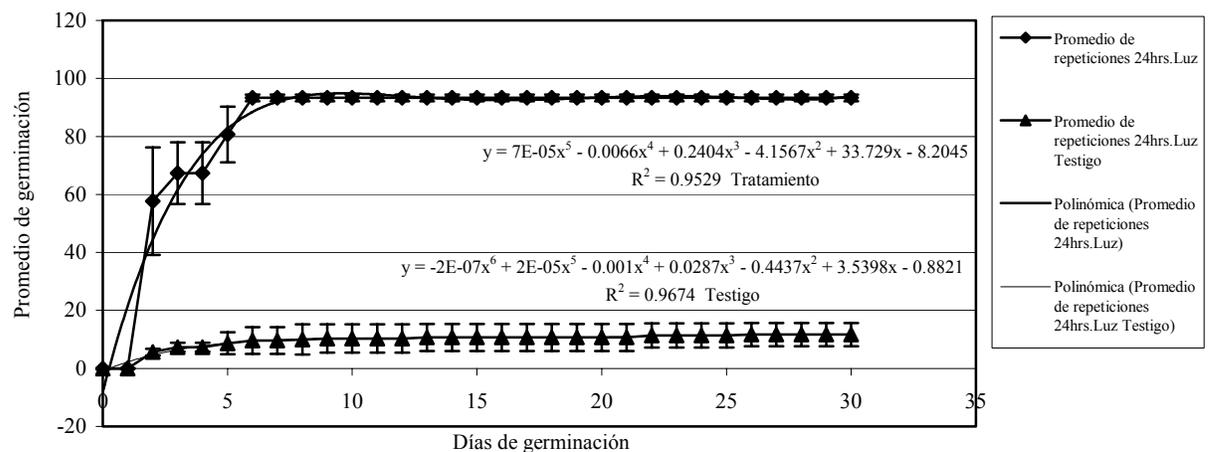


Fig 26 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de mezquite a 5' de inmersión en H2SO4 concentrado y el Testigo en fotoperíodo 24hrs. luz

La fig. 27 representa al fotoperíodo de 24hrs.oscuridad en el tratamiento de escarificación a 5 minutos con un 93.33% a los 8 días, cuya desviación estándar es chica y constante, en cuanto el testigo alcanza a los 11 días un 13.33% manteniéndose hasta los 30 días. La comparación de pendientes indicó según la prueba de Tukey que el tratamiento (54.10) y el Testigo (4.18) son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

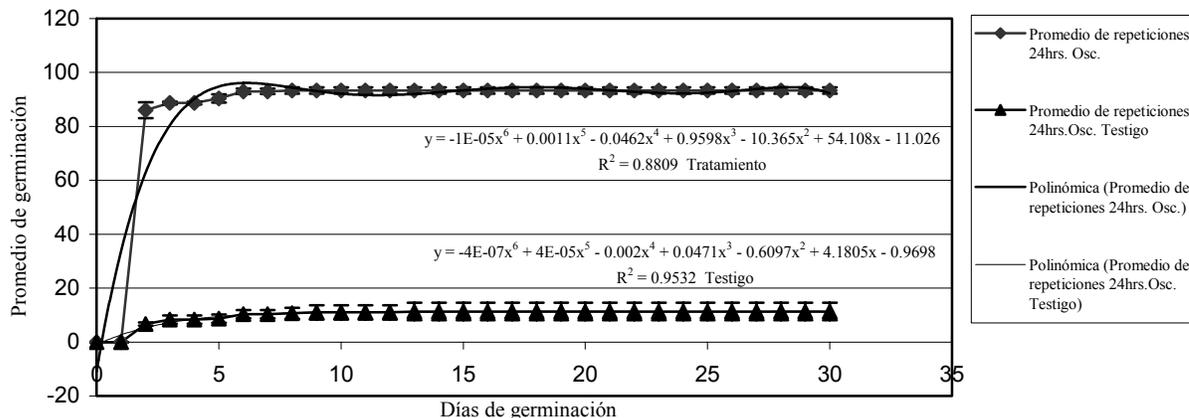


Fig. 27 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de mezquite a 5' de inmersión en H2SO4 concentrado y el Testigo en fotoperíodo de 24hrs.oscuridad

La fig. 28 representa al fotoperíodo de 12hrs.luz-12hrs. oscuridad, con el mismo tratamiento que anteriormente se describió, para el cual se obtuvo un 91.33% a los 8 días, permaneciendo así. Mientras que el Testigo obtuvo un 9.33% a los 9 días llegando al 10%. La prueba de Tukey indica diferencia estadística en la tasa germinativa entre el tratamiento (34.12) y el Testigo (2.69).

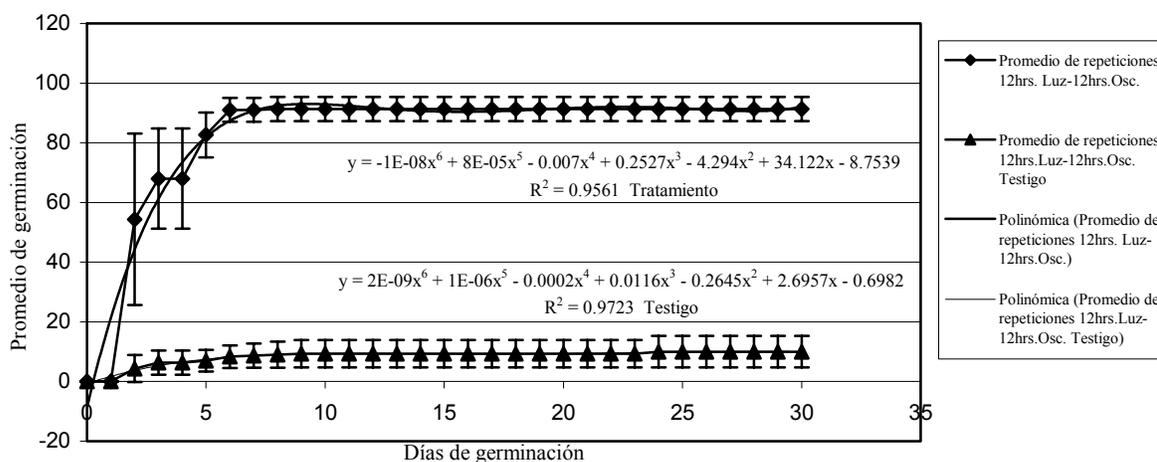


Fig. 28 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de mezquite a 5' de inmersión en H2SO4 concentrado y el Testigo en fotoperíodo 12hrs.luz-12hrs.osc

Las figuras 23, 24 y 25 muestran el comportamiento germinativo de las semillas de mezquite en el tratamiento a 10' de inmersión con ácido sulfúrico concentrado en tres diferentes fotoperíodos, 24hrs.luz, 24hrs.oscuridad y 12hrs.luz-12hrs.osc., así como la germinación del testigo, las figuras 26, 27 y 28 muestran la tasa de germinación del tratamiento a 5' de inmersión en ácido sulfúrico y el testigo en los mismos fotoperíodos antes mencionados. De acuerdo con la prueba de Tukey (Cuadro 8) se manifiestan diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo, donde no hubo tratamiento de escarificación, sin embargo los tiempos de inmersión en ácido no muestran ser significativos, ya que no dañan al embrión de las semillas, permitiéndoles una óptima germinación, en cuanto a los distintos fotoperíodos utilizados, tampoco son factores que afecten la germinación de esta especie.

Cuadro 8. Resultados del análisis de varianza para comparar las tasas de germinación (pendientes)

Especies		Tasa de germinación*	F	P	
<i>Prosopis laevigata</i>	Fotoperíodo	24 hrs. luz 24 hrs. oscuridad 12hrs. luz-12hrs.osc.	26.7646667 36.9713333 26.6606667	3.42803904	0.1357607
	Tratamientos	Testigo 5'H ₂ SO ₄ 10'H ₂ SO ₄	3.47133333 ^a 40.653 ^b 46.2723333 ^b	52.86231	0.0013289

* La tasa de germinación con letra igual, resultaron estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.

10.2.4 Análisis germinativo del Testigo con respecto a los tratamientos y fotoperíodos al que se sometieron las semillas de Guaje

La fig. 29, representa el porcentaje de germinación de las semillas de guaje en un fotoperíodo de 24hrs. luz, con un tratamiento de escarificación ácida durante 10', y su testigo con la finalidad de comparar donde la germinación es adecuada en un tiempo corto. Para el tratamiento se obtuvo un 66% a los 15 días, llegando al 78.33% a los 30 días, sin embargo presentó una desviación estándar muy grande, mientras que en el testigo presentó un 13% de germinación al día 9 terminando con un 19.33%. Las tasas germinativas de el tratamiento (13.89) y el Testigo (3.50) indicaron diferencia estadística según la prueba de Tukey ($p < 0.05$)

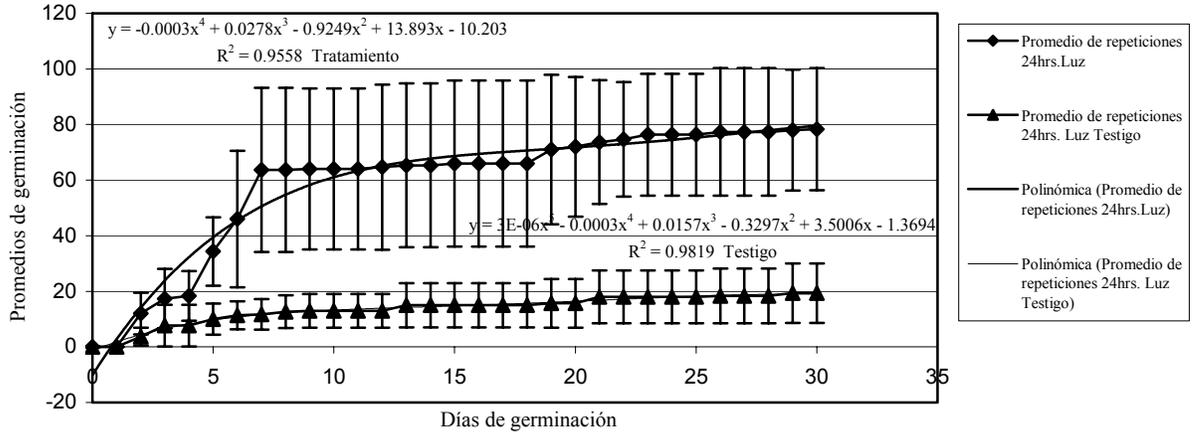


Fig. 29 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de guaje a 10' de inmersión en H2SO4 concentrado y el Testigo en fotoperiodo 24hrs.luz

La fig. 30 representa el mismo tratamiento de la gráfica anterior, con fotoperiodo de 24hrs. oscuridad, el cual tiene un 67% a los 16 días alcanzando el 70% a los 30 días así como el testigo que a los 13 días alcanza el 13 %, llegando a un 15.66%. Observándose una clara diferencia en la germinación (Tabla 3). La desviación estándar presente en el tratamiento hace referencia a la escasa uniformidad que hay entre un tiempo y otro de germinación. Así también la tasa germinativa entre ambos son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

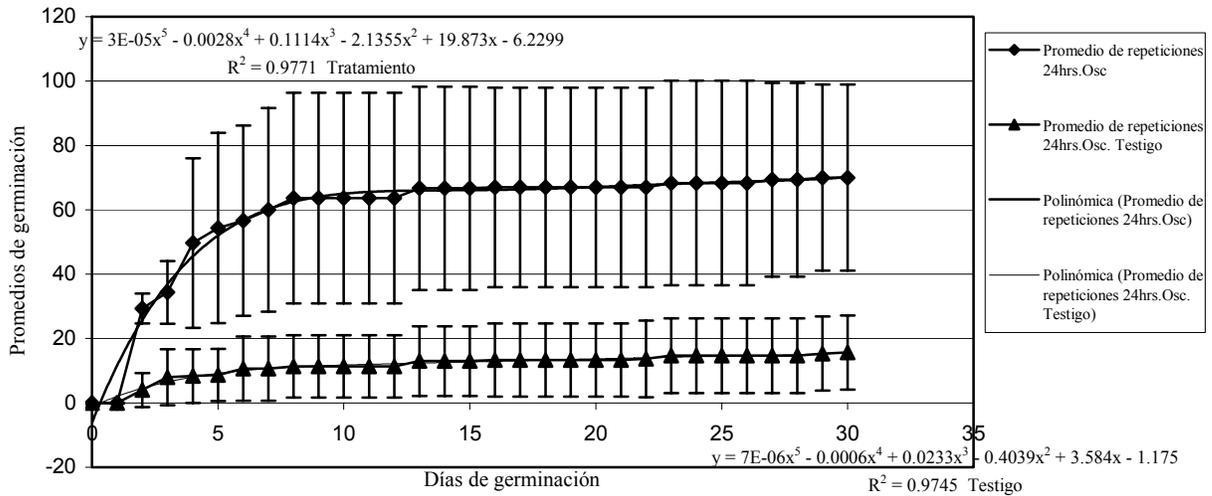


Fig. 30 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de guaje a 10' de inmersión en H2SO4 concentrado y el Testigo en fotoperiodo 24hrs.osc.

En la fig. 31, se representa al tratamiento 10' de escarificación ácida y al testigo bajo condiciones de fotoperiodicidad de 12hrs.luz- 12hrs.oscuridad. Observándose que el tratamiento tiene mejores resultados de germinación los cuales son un 75.66% a los 16 días alcanzando a los 30 un 78.66%, mientras que el testigo alcanza un 16.66% al día 16 terminando al día 30 con un 25.66%. Diferencia evidente según la prueba de Tukey en

cuanto a la tasa germinativa que presenta el tratamiento (18.99) con respecto al testigo (4.28).

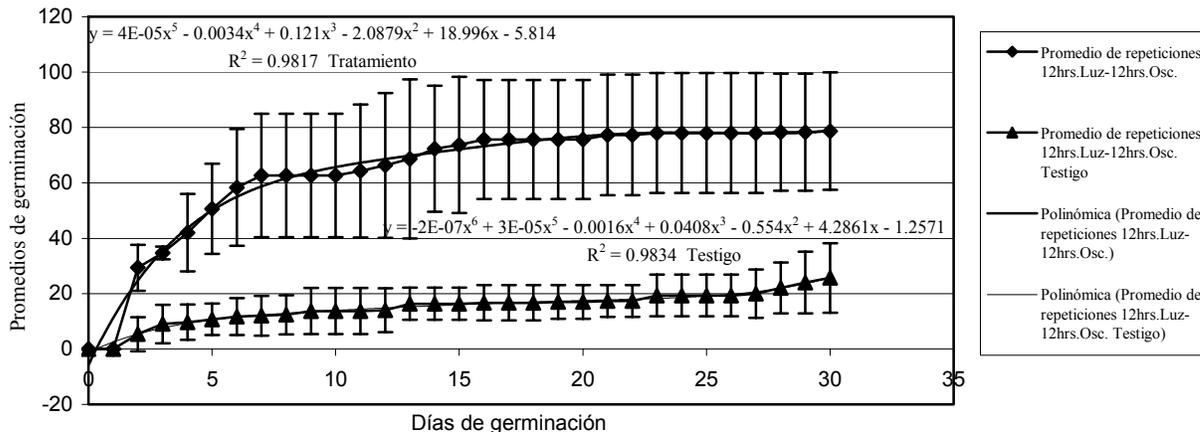


Fig. 31 Porcentaje promedios de germinación de 3 repeticiones de guaje a 10' de inmersión en H2SO4 concentrado y el Testigo en fotoperiodo 12hrs.luz-12hrs.osc.

La fig. 32, hace referencia al tratamiento de escarificación ácida al que fueron sometidas las semillas de guaje por un tiempo de 5' de inmersión, bajo condiciones de 24 hrs.luz, mientras que el testigo no fue sometido a tratamiento, pero si a fotoperiodicidad. Obteniendo los siguientes resultados, para el tratamiento de 55% al día 13 y al 30 un 60.66% manifestando una gran desviación estándar y para testigo un 13% de germinación al día 9 terminando con un 19.33%. La diferencia entre la tasa de germinación de ambas muestro ser significativa, según la prueba de Tukey (p<0.05).

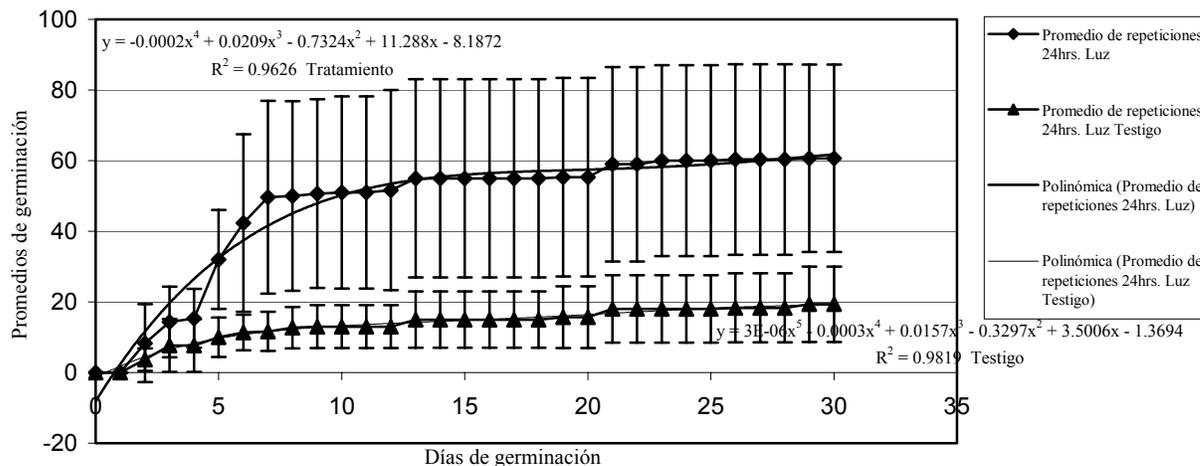


Fig. 32 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de guaje a 5' de inmersión en H2SO4 concentrado y el Testigo en fotoperiodo 24hrs.luz

La fig. 33, representa el tratamiento a 5' de escarificación y al testigo en fotoperiodo de 24hrs.oscuridad con los siguientes resultados, el tratamiento escarificativo presenta una desviación estándar amplia por lo que al día 16 presenta el 59.66% y al día 30 un 68.33%, y el testigo al día 13 el 13% de las semillas que han germinado, alcanzando el 15.66% al día 30. Las tasas de germinación del tratamiento (16.41) y el testigo (3.58), mostraron ser estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey (p<0.05).

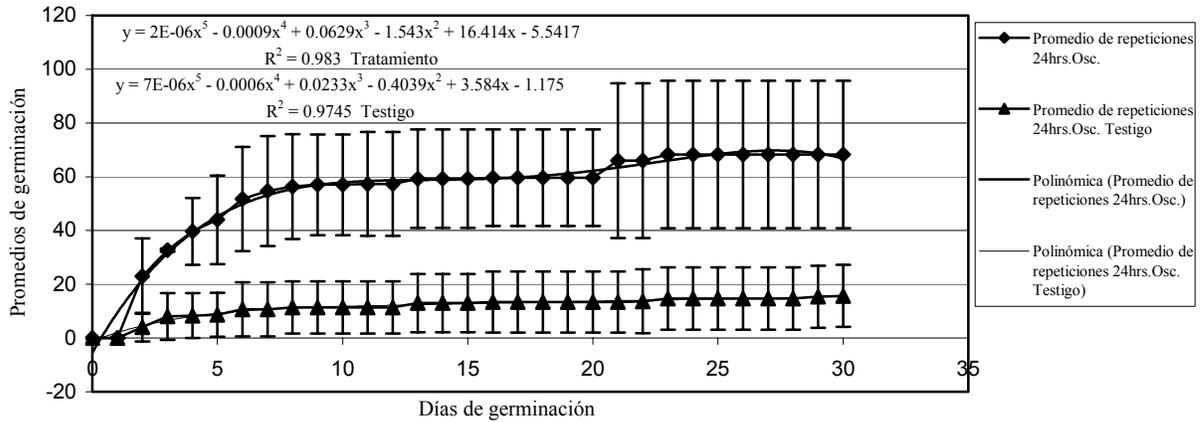


Fig.33 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de guaje a 5' de inmersión en H2S04 concentrado y el Testigo en fotoperiodo 24hrs.osc.

La fig. 34, muestra el porcentaje de germinación del tratamiento a 5' de escarificación a 12hrs.luz- 12hrs.oscuridad con el 56% de germinación al día 16 y al 30 el 63.66% presentando una desviación estándar amplia al inicio y final del tiempo establecido para la germinación, mientras que el testigo manifestó un 16.66% de germinación al día 16 terminando en el día 30 con un 25.66%, con una desviación estándar evidentemente amplia. Al compararse las tasas de germinación del tratamiento (13.82) contra el testigo (4.28), se mostró según la prueba de Tukey diferencia significativa ($p < 0.05$).

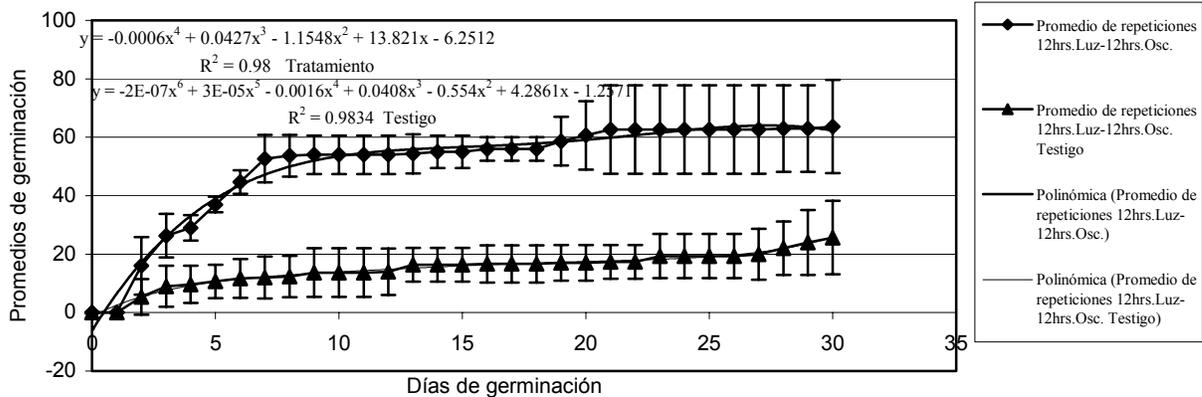


Fig. 34 Porcentaje promedio de germinación de 3 repeticiones de guaje a 5' de inmersión en H2S04 concentrado y el Testigo en fotoperiodo 12hrs.luz-12hrs.osc.

Las figuras 29, 30 y 31 representan el porcentaje de germinación resultante del testigo y del tratamiento de escarificación a 10' de inmersión en ácido sulfúrico, expuestos a fotoperiodos de 24hrs.luz, 24hrs.oscuridad y 12hrs.luz-12hrs.osc., mientras que las figuras 32, 33 y 34 hacen referencia al tratamiento germinativo de 5' de inmersión en ácido sulfúrico, con su testigo bajo la misma fotoperiodicidad.

Mediante el análisis de varianza y prueba de Tukey, los resultados germinativos del guaje antes mencionados si tienen diferencia significativa en cuanto a los tratamientos en comparación con el testigo (Cuadro 9), ya que este último manifiesta un porcentaje bajo de germinación mientras que los tratamientos a dos tiempos de inmersión resultan positivos de adoptarse para elevar la producción de la especie, en lo que se refiere al fotoperiodo los

resultados muestran que no hay una diferencia significativa en la germinación al exponerse las semillas en cualquiera de los tres periodos de luz.

Cuadro 9. Resultados del análisis de varianza para comparar las tasas de germinación (pendientes)

Especie		Tasa de germinación*	F	P	
<i>Leucaena leucocephala</i>	Fotoperíodo	24 hrs. luz 24 hrs. oscuridad 12hrs. luz-12hrs.osc.	9.56033333 13.957 12.3676667	3.38146588	0.1381207
	Tratamientos	Testigo 5'H ₂ SO ₄ 10'H ₂ SO ₄	3.79 ^a 14.5076667 ^b 17.5873333 ^b	35.7865334	0.0028014

* La tasa de germinación con letra igual, resultaron estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.

10.3 Análisis general de las agavaceas utilizadas

La temperatura ambiental predominante en las pruebas germinativas tanto de agaves como de leguminosas oscilaba entre los 25° C y los 30° C cuyo factor también es de importancia al germinarse estas semillas en condiciones de laboratorio, en el campo las condiciones pueden lograrse al sembrar en una época determinada del año y para cubrir las exigencias de luz hacer siembras superficiales

Los tratamientos óptimos según la prueba de Tukey que manifiestan altos porcentajes (90%) y tasas germinativas se presentan a 5 y 10 minutos de inmersión en agua a 60° C, así como en el testigo, en los fotoperíodos de 24hrs.oscuridad y 12hrs.luz-12hrs.oscuridad lo cual no indica presencia de latencia. Dados los resultados obtenidos las semillas de interés manifiestan un rango de temperatura y tiempo de inmersión en agua al que germinan adecuadamente, que son los antes mencionados, ya que por encima de esta temperatura el porcentaje de germinación decrece como lo representan las curvas a 5 y 10' de inmersión en agua a una temperatura de 70° C por otro lado estas semillas al no ser sometidas a ningún tratamiento, pero otorgándoles las condiciones adecuadas generan porcentajes similares al de los tratamientos óptimos, lo cual indica la buena viabilidad y la tolerancia a los factores ambientales a los que están expuestos, ya que son especies de zonas áridas donde las condiciones llegan a ser extremas y pueden encontrarse en el suelo expuestas a esa temperatura cuando caen las primeras lluvias.

La temperatura como la luz son factores de suma importancia para los procesos de germinación en las semillas. El agua caliente esteriliza la superficie de las semillas, la temperatura y duración del tratamiento son los factores que determinan su efecto sobre la impermeabilidad y viabilidad de las semillas, así el calor es una forma de energía, cuando se calienta el agua que esta en contacto con la semilla, parte de la energía suministrada se invierte en aumentar la difusión del agua, por lo tanto aumenta la tasa de absorción, dentro de ciertos límites. Se ha encontrado experimentalmente que un aumento de 10° C en la temperatura duplica la tasa de absorción al inicio del proceso de imbibición (Faeth, 1978).

La luz estimula la germinación de las semillas, en la gran mayoría la germinación se estimula mediante exposición a la luz blanca y a la de color rojo (de 600 a 700nm) y se inhibe con luz de 730nm de longitud de onda. En esta reacción a condiciones lumínicas esta involucrado el fitocromo (Faeth, 1978). Según Camacho (1994a) una exigencia de luz para inducir la germinación indica latencia.

10.4 Análisis general de las leguminosas de interés

Las pruebas de comparación múltiple de medias de Tukey manifiestan que tanto las semillas de mezquite como las de guaje son insensibles a los tipos de fotoperíodos utilizados, término utilizado por Orozco (1989) para aquellas semillas que germinan tanto en presencia de luz como en su ausencia, la luz que se requiere para la germinación es la de color blanco y la de color rojo (de 600 a 700nm) en cuya investigación la utilizada fue la luz blanca, lo cual manifiesta que las causas por las cuales las semillas de estas especies no germinan son de acuerdo a Nikolaeva (1977) las cubiertas más externas, impermeables al agua, por lo que la germinación debe estimularse, en este caso se realizó con ácido sulfúrico concentrado a 5 y 10 minutos no presentando una diferencia significativa en los porcentajes de germinación, lo que indica que las semillas colectadas en el mismo año de su utilización germinan adecuadamente en un rango de inmersión al tiempo antes señalado.

El efecto que realiza el ácido sulfúrico en este tipo de semillas es la remoción de una secuencia de capas (ver fig.3), dando lugar a la penetración del agua, lo cual favorece la reactivación metabólica del embrión, aunque algunos autores coinciden en que todas estas capas contribuyen a impedir el paso del agua hacia el embrión y los tejidos nutritivos, pero aún no se sabe que capa de la cubierta es la responsable directa de la latencia física.

10.5 Análisis estadístico del establecimiento en tres diferentes sustratos

Se evaluó el establecimiento de cada especie en los tres diferentes sustratos empleados.

Las plántulas obtenidas de los diferentes tratamientos en laboratorio de las 4 especies, se trasladaron al invernadero cuyas condiciones permiten; una vez ahí se sembraron en los almácigos en su respectiva sección, haciéndose cada 20 días conteos para evaluar el establecimiento, completando un total de 100 días.

Con los datos obtenidos se efectuaron diagramas de dispersión evaluando tiempo de establecimiento o sobrevivencia (días) vs número total de plántulas establecidas por tratamiento y fotoperíodo para cada uno de los sustratos empleados.

Posteriormente se realizó un análisis de regresión lineal para calcular la tasa de establecimiento de acuerdo al análisis sugerido por ZAR (1984).

10.5.1 Análisis del establecimiento de las plántulas de Lechuguilla.

La fig 35. Muestra las tasas de mortalidad con respecto al tiempo, en cada uno de los tratamientos con sus respectivos fotoperíodos, donde el tratamiento representativo para el sustrato combinado con rastrojo es el de 10' en agua a 60° C en fotoperíodo de 12hrs. luz 12hrs.oscuridad con 13 plántulas vivas de las 89 sembradas, siguiéndole el tratamiento de

5' en agua a 60° C en el mismo fotoperíodo con 8 plántulas resultantes al final del conteo de las 93 sembradas con una pendiente del -0.76 para el primero y -0.85 para el segundo, mientras que la velocidad de mortalidad más rápida la presenta el tratamiento a 10' en agua a 60° C en un fotoperíodo de 24hrs.luz con el -1.0.

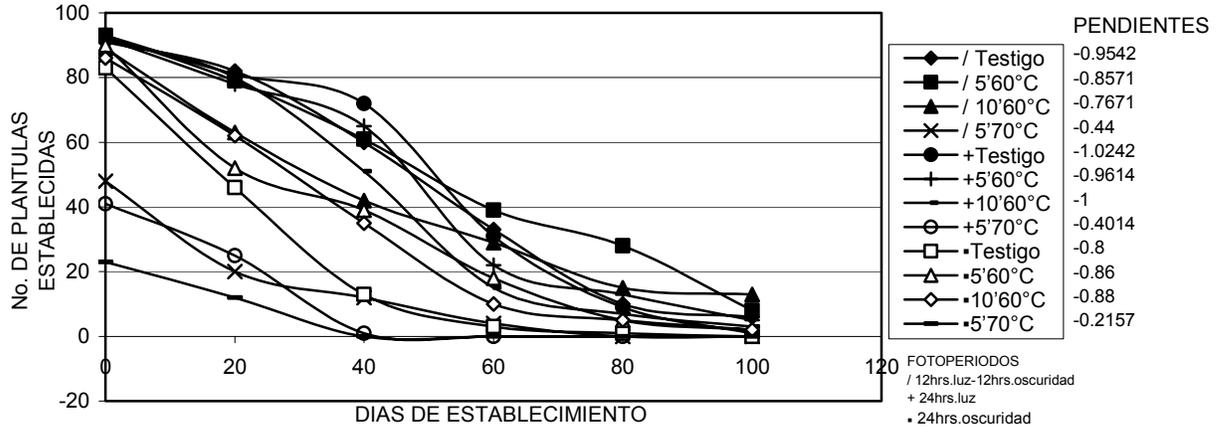


Fig. 35 ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS DE LECHUGUILLA, SUSTRATO SUELO CON RASTROJO (2:1)

La Fig. 36 Muestra el establecimiento en el sustrato de suelo con estiércol de los diferentes tratamiento y fotoperíodos utilizados donde el mejor fue a 5' en agua a 60° C, seguida del tratamiento a 10 minutos a la misma temperatura ambos expuestos a fotoperiodicidad de 12hrs.luz-12hrs.oscuridad con resultados de 39 plántulas de un total de 93 para el primer tratamiento y para el segundo fue de 33 plántulas de un total igual al anterior con pendientes similares de -0.54 y -0.56.

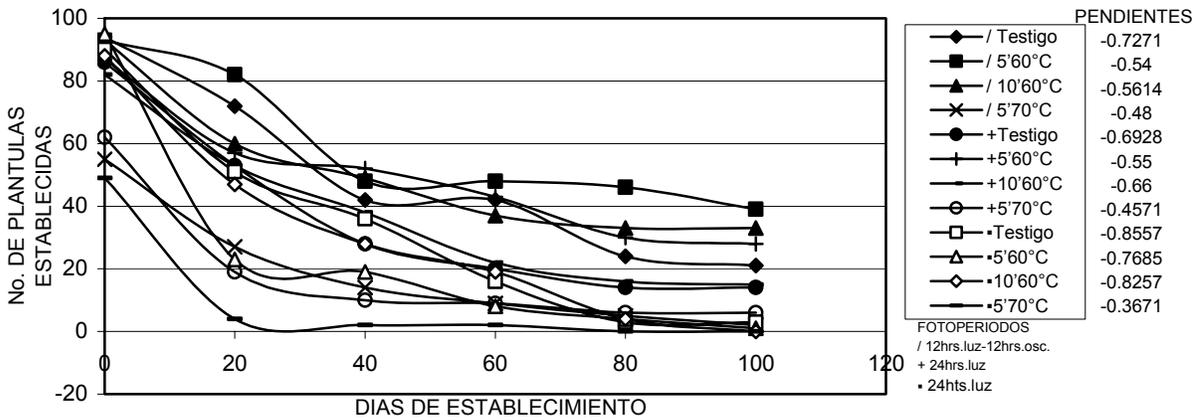


Fig. 36 ESTABLACIMIENTO DE PLANTULAS DE LECHUGUILLA, SUSTRATO SUELO CON ESTIERCOL (2:1)

La fig. 37 da información sobre el establecimiento en el suelo natural empleado, donde los mejores resultados los presentan los tratamientos 5' de inmersión en agua a 60° C en

24hrs. de luminosidad con 48 plántulas establecidas de las 89 sembradas valor por encima del 50% del total, con una pendiente de -0.43, otras plántulas que también se vieron favorecidas fueron aquellas de los tratamientos a 10' en agua a 60° C en fotoperíodos de 24hrs.luz con una pendiente de -0.40 y a 12hrs.luz-12hrs.oscuridad, cuya pendiente es de -0.46, con una totalidad de 42 plántulas establecidas para ambos tratamientos, mientras que el Testigo sometido a fotoperiodicidad de 12 – 12 también manifiesta un alto número de establecimiento 40 de las 86 que se tenían al inicio con -0.40 de pendiente.

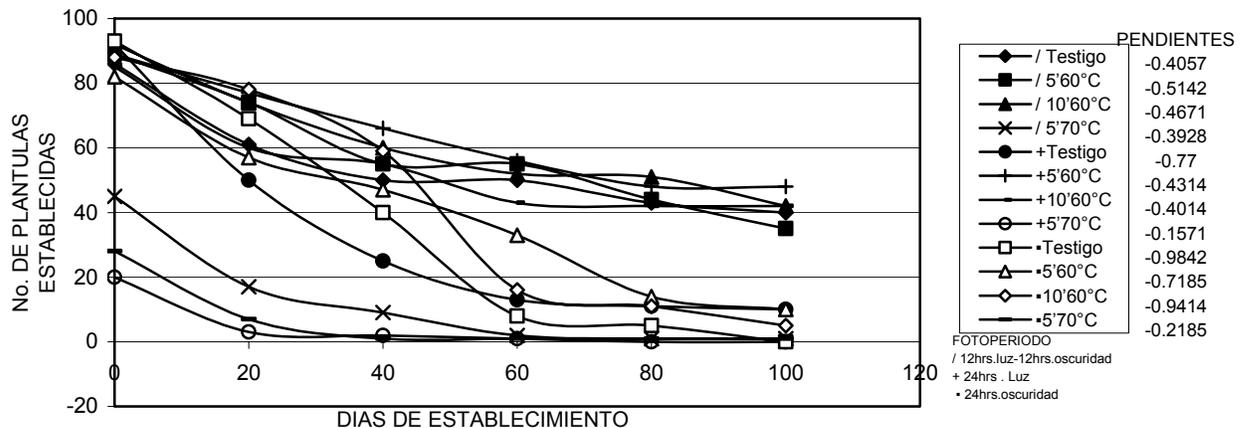


Fig. 37 ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS DE LECHUGUILLA, SUSTRATO SUELO NATURAL

Dados los resultados gráficos (Figs.35, 36 y 37), se observa que los mejores sustratos a emplearse en la siembra de plántulas de lechuguilla son en aquel que se combinó con estiércol, ya que las propiedades físicas y químicas (Cuadro 10) son las necesarias para su desarrollo, por otro lado el suelo no combinado ó natural también presenta un número adecuado de plántulas establecidas pudiéndose considerar como el mejor ya que en él se muestran la mayor cantidad de plántulas establecidas de diferentes tratamientos y fotoperíodos, así como las del Testigo, obteniendo valores de pendientes bajos lo que indicó que la mortalidad no fue tan drástica, por lo que hubo establecimiento, sus propiedades físicas y químicas también se muestran en la Cuadro 10. Las investigaciones realizadas por Reyes, et al. en el 2000 manifiestan que suelos adecuados para el crecimiento de forma natural de esta especie son en los xerosoles, regosoles, fluvisoles o feozems, presentando en forma general un 37% de arenas, un 34% de arcillas y un 28% de limos, 4% de materia orgánica, 58% de carbonatos, conductividad eléctrica menor de 2 mmhos/cm y pH de 7.7

10.5.2 Análisis del establecimiento de las plántulas de Maguey pulquero.

En la Fig. 38 se muestran los resultados obtenidos del establecimiento de las plántulas de esta especie en el sustrato combinado con rastrojo donde el mejor tratamiento lo presenta el de 10' de inmersión en agua a una temperatura de 60° C en fotoperiodicidad de 12hrs.luz-12hrs.oscuridad con 26 plántulas de un total de 86 con una velocidad de mortalidad de -0.56, seguida del tratamiento a 5' con temperatura y fotoperiodicidad igual

al anterior con 22 plántulas establecidas al final de la evaluación de 72 sembradas en un principio con una pendiente de -0.48, mientras que el testigo al mismo fotoperíodo obtuvo 20 plántulas de 83 que habían al inicio, observándose una pendiente de -0.64 .

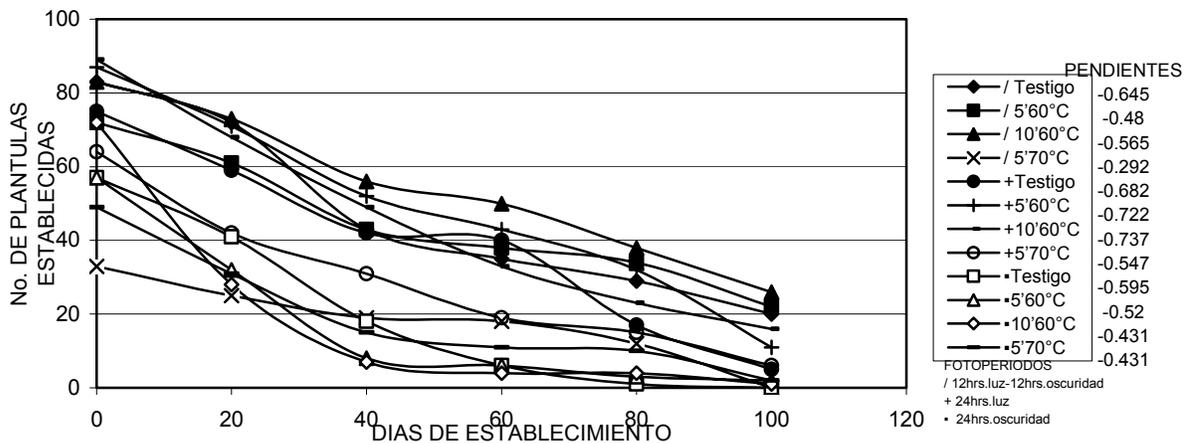


Fig. 38 ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS DE MAGUEY PULQUERO, SUSTRATO SUELO CON RASTROJO (2:1)

La Fig. 39. representa los datos resultantes de la siembra en un sustrato combinado con estiércol, cuyo tratamiento óptimo fueron las plántulas provenientes de 10' en inmersión al agua con temperatura de 60° C y fotoperiodicidad de 12hrs.luz-12hrs.oscuridad con una velocidad de mortandad de -0.45, cuyas plantas vivas suman 29 de 74 que había en un inicio, seguida del fotoperíodo a 24hrs.luz con el mismo tratamiento que el anterior con 25 plántulas de las 74 sembradas con una pendiente de -0.44.

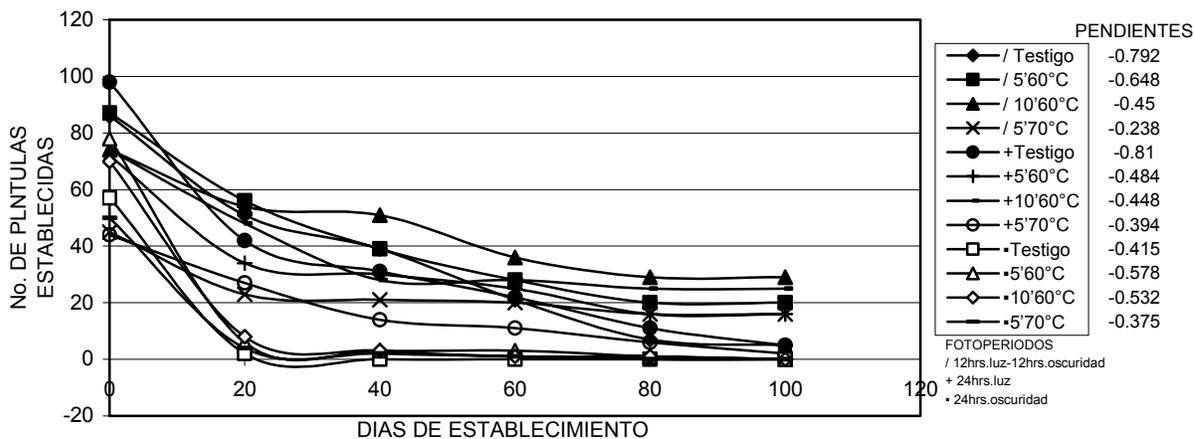


Fig. 39 ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS DE MAGUEY PULQUERO, SUSTRATO SUELO CON ESTIERCOL (2:1)

La fig. 40 brinda resultados de las plántulas sembradas en suelo natural, presentando mejores resultados de establecimiento las plántulas provenientes de 5' y 10' en agua a una temperatura de 60° C y fotoperíodo de 24hrs.de iluminación con los siguientes datos respectivamente, 8 plántulas establecidas de 60 y 7 de 78 presentes en un inicio, cuyas pendientes son -0.52 para la primera y -0.77 para la segunda donde la velocidad en que mueren las plántulas es más rápida.

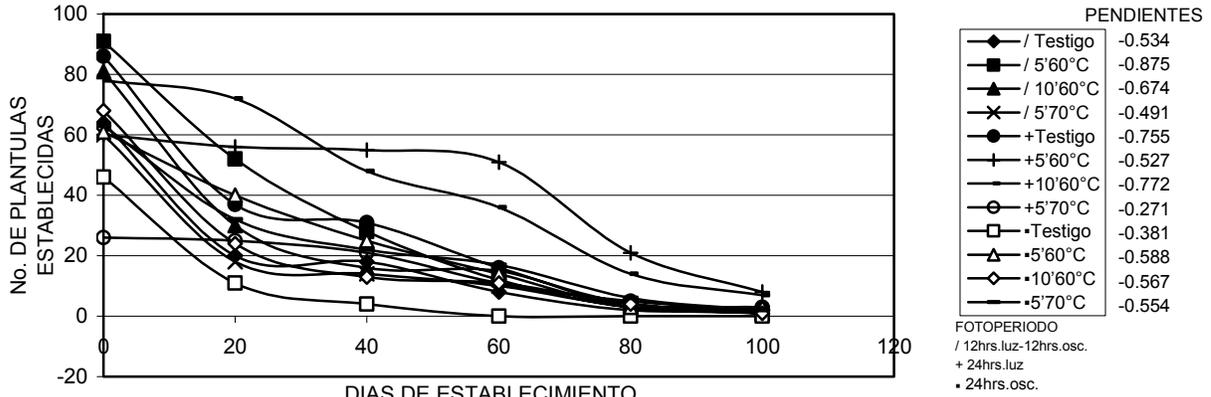


Fig. 40 ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS DE MAGUEY PULQUERO, SUSTRATO SUELO SIN COMBINACIÓN

Las figs. 38, 39 Y 40 representan a los sustratos a las cuales fueron sometidas las plántulas provenientes de los diferentes tratamientos y fotoperíodos, donde se observa que el sustrato combinado con rastrojo y con estiércol son adecuados para el establecimiento, crecimiento y desarrollo del maguey pulquero, siendo el segundo el que presentó un mayor establecimiento y cuyas pendientes son de las de menor valor. Las propiedades físicas y químicas presentes en ambos suelos cumplen los requerimientos nutritivos necesarios para el desarrollo de la especie, lo que no da el suelo natural.

10.5.3 Análisis del establecimiento de las plántulas de Mezquite.

La fig. 41 brinda un panorama de mortandad a gran velocidad de las plántulas de mezquite sembradas en este tipo de sustrato, cuyo tratamiento más favorecido fue el de 10' de inmersión en ácido sulfúrico y fotoperíodo de 24hrs.luz con 8 plántulas de un total de 94, cuya pendiente es de -0.64, donde la mortalidad se manifestó de forma rápida después de la siembra.

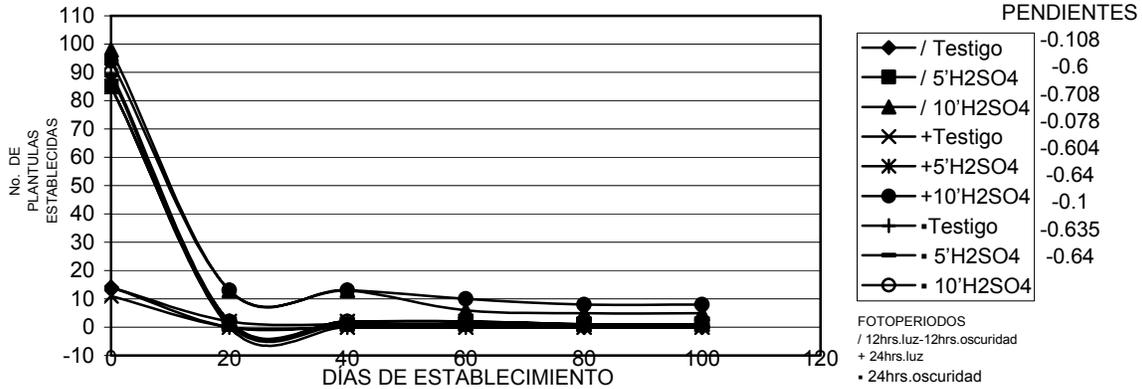


Fig. 41 ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS DE MEZQUITE, SUSTRATO SUELO CON RASTROJO (2:1)

La Fig. 42 hace referencia al sustrato en combinación con estiércol, donde el establecimiento de plántulas es mayor con respecto al sustrato anterior, aquí se observa como tratamientos adecuados para asegurar el establecimiento así como la sobrevivencia al tratamiento de 5 min. en inmersión a ácido sulfúrico concentrado en fotoperíodo de 24hrs.oscuridad con 25 plántulas establecidas de 90 sembradas, con una pendiente de -0.59; así como al tratamiento de 10 min en ácido sulfúrico en 24hrs.luz con 24 organismos establecidos de un total de 80 que había en un inicio con pendiente de -0.57.

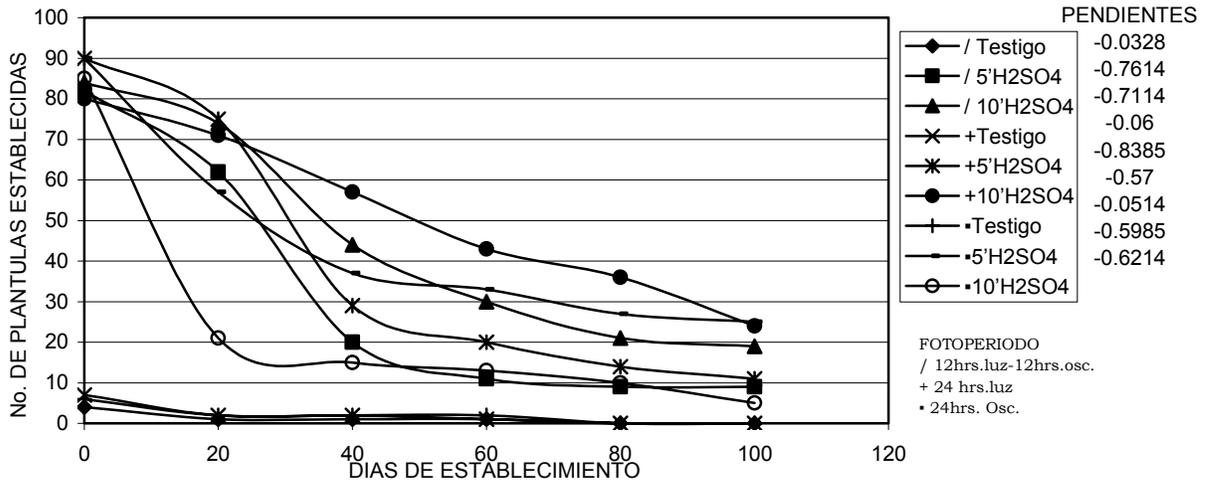


Fig. 42 ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS DE MEZQUITE, SUSTRATO SUELO CON ESTIERCOL (2:1)

La fig. 43 hace referencia al establecimiento y sobrevivencia de plántulas de mezquite en suelo natural, propio de la zona en que se llevo la presente investigación, donde la tasa y velocidad de mortandad es alta, ya que se observan a 6 plántulas de 98 como valor mayor de establecimiento y sobrevivencia hasta el día 100 con una caída del -0.89

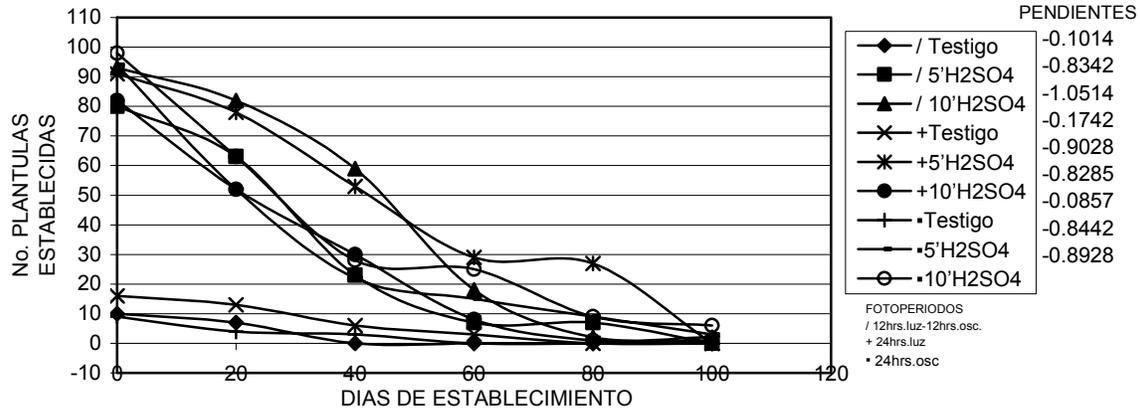


Fig. 43 ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS DE MEZQUITE, SUSTRATO SUELO NATURAL

Según los resultados obtenidos en los diferentes sustratos en los que se sembraron las plántulas de mezquite provenientes de la germinación bajo condiciones de laboratorio, la sobrevivencia presente es muy baja con respecto al número de semillas germinadas, la velocidad de mortandad es muy rápida quedando al final pocos organismos.

El sustrato evidentemente mejor para el desarrollo de las plántulas de esta especie es aquel suelo que se combina con estiércol, por presentar mejores condiciones de humedad, factor de importancia en los primeros días de vida del mezquite.

Las micorrizas son de suma importancia para esta especie, ya que aumentan la posibilidad de que las raíces accedan a la humedad y al fósforo, dos recursos normalmente escasos en las regiones áridas, conforme el hongo se esparce por el suelo y coloniza nuevas raíces, transmite nutrientes a las plantas interconectadas.

Los mezquites en campo se establecen en una amplia gama de tipos de suelos, crecen con más vigor en los suelos profundos, como en las partes bajas de los valles, mientras que su altura es menor en las laderas de los cerros o en suelos delgados. Prosperan en suelos arenosos, así como en los arcillosos-arenosos, pueden tolerar un alto contenido de sales o mal drenaje en el suelo.

Los tipos de suelos donde generalmente crece el mezquite son sierozem y chestnut, ya que éstos son característicos de los lugares donde se encuentran distribuido el mezquite en nuestro país. Comúnmente, los suelos donde se establece *Prosopis* son de buena calidad, por lo que han sido utilizados para la agricultura, lo que originó el desplazamiento de esta especie en muchos sitios del país.

10.5.4 Análisis del establecimiento de las plántulas de Guaje

La fig 44 muestra el establecimiento de las plántulas de guaje en un sustrato con rastrojo, donde la pendiente tiene una caída rápida, por lo tanto el número de plántulas establecidas y sobrevivientes es casi nulo en comparación con la germinación. El testigo expuesto a fotoperíodo de 12hrs.luz-12hrs.osc. da 3 plántulas establecidas, mientras que los tratamientos están por debajo.

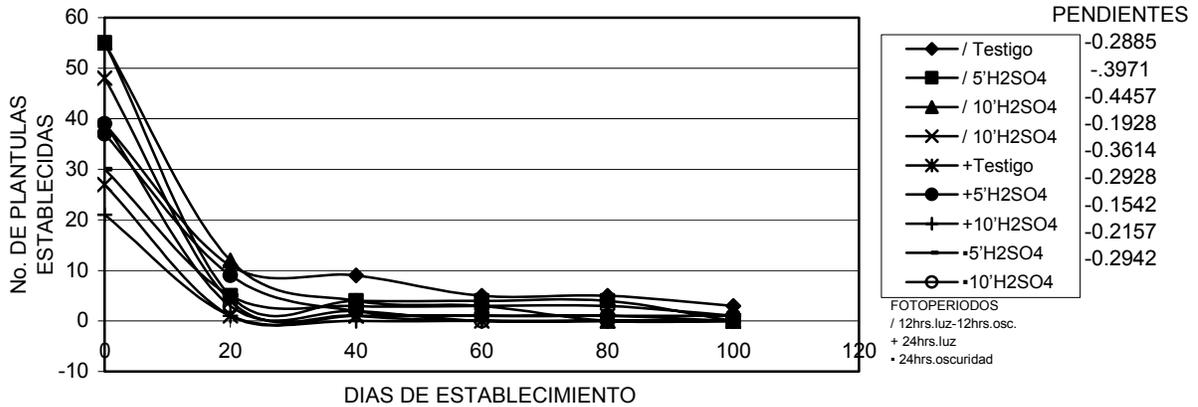


Fig. 44 ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS DE GUAJE, SUSTRATO SUELO CON RASTROJO (2:1)

La fig. 45 hace referencia a las plántulas establecidas en un sustrato con estiércol, donde la caída de las pendientes de los diferentes tratamientos con el paso de los días va incrementándose hasta tener una mortandad de casi todos los organismos sembrados. El tratamiento a 10' en ácido sulfúrico a 24 hrs. oscuridad y el testigo de este fotoperíodo mantienen 4 plántulas vivas al final del análisis.

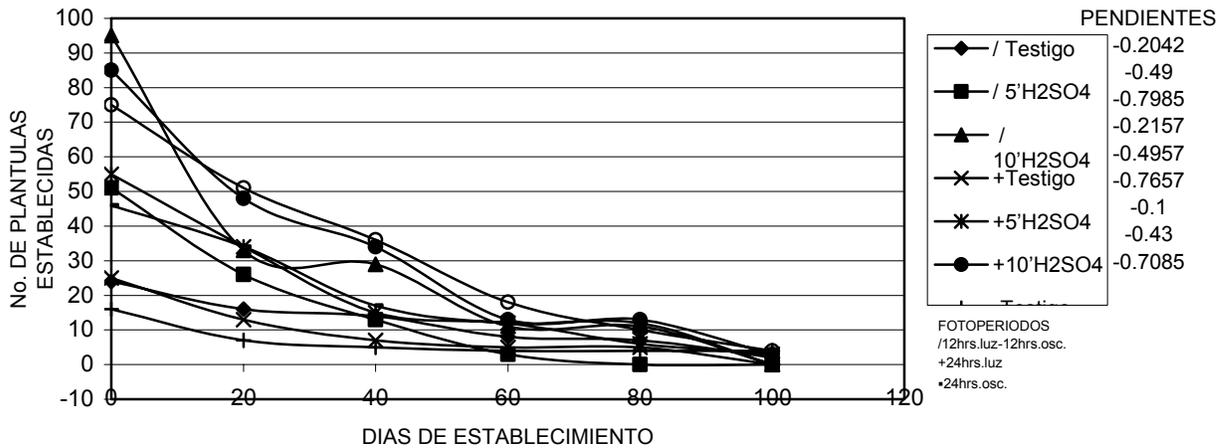


Fig. 45 ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS DE GUAJE, SUSTRATO SUELO CON ESTIERCOL (2:1)

La fig. 46 nos muestra el establecimiento de las plántulas de guaje en suelo sin combinación, donde se observa claramente que el tratamiento en el que se obtuvo el mayor número de establecimiento y por lo tanto de sobrevivencia de plántulas fue al de 10' de inmersión en ácido sulfúrico a 24hrs. oscuridad con 30 de 90 que fueron sembradas.

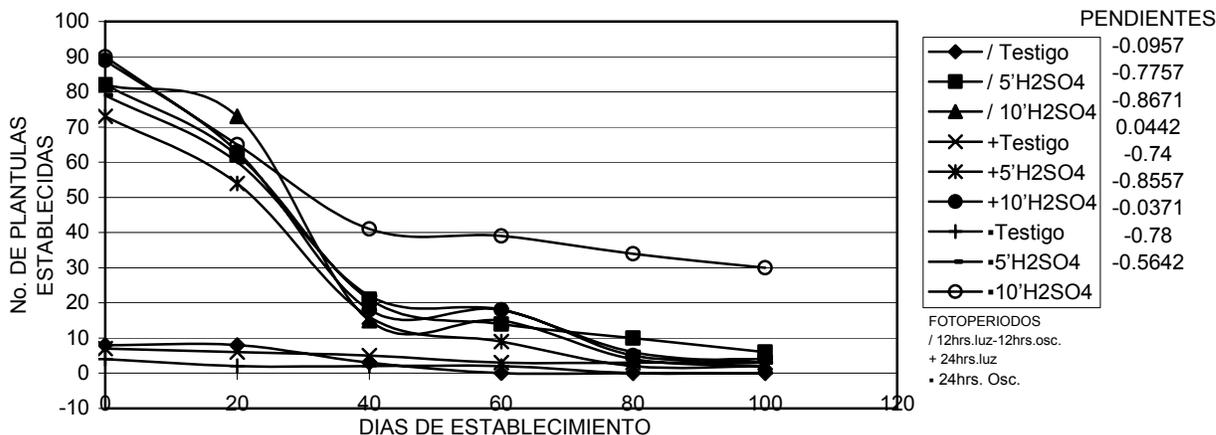


Fig. 46 ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS DE GUAJE, SUSTRATO SUELO NATURAL

Las figs. 44, 45, y 46 muestran los resultados obtenidos del establecimiento de las plántulas de guaje en los tres diferentes sustratos empleados. El comportamiento que siguen las curvas de sobrevivencia es decreciente a una velocidad rápida, presente en los testigos y la mayoría de los tratamientos, con excepción del tratamiento a 10' en ácido sulfúrico con fotoperíodo de 24hrs.oscuridad en el sustrato de suelo natural. Los aspectos a considerar para que se de el establecimiento de este tipo de plántulas es la humedad presente en el suelo.

10.6 Aspectos a considerar para el establecimiento y sobrevivencia de las plántulas.

Para asegurar el establecimiento de las plantas, la colecta de semillas deberá llevarse a cabo cuidando que sean de la región para asegurar su adaptación.

Las condiciones que se presentan en un invernadero son de suma ventaja para la sobrevivencia de las plántulas por mantener el ambiente con características poco fluctuantes, las cuales no se encuentran en vivero, ya que en este último las plantas se encuentran expuestas a las condiciones directas del ambiente, como a los rayos directos del sol, lo cual puede incrementar considerablemente la temperatura del suelo, provocando quemaduras en las plantas y su muerte, aunque las temperaturas del suelo consideradas como críticas varían de acuerdo a la edad y especie, está comprobado que el daño puede ocurrir con más frecuencia en plantas jóvenes. Para contrarrestar este efecto el riego es utilizado para controlar la elevación de la temperatura en el suelo.

Después de realizar el trasplante se presenta un periodo crítico, durante el cual las plántulas son vulnerables tanto a los factores del ambiente como a los diversos depredadores y patógenos. Por ello en este periodo deben extremarse los cuidados en los almácigos o lugar donde se llevo a cabo el trasplante, pues de lo contrario se presentan pérdidas cuantiosas. Por ejemplo, sin las condiciones no son las apropiadas para el establecimiento pueden ser atacadas por depredadores y enfermedades, lo que puede continuar siendo un problema para su crecimiento. Asimismo, la presencia de malas hiervas pueden afectar su ritmo de crecimiento, y hasta provocar su muerte, al competir con ellas por agua, luz y nutrientes por

lo que el deshierbe continuo asegura tener un mayor control sobre los depredadores de las plántulas como son hormigas, grillo, gusanos, etcétera.

Otro factor al que se enfrentan las plántulas provenientes de semillas germinadas en laboratorio, es a la penetración de la radícula en el sustrato, a falta de anclaje del tallo de la plántula se levanta y si la raíz no se encuentra con una grieta o punto débil continua el crecimiento mientras no se desequie por la falta de humedad y se tengan reservas nutritivas. La presencia de mucílago, pelos o apéndices favorecen al anclaje, artificialmente se puede mejorar al recubrirse las semillas, cuando la siembra es por este método, con bentonita, cal apagada o acolchado con paja o una malla de nylon. También se ha usado mezclar semillas con polímeros súper absorbentes de agua (Besnier, 1989)

Prácticas que deben tomarse en cuenta para disminuir la mortalidad una vez que las plántulas son trasplantadas o sembradas definitivamente en un lugar son: el riego controlando la caída del chorro de agua sobre las camas o almácigos, es recomendable que el chorro no salga con mucha presión pues la fuerza del agua puede ocasionar que las plántulas sean desenterradas y queden expuestas, lo que provocaría su desecación. Después de la siembra la superficie del suelo debe mantenerse húmeda, pues la pérdida excesiva de humedad puede ocasionar que las plántulas se sequen y los beneficios obtenidos con los tratamientos pregerminativo se pierdan.

Por ello, la humedad debe ser cercana a la capacidad de campo (la tierra debe estar húmeda como para no soltar polvo, pero sin que presente un aspecto macizo o duro). Es importante recalcar que los riegos no deben aplicarse en la hora de mayor incidencia de calor, porque esto aumenta considerablemente la evapotranspiración y provoca lesiones en las plántulas.

10.6.1 Características físicas y químicas del suelo

Las propiedades físicas y químicas que presentan los sustratos empleados son fundamentales para el desarrollo de las plántulas de las diferentes especies, ya que los resultados gráficos muestran que el tipo de sustrato si es un factor determinante para su sobrevivencia (Cuadro 10).

En general el análisis de los sustratos muestra:

Las características texturales, para el suelo natural es franco arenoso, mientras que los combinados resultaron como arena migajosa, esta propiedad ayudan a determinar no solo la factibilidad del abastecimiento de nutrientes, sino también el suministro de agua y aire de importancia para el desarrollo de las plantas. Para la siembra de plantas a raíz desnuda, estos suelos de textura gruesa (arenosos y migajón-arenoso) promueven el crecimiento vegetativo.

El drenaje se encuentra en función de la textura y profundidad de suelo. Así tenemos que en los suelos de textura gruesa o media el drenaje varía de excesivo a muy bueno, si es excesivo, la planta requiere de riegos continuos sino se considera esto el estrés hídrico es tal que la planta llega a morirse, debido a que el agua es un regulador importante de las actividades físicas, químicas y biológicas en el suelo que dan lugar a la génesis y

productividad del mismo. Para tener una adecuada humedad en el suelo debe tomarse en cuenta la humedad a capacidad de campo, la cual se define como la cantidad de humedad que un suelo retiene contra la gravedad cuando se deja drenar libremente, cuyos resultados obtenidos muestran que el suelo sin combinación retiene un porcentaje mayor de humedad, siguiéndole el suelo con rastrojo y con menor porcentaje el suelo con estiércol.

La materia orgánica es una característica de importancia a considerar ya que aporta al suelo macro nutrientes como nitrógeno, fósforo, azufre, calcio, sodio, potasio y magnesio, resultando para el suelo sin combinación una cantidad de calcio y magnesio bajos y un porcentaje de nitrógeno moderadamente rico, para el sustrato con rastrojo y estiércol la cantidad de Ca y Mg son bajos, mientras que el porcentaje de nitrógeno es rico para el primero y medianamente rico para el segundo, además la materia orgánica también aporta micro nutrientes como hierro, zinc, cobre, boro, cobalto y manganeso,. Así mismo incrementa la capacidad de intercambio catiónico total de los suelos y actúa como regulador del pH. Los datos obtenidos en la CICT es alto para el suelo natural y medio para los suelos combinados mientras que el pH es moderadamente alcalino para los tres sustratos.

Para las plántulas de lechuguilla y guaje el mejor sustrato es el suelo natural, ya que retiene más humedad, tiene una CICT alto, un pH moderadamente alcalino, un porcentaje de materia orgánica moderadamente rica, N total medianamente rico, Ca y Mg bajos, propiedades que favorecen el desarrollo de las plántulas de estas especies las cuales deben considerarse en la siembra, el maguey pulquero y el mezquite brindaron mejores resultados en el suelo combinado con estiércol cuya CICT es medio, su ph moderadamente alcalino aunque la humedad retenida sea poca, se puede mejorar con el riego constante, materia orgánica media, N total medianamente rico, Ca y Mg bajos, la combinación de estas características dan al suelo condiciones específicas para lograr el desarrollo de las plántulas de maguey pulquero y mezquite que deben tomarse en cuenta para la siembra de estas especies.

Cuadro 10. Análisis de las propiedades físicas y químicas de los sustratos empleados en el establecimiento de las plántulas de las especies investigadas.

ANÁLISIS		1ra. Muestra (suelo sin combinación)	2da. Muestra suelo c/rastrajo (2:1)	3ra. Muestra suelo c/estiércol (2:1)
FÍSICOS				
Textura	arenas	65.84	79.2	71.2
	limos	18.56	11.2	18.0
	arcillas	15.6	9.2	10.8
	Criterio	Franco arenoso	Arena migajosa	Arena migajosa
Color:	En seco	10YR 5/2 Café grisáceo	10YR 6/2 Pardo grisáceo claro	10YR 6/2 Café grisáceo claro
	En Húmedo	10YR 2/2 Café muy oscuro	10YR 3/2 Pardo grisáceo muy oscuro	10YR 3/2 Café grisáceo muy oscuro
Densidad aparente (g/cm³)		1.09 Medio	1.13 Medio	1.18 Alto
Densidad Real (g/cm³)		2.36 Bajo	2.48 Medio	2.54 Medio
Humedad a Capacidad de Campo (%)		64.30	51.40	48.93
QUÍMICOS				
pH		8.38 Moderadamente alcalino	8.01 Moderadamente alcalino	8.45 Moderadamente alcalino
CICT (cmol(+)Kg⁻¹)		30.67 Alto	23.41 Medio	22.82 Medio
Ca (cmol(+)Kg⁻¹)		15.96 Bajo	7.23 Bajo	7.34 Bajo
Mg (cmol(+)Kg⁻¹)		6.19 Bajo	2.37 Bajo	2.48 Bajo
Materia orgánica (%)		4.62 Moderadamente rico	8.26 Rico	2.00 Medio
Nitrogeno Total (%)		0.149 Medianamente rico	0.168 Rico	0.149 Medianamente rico

10.7 Fenología

El estudio fenológico a considerar en este estudio se refirió caracterizar las etapas de crecimiento, que se manifestaron en un periodo de 100 días en las diferentes especies estudiadas, tomándose como punto de partida la siembra realizada en campo bajo condiciones de invernadero, con este estudio se pudo detectar, en primera instancia, cual es la forma de crecimiento cuando el primer trasplante se realiza a raíz desnuda de plántulas ya germinadas.

Para ello se contaron el número de hojas en crecimiento, midiéndose la altura, diámetro menor y diámetro mayor, tomándose de manera azarosa del 10 al 20% de plántulas por tratamiento, para las agavaceas; para las leguminosas se tomó en cuenta el número de pinas presentes, donde la presencia de la primera pina representa la primera etapa, la segunda pina la etapa 2 y así sucesivamente realizándose mediciones de altura (tallo), longitud de la raíz y número de pinas, esto para cada sustrato tomando como base las plántulas con estadios diferentes.

El desarrollo de las plántulas en el invernadero, dependió del cuidado y limpieza que se tuvo con ellas. Por ello se mantuvo un deshierbe continuo con lo que se aseguró tener un mayor control sobre los depredadores de las plántulas como las hormigas las cuales pueden afectar fuertemente el vigor de las plantas y hasta causar su muerte, por la excesiva defoliación de las plántulas.

El comportamiento de las etapas de crecimiento en los diferentes tratamientos que presentaron sobrevivencia fueron similares, por lo que, se homogenizaron los datos para presentar el desarrollo fonológico de cada sustrato empleado, por otro lado la longitud y altura se mostraron constantes a lo largo de la toma de datos en el caso de los *Agaves*, en lo referente a las leguminosas el desarrollo fonológico fue heterogéneo.

10.7.1 Etapas fenológicas de plántulas de Lechuguilla.

El cuadro 11, muestra las características sobresalientes de las etapas de desarrollo de las plántulas de lechuguilla que fueron trasplantadas a suelo con rastrojo; y nos indica que al término de 100 días hay una heterogeneidad más evidente en cuanto al desarrollo de crecimiento, como lo dejan ver las imágenes de las Figs. 47 y 51

Cuadro11. Características del crecimiento de plántulas de lechuguilla, establecidas en una mezcla de suelo con rastrojo (2:1).

Plántulas de lechuguilla en sustrato suelo con rastrojo relación (2:1)															
Días	20			40			60			80			100		
Etapas de desarrollo (%)	92.543%■ 7.456%*			90.50%■ 9.49%*			80.39%■ 19.60%*			83.87%■ 11.82%* 4.3%□			47.5%■ 35%* 17.5%□		
Tallas (promedio)	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺
	3.24	0.3	0.8	3.08	0.4	0.95	3.35	0.4	0.9	3.13	0.4	1.0	2.15	0.5	1.0

A = Altura promedio (cm) D⁻ = Diámetro menor promedio (cm), D⁺ = Diámetro mayor promedio (cm), ■ = Etapa 1, presencia de hoja primaria, * =Etapa2, presencia de hoja secundaria, □= Etapa3, presencia de hoja terciaria

De igual forma, el cuadro 12 presenta las características más evidentes en el crecimiento de las plántulas de lechuguilla que fueron trasplantadas a una mezcla de suelo con estiércol e indica que durante el transcurso de 100 días logra un desarrollo de tres etapas de crecimiento, llegando a una porción similar en de la primera y segunda fase, las Figs. 47 y 52, muestran la morfología de las plántulas antes de la siembra y al término de la investigación.

Cuadro 12. Características del crecimiento de plántulas de lechuguilla, establecidas en una mezcla de suelo con estiércol (2:1).

Plántulas de lechuguilla en sustrato suelo con estiércol relación (2:1)															
Días	20			40			60			80			100		
Etapa de desarrollo	70.98%■			96.62%■			67.31%■			57.14%■			48.76%■		
	29.01%*			2.80%*			29.57%*			41.71%*			46.91%*		
Tallas (promedio)	A	D ⁻	D ⁺												
	3.25	0.4	0.6	3.4	0.4	0.7	3.4	0.4	0.7	3.35	0.4	0.9	3.5	0.5	1.5

A = Altura promedio (cm) D⁻ = Diámetro menor promedio (cm), D⁺ = Diámetro mayor promedio (cm), ■ = Etapa 1, presencia de hoja primaria, * = Etapa2, presencia de hoja secundaria, □ = Etapa3, presencia de hoja terciaria

El cuadro 13 al igual que los anteriores presenta los porcentajes de las etapas de desarrollo de las plántulas de lechuguilla en un sustrato de suelo natural, manifestando datos de tres niveles de desarrollo, las cuales se presentaron a partir del día 40. Las Figs. 47 y 53 manifiestan las características presentes en las plántulas durante sus etapas de crecimiento.

Cuadro 13. Características del crecimiento de plántulas de lechuguilla, establecidas en suelo natural.

Plántulas de lechuguilla en sustrato suelo natural															
Días	20			40			60			80			100		
Etapa de desarrollo	97.92%■			74.84%■			57.57%■			61.99%■			58.54%■		
	2.07%*			24.94%*			38.78%*			37.26%*			34.61%*		
Tallas (promedio)	A	D ⁻	D ⁺												
	3.5	0.4	0.5	3.6	0.4	0.8	3.6	0.4	0.8	2.9	0.4	0.9	2.5	.4	1.0

A = Altura promedio (cm) D⁻ = Diámetro menor promedio (cm), D⁺ = Diámetro mayor promedio (cm), ■ = Etapa 1, presencia de hoja primaria, * = Etapa2, presencia de hoja secundaria, □ = Etapa3, presencia de hoja terciaria

Las características que en general presentan las plántulas de esta especie es que alcanzan 3 estadios de crecimiento en el primer sustrato a partir del día 80, para los dos últimos se manifiestan desde el día 40, favoreciendo así su desarrollo. El sustrato que deja ver mejores resultados en cuanto al crecimiento en proporción es el sustrato con estiércol (Fig. 52)

10.7.2 Etapas de desarrollo de Maguey pulquero

En el cuadro 14, se pueden observar las características fenológicas que presentan las plántulas de maguey, en el sustrato con rastrojo, cuyas etapas alcanzadas durante los 100 días fueron 3. ver Figs. 48 y 54

Cuadro 14. Características del crecimiento de plántulas de maguey pulquero, establecidas en una mezcla de suelo con rastrojo (2:1).

Plántulas de maguey pulquero en sustrato suelo con rastrojo relación (2:1)															
Días	20			40			60			80			100		
Etapa de desarrollo predominante	100%■			95.85%■ 4.14%*			85.24%■ 14.42%*			78.18%■ 21.81%*			61.26%■ 34.23%* 4.50%□		
Tallas	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺
	4.65	0.3	-	4.3	0.4	0.5	3.9	0.5	0.8	3.95	0.5	1.3	3.8	0.5	1.5

A = Altura promedio (cm) D⁻ = Diámetro menor promedio (cm), D⁺ = Diámetro mayor promedio (cm), ■ = Etapa 1, presencia de hoja primaria, * = Etapa 2, presencia de hoja secundaria, □ = Etapa 3, presencia de hoja terciaria

El cuadro 15 hace referencia al desarrollo del maguey pulquero en un sustrato de suelo con estiércol, mostrando resultados favorables en el crecimiento de las plántulas al emplearse este tipo de combinación. Figs. 48 y 55

Cuadro 15. Características del crecimiento de plántulas de maguey pulquero, establecidas en una mezcla de suelo con estiércol (2:1).

Plántulas de agave salmiana en sustrato suelo con estiércol relación (2:1)															
Días	20			40			60			80			100		
Etapa de desarrollo	100%■			92.83%■ 7.16%*			92.46%■ 7.03%* 0.50%□			72.38%■ 27.61%*			50.42%■ 36.97%* 10.08%□ 2.52%●		
Tallas	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺
	4.6	0.4	-	4.45	0.4	0.5	4.25	0.7	0.9	4.20	0.75	1.2	4.1	0.8	1.85

A = Altura promedio (cm) D⁻ = Diámetro menor promedio (cm), D⁺ = Diámetro mayor promedio (cm), ■ = Etapa 1, presencia de hoja primaria, * = Etapa 2, presencia de hoja secundaria, □ = Etapa 3, presencia de hoja terciaria, ● = Etapa 4.

El cuadro 16, también hace referencia al desarrollo fenológico de las plántulas de maguey pulquero, tomando como base el sustrato de suelo natural, donde el crecimiento y desarrollo se ven limitado. Figs. 48 y 56.

Cuadro 16. Características del crecimiento de plántulas de maguey pulquero, establecidas en suelo natural

Plántulas de maguey pulquero en sustrato suelo natural															
Días	20			40			60			80			100		
Etapa de desarrollo	99.54%■ 0.45%*			99.67%■ 0.32%*			90.04%■ 9.95%*			81.4%■ 18.57%*			70.58%■ 29.41%*		
Tallas	A	D ⁻	D ⁺	A	D ⁻	D ⁺									
	4.6	0.3	0.5	4.6	0.4	0.55	3.8	0.4	0.6	3.3	0.5	0.8	2.5	0.6	1.2

A = Altura promedio (cm) D⁻ = Diámetro menor promedio (cm), D⁺ = Diámetro mayor promedio (cm), ■ = Etapa 1, presencia de hoja primaria, * = Etapa 2, presencia de hoja secundaria.

Las plántulas de esta especie muestran mejores resultados tanto de establecimiento como de desarrollo fenológico al emplearse el sustrato suelo con estiércol (2:1), como lo hacen notar los cuadros anteriores, así como las Figs. 48 y 55

10.7.3 Etapas de desarrollo de Mezquite

El cuadro 17 resalta los datos del desarrollo fenológico del mezquite en un sustrato con rastrojo, mostrándose diferencias de crecimiento con altos porcentajes desde el día 40, las imágenes que representan este cuadro son las Figs. 49 y 57.

Cuadro 17. Características del crecimiento de plántulas de mezquite, establecidas en suelo con rastrojo (2:1)

Plántulas de mezquite en sustrato suelo con rastrojo relación (2:1)																					
Días	0		20		40			60			80			100							
Etapas de desarrollo	82.41%■ 17.58%*		96.96%■ 3.03%*		0%■ 40%* 20%□ 40%◇			0%■ 27.27%* 31.81%□ 40.90%◇			0%■ 0%* 75%□ 18.75%◇ 6.25◻			0%■ 0%* 31.25%□ 43.75%◇ 6.25%◻ 12.5%▲ 6.25%■							
	Tallas (A)	■	*	■	*	*	□	◇	*	□	◇	*	□	◇	◻	□	◇	◻	◇	◻	▲
6.5		6.6	6.3	6.1	6.2	5.5	5.2	6.4	5.5	5.8	6.1	4.6	5.4	6.5	4.5	6	7	8	11		

A = Altura promedio del tallo (cm) 0 = día de trasplante, ■ = Etapa 0, sólo cotiledones, * = Etapa 1, primera pina, □ = Etapa 2, 2 das. Pinas, ◇ = 3 Etapa, 3ras. Pinas, ◻ = Etapa 4, 4tas. Pinas, ● = Etapa 5, 5tas. Pinas, ▲ = Etapa 6, 6tas. Pinas, ■ = Etapa 7, 7mas. pinas.

El cuadro 18, da información sobre las etapas de crecimiento de mezquite, en el sustrato con estiércol, manifestando tallas similares para las mismas etapas en los diferentes tiempos, así mismo el crecimiento y establecimiento de la especie, son adecuados en este tipo de suelo, las figs. 49 y 58 dan sustento a lo antes mencionado.

Cuadro 18. Características del crecimiento de plántulas de mezquite, establecidas en suelo con estiércol (2:1)

Plántulas de mezquite en sustrato suelo con estiércol relación (2:1)																					
Días	0			20			40			60			80			100					
Etapas de desarrollo	71.96%■ 28.03%*			0%■ 99.81%* 0.18%□			0%■ 92.27%* 7.72%□			0%■ 26.62%* 69.48%□ 3.89%◇			0%■ 20.51%* 64.10%□ 15.38%◇			0%■ 15.05%* 46.23%□ 23.65%◇ 6.45%◻ 6.457%● 2.15%▲					
	Tallas (A)	■	*		■	*	□	■	*	□	*	□	◇	*	□	◇	*	□	◇	◻	●
6.5		5.6	-	5.7	6.2	-	4.2	5.4	4.4	4.8	5.1		4.2	5.4	5.5	4.5	6	5.4	5.7	6	8

A = Altura promedio (cm) 0 = día de trasplante, ■ = Etapa 0, sólo cotiledones, * = Etapa 1, primera pina, □ = Etapa 2, 2 das. Pinas, ◇ = 3 Etapa, 3ras. Pinas, ◻ = Etapa 4, 4tas. Pinas, ● = Etapa 5, 5tas. Pinas, ▲ = Etapa 6, 6tas. Pinas.

El presente cuadro hace referencia a las etapas de desarrollo de mezquite en suelo natural propiamente del área de estudio, manifestando las presentes etapas de desarrollo, la Fig. 59 hacen notar que el establecimiento como el crecimiento es poco favorecidos en este tipo de suelo.

Cuadro 19. Características del crecimiento de plántulas de mezquite, establecidas en suelo natural

Plántulas de mezquite en sustrato suelo natural																					
Días	0			20			40			60			80			100					
Etapas de desarrollo	98.42%■ 1.57%*			60.62%■ 39.37%*			28.57%■ 45.53%* 25.89%□			0%■ 47.61%* 52.38%□			0%■ 78.18%* 16.36%□ 5.45%◇			0%■ 0%* 50%□ 16.66%◇ 33.33%◻					
	Tallas (A)	■	*		■	*	□	■	*	□	*	□	◇	*	□	◇	□	◇	◻		
6		5.5		5.3	5.1	4.8	4.8	4.7	4.3	3.3	3.9		2.3	3.5	3.4	3.3	3.6	4			

A = Altura promedio (cm) 0 = día de trasplante, ■ = Etapa 0, sólo cotiledones, * = Etapa 1, primera pina, □ = Etapa 2, 2 das. Pinas, ◇ = 3 Etapa, 3ras. Pinas, ◻ = Etapa 4, 4tas. Pinas.

10.7.4 Etapas de desarrollo de Guaje

El cuadro 20 indica el desarrollo de crecimiento de las plántulas de guaje, mostrando heterogeneidad en las etapas al último tiempo establecido. La fig. 60 esquematiza las etapas fenológicas al tiempo 100. Todos aquellos esquemas faltantes hacen referencia a la mortalidad total de las plántulas a este tiempo.

Cuadro 20. Características del crecimiento de plántulas de guaje, establecidas en suelo con rastrojo (2:1)

Plántulas de guaje en sustrato suelo con rastrojo relación (2:1)																		
Días	0			20			40			60			80			100		
Etapas de desarrollo	100%■			7.84%■ 86.27%* 5.88%□			0%■ 92.30%* 7.69%□			0%■ 0%* 100%□			0%■ 0%* 71.42%□ 28.57%◇			0%■ 0%* 60%□ 20%◇ 20%●		
	■	■	*	□	■	*	□	■	*	□	*	□	◇	□	◇	●		
Tallas (A)	5.5	3	3.5	3.6	-	3.2	3.1	-	-	3	-	3.1	3.2	3.4	3.6	3.4		

A = Altura promedio (cm) 0 = día de trasplante, ■ = Etapa 0, sólo cotiledones, * = Etapa 1, primera pina, □ = Etapa 2, 2 das. Pinas, ◇ = 3 Etapa, 3ras. Pinas, ◻ = Etapa 4, 4tas. Pinas, ● = Etapa 5, 5tas. Pinas.

Al igual que el cuadro antes mencionado, éste nos indica el desarrollo seguido de las plántulas de guaje en un suelo con estiércol, dando como resultados cuatro diferentes etapas, las cuales se pueden ver en la Fig. 61

Cuadro 21. Características del crecimiento de plántulas de guaje, establecidas en suelo con estiércol

Plántulas de guaje en sustrato suelo con estiércol relación (2:1)																		
Días	0			20			40			60			80			100		
Etapas de desarrollo	78.70%■ 21.29%*			23.66%■ 75.57%* 0.76%□			5.29%■ 65.29%* 29.41%□			4.65%■ 4.65%* 90.69%□			4.41%■ 2.94%* 73.52%□ 19.11%◇			0%■ 0%* 31.25%□ 50%◇ 18.75%◻		
	■	*	■	*	□	■	*	□	■	*	□	■	*	□	◇	□	◇	◻
Tallas	5.8	5.3	5.6	5.2	3.6	4.3	4.1	3.1	3.6	3.9	3.3	3.7	4.2	3.2	3.7	3	3.9	4.1

A = Altura promedio (cm) 0 = día de trasplante, ■ = Etapa 0, sólo cotiledones, * = Etapa 1, primera pina, □ = Etapa 2, 2 das. Pinas, ◇ = 3 Etapa, 3ras. Pinas, ◻ = Etapa 4, 4tas. Pinas.

La fig. 71 y el cuadro siguiente caracterizan las imágenes y los valores del desarrollo fenológico del guaje, así también en la fig. 62 se muestra la etapa de crecimiento después de la germinación de las semillas de esta especie. El sustrato empleado fue el suelo natural

el cual brinda los nutrientes necesarios para el establecimiento y crecimiento de la especie.

Cuadro 22. Características del crecimiento de plántulas de guaje, establecidas en suelo natural

Plántulas de guaje en sustrato de suelo natural														
Días	0		20		40		60		80			100		
Etapas de desarrollo	56.80%■		27.22%■		0%■		0%■		0%■			0%■		
	43.19%*		72.77%*		0%*		0%*		0%*			0%*		
Tallas	□		□		□		□		□			□		
	3.6	3.3	3.4	3.4	3.1	3.0	3.4	3.1	3.3	3.2	3.2	3.1	3.4	3.6

A = Altura promedio del tallo (cm) 0 = día de trasplante, ■ = Etapa 0, sólo cotiledones, * = Etapa 1, primera pina, □ = Etapa 2, 2 das. Pinas, ◇ = 3 Etapa, 3ras. Pinas, ◻ = Etapa 4, 4tas. Pinas, ● = Etapa 5, 5tas. Pinas, ▲ = Etapa 6, 6tas. Pinas.

La tasa de crecimiento de las especies esta influenciada directamente por la temperatura, la humedad, la textura y pH del suelo así también por la fertilidad que en él se presente. Por lo que deben considerarse como factores principales cuando se requiera hacer una siembra ya sea de manera controlada como en los invernaderos y viveros ó directamente en campo. La finalidad de recabar datos sobre el establecimiento controlado en campo y desarrollo fenológico de las especies antes citadas se debe a la escasa información que hay al respecto cuando se trabajan cuestiones de germinación, ya que en su mayoría de los estudios sólo concluyen hasta la fase germinativa.

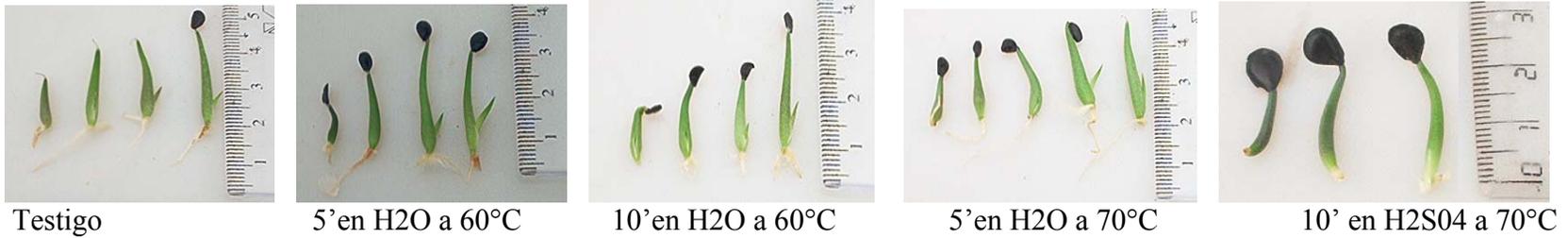
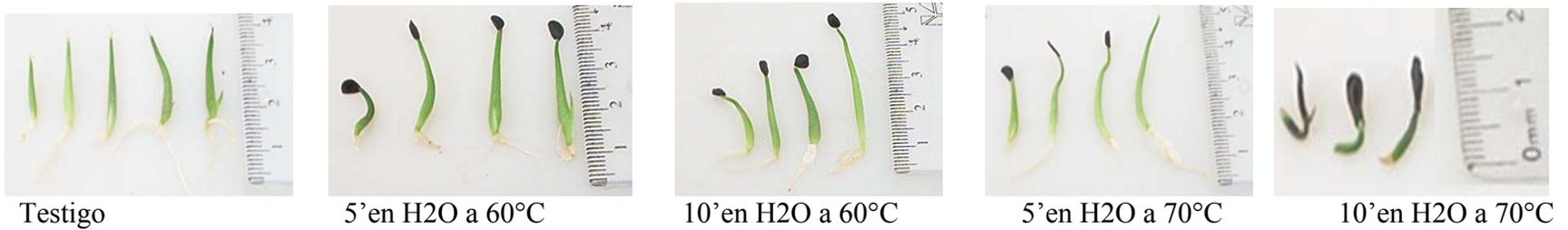
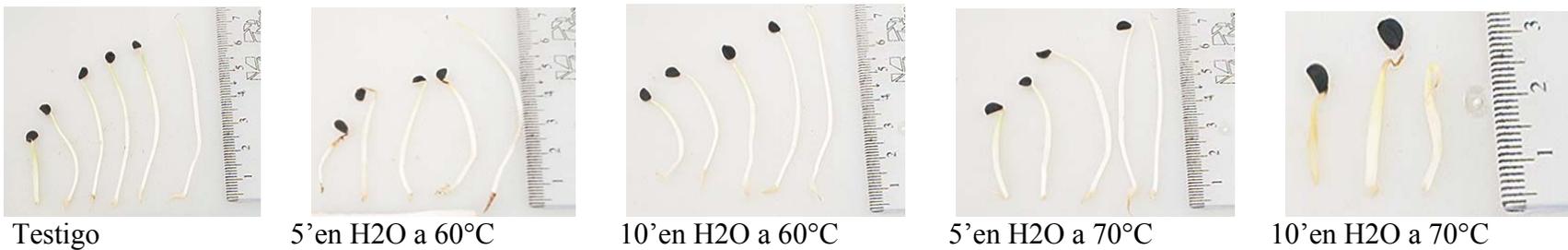
a. 12 hrs. luz-12 hrs. oscuridad**b. 24 hrs. luz****c. 24 hrs. oscuridad**

Fig. 47. Imágenes del crecimiento de lechuguilla, a 10 días de desarrollo bajo diferentes tratamientos y fotoperíodos: a. 12 hrs. luz-12 hrs. oscuridad. b. 24hrs. luz. c. 24hrs. oscuridad

a. 12 hrs. luz-12 hrs. oscuridad

Testigo



5' en H2O a 60°C



10' en H2O a 60°C



5' en H2O a 70°C



10' en H2O a 70°C

b. 24 hrs. luz

Testigo



5' en H2O a 60°C



10' en H2O a 60°C



5' en H2O a 70°C



10' en H2O a 70°C

c. 24 hrs. oscuridad

Testigo



5' en H2O a 60°C



10' en H2O a 60°C



5' en H2O a 70°C



10' en H2O a 70°C

Fig. 48. Imágenes del crecimiento de maguey pulquero, a 10 días de desarrollo bajo diferentes tratamientos y fotoperíodos: a. 12 hrs. luz-12 hrs. oscuridad. b. 24hrs. luz. c. 24hrs. oscuridad

a. 12 hrs. luz-12 hrs. oscuridad10' en H₂SO₄5' en H₂SO₄

Testigo

b. 24 hrs. luz10' en H₂SO₄5' en H₂SO₄

Testigo

c. 24 hrs. oscuridad10' en H₂SO₄5' en H₂SO₄

Testigo

Fig. 49. Imágenes del crecimiento de mezquite, a 10 días de desarrollo bajo diferentes tratamientos y fotoperíodos: a. 12 hrs. luz-12 hrs. oscuridad. b. 24hrs. luz. c. 24hrs. oscuridad

a. 12 hrs. luz-12 hrs. oscuridad10' en H₂SO₄5' en H₂SO₄

Testigo

b. 24 hrs. luz10' en H₂SO₄5' en H₂SO₄

Testigo

c. 24 hrs. oscuridad10' en H₂SO₄5' en H₂SO₄

Testigo

Fig.50. Imágenes del crecimiento de guaje, a 10 días de desarrollo bajo diferentes tratamientos y fotoperíodos: a. 12 hrs. luz-12 hrs. oscuridad. b. 24hrs. luz. c. 24hrs. oscuridad

Fotoperíodo 12hrs. Luz – 12 hrs. oscuridad

Testigo

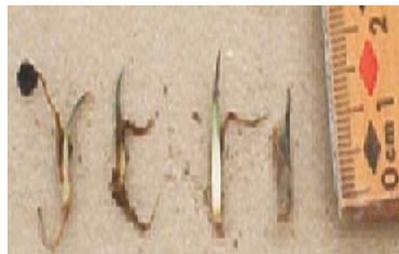
5' en H₂O a 60°C10' en H₂O a 60°C**Fotoperíodo 24 hrs. luz**5' en H₂O a 60°C

Fig. 51. Plántulas de lechuguilla en diferentes tratamientos en un sustrato de suelo con rastrojo (2:1) a 100 días del trasplante.

Fotoperíodo 12hras. Luz – 12 hrs. oscuridad

Testigo



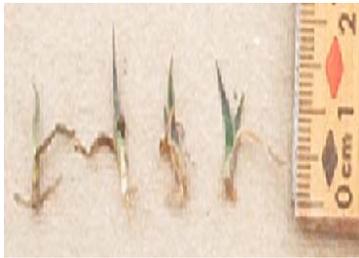
5' en H2O a 60°C



10' en H2O a 60°C



5' en H2O a 70°C

Fotoperíodo 24 hrs. luz

Testigo



5' en H2O a 60°C



10' en H2O a 60°C



5' en H2O a 70°C

Fotoperíodo 24 hrs. oscuridad

Testigo



5' en H2O a 60°C

Fig. 52. Plántulas de lechuguilla en diferentes tratamientos en un sustrato de suelo con estiércol (2:1) a 100 días del trasplante.

Fotoperíodo 12hrs. Luz – 12 hrs. oscuridad



Testigo



5' en H2O a 60°C



10' en H2O a 60°C

Fotoperíodo 24 hrs. luz



Testigo



5' en H2O a 60°C



10' en H2O a 60°C

Fotoperíodo 24 hrs. oscuridad



Testigo



5' en H2O a 60°C



10' en H2O a 60°C



5' en H2O a 70°C

Fig. 53. Plántulas de lechuguilla en diferentes tratamientos en un sustrato de suelo natural a 100 días del trasplante.

Fotoperíodo 12hrs. Luz – 12 hrs. oscuridad5' en H₂O a 60°C10' en H₂O a 60°C5' en H₂O a 70°C**Fotoperíodo 24 hrs. luz**

Testigo

5' en H₂O a 60°C10' en H₂O a 60°C5' en H₂O a 70°C**Fotoperíodo 24 hrs. oscuridad**5' en H₂O a 60°C10' en H₂O a 60°C5' en H₂O a 70°C

Fig. 54. Plántulas de maguey pulquero en diferentes tratamientos en un sustrato de suelo con rastrojo (2:1) a 100 días del trasplante.

Fotoperíodo 12hrs. Luz – 12 hrs. oscuridad

Testigo

5' en H₂O a 60°C10' en H₂O a 60°C5' en H₂O a 70°C**Fotoperíodo 24 hrs. luz**

Testigo

5' en H₂O a 60°C10' en H₂O a 60°C

Fig. 55. Plántulas de maguey pulquero en diferentes tratamientos en un sustrato de suelo con estiércol (2:1) a 100 días del trasplante.

Fotoperíodo 12hrs. Luz – 12 hrs. oscuridad

Testigo

5' en H₂O a 60°C10' en H₂O a 60°C5' en H₂O a 70°C**Fotoperíodo 24 hrs. luz**

Testigo

5' en H₂O a 60°C10' en H₂O a 60°C5' en H₂O a 70°C**Fotoperíodo 24 hrs. oscuridad**5' en H₂O a 60°C10' en H₂O a 60°C5' en H₂O a 70°C

Fig.56. Plántulas de maguey pulquero en diferentes tratamientos en un sustrato de suelo natural a 100 días del trasplante.

Fotoperíodo 12hras. Luz – 12 hrs. oscuridad5' en H₂SO₄10' en H₂SO₄**Fotoperíodo 24 hrs. luz**5' en H₂SO₄10' en H₂SO₄**Fotoperíodo 24 hrs. oscuridad**10' en H₂SO₄

Fig. 57. Plántulas de mezquite en diferentes tratamientos en un sustrato de suelo con rastrojo (2:1) a 100 días del trasplante.

Fotoperíodo 12hrs. Luz – 12 hrs. oscuridad5' en H₂SO₄10' en H₂SO₄**Fotoperíodo 24 hrs. luz**5' en H₂SO₄10' en H₂SO₄**Fotoperíodo 24 hrs. oscuridad**5' en H₂SO₄10' en H₂SO₄

Fig. 58. Plántulas de mezquite en diferentes tratamientos en un sustrato de suelo con estiércol (2:1) a 100 días del trasplante.

Fotoperíodo 12hrs. Luz – 12 hrs. oscuridad5' en H₂SO₄10' en H₂SO₄**Fotoperíodo 24 hrs. luz**5' en H₂SO₄10' en H₂SO₄**Fotoperíodo 24 hrs. oscuridad**5' en H₂SO₄10' en H₂SO₄

Fig. 59 Plántulas de mezquite en diferentes tratamientos en un sustrato de suelo natural a 100 días del trasplante.

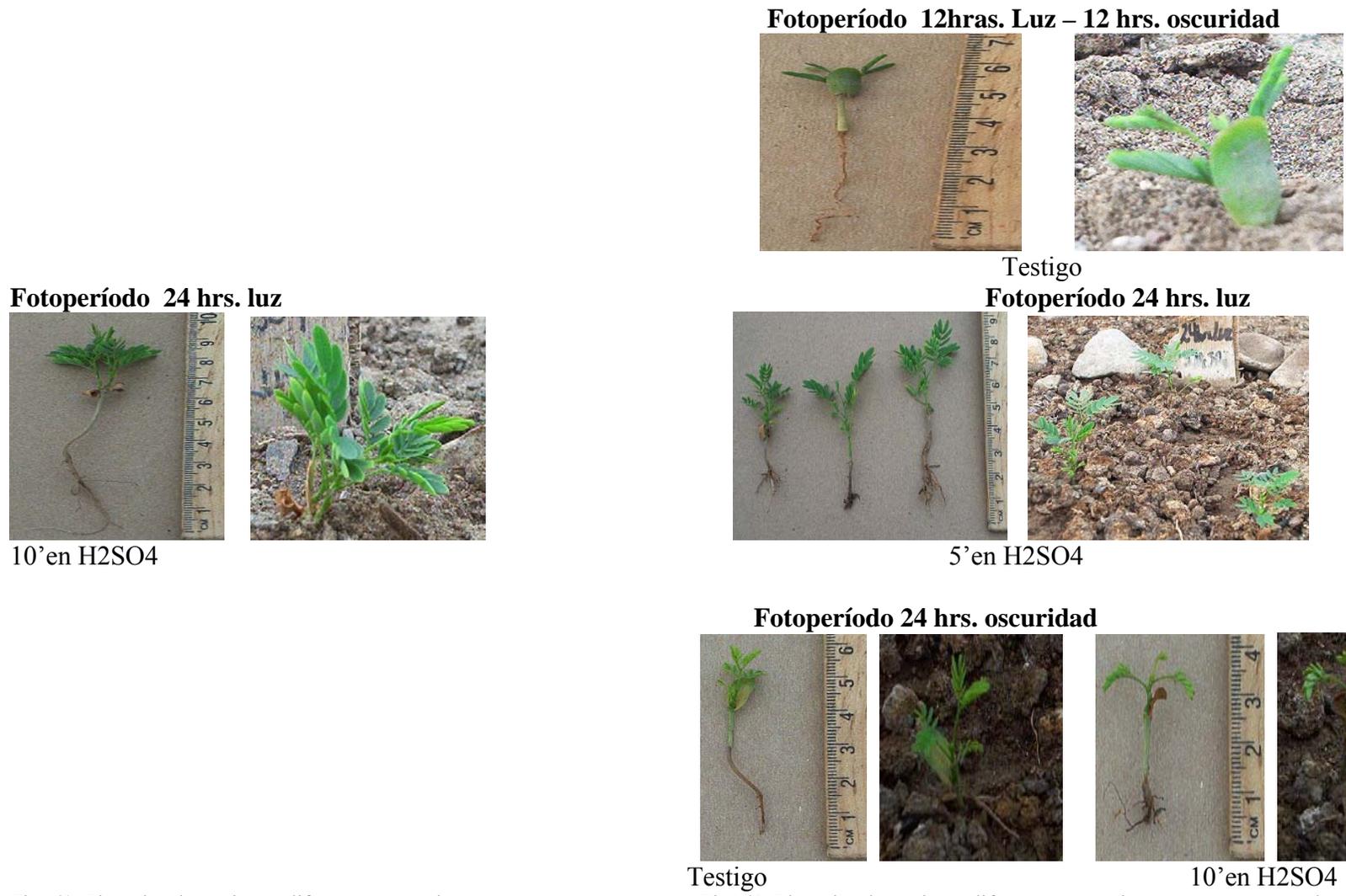


Fig. 60. Plántulas de guaje en diferentes tratamientos en un sustrato de suelo con rastrojo (2:1) a 100 días del trasplante

Fig. 61. Plántulas de guaje en diferentes tratamientos en un sustrato de suelo con estiércol (2:1) a 100 días del trasplante

Fotoperíodo 12hras. Luz – 12 hrs. oscuridad5' en H₂SO₄10' en H₂SO₄**Fotoperíodo 24 hrs. luz**

Testigo

5' en H₂SO₄10' en H₂SO₄**Fotoperíodo 24 hrs. oscuridad**5' en H₂SO₄10' en H₂SO₄

Fig. 62. Plántulas de guaje en diferentes tratamientos en un sustrato de suelo natural a 100 días del trasplante.

10.8 IMPORTANCIA COMUNITARIA DE LAS ESPECIES INVESTIGADAS

Con la finalidad de determinar la importancia de las especies trabajadas para la población, se aplicó entrevistas abiertas a 20 personas de la Comunidad del Dexthi, etnia Ñañhu de entre 15 y 78 años de edad, con el objetivo de conocer más acerca del conocimiento y aprovechamiento que le dan a la lechuguilla, al maguey pulquero, al mezquite y al guaje (Fotos entrevistas). La información obtenida fue de suma importancia, debido a que los datos muestran un panorama más amplio acerca de la relevancia cultural, económica y ecológica que estas especies tienen.

Por lo cual, se diseñarán estrategias y métodos que ayuden a la regeneración y conservación de estas especies en un tiempo relativamente corto con la finalidad de que la gente interesada en preservar sus recursos se los apropie y puedan seguir aprovechandolos.

La información obtenida se agrupó de acuerdo a las formas de aprovechamiento que realizan los pobladores

10.8.1 Aprovechamiento y utilidad

10.8.1.1 *Agave lechuguilla* (lechuguilla)

1. ¿Cómo utilizan la planta?

Como alimento humano. Se consume la flor de lechuguilla antes de que esta abra, se prepara friéndola con cebolla y chile verde.

Como forraje. La parte de la planta que se usa para este fin es la flor, de ella dependen chivos, cabras, vacas y puercos. Las pencas no se utilizan para este fin debido a que intoxican al ganado por las propiedades que contienen.

Para construcción. Para este fin se utiliza el quiole una vez que se seca, con él se construyen viviendas rústicas y corrales para gallinas, chivos y cabras.

Para leña se utiliza el quiole una vez seco.

2. ¿Qué aprovechan de la planta?

De esta planta se aprovecha la flor para alimento humano y animal, el quiole para construcción, leña y elaboración de bastones, de las pencas se obtiene el Ixtle (fibra) mediante el raspado en máquina o a mano, la cual venden por kilogramo al taller que se encuentra en la comunidad y que esta a cargo de una asociación de lechuguilleros los cuales venden la fibra; la materia prima sirve para la elaboración de distintos productos como: cepillos, cordeles, sandalias, bolsas, sacos, mantas, redes para pescar en ríos, cuerdas, cestos, estropajos por mencionar algunos. Del xithe, residuos que se obtienen al tallar la lechuguilla, se utiliza para lavar trastes y elaborar shampoo contra la calvicie, la orzuela y la caspa, debido a la espuma que presenta

3.- ¿Por qué es que utilizan la planta para estos fines?

Los usos y aprovechamientos de esta planta se han adquirido mediante la tradición oral, además de hacer uso de los recursos que se tienen en la zona

4.- ¿Cómo y en qué épocas consiguen la planta?

El quiote y la flor o golumbo como también es llamado por la comunidad, se obtienen por temporalidad, ya que la lechuguilla solo florece en una época del año, las pencas se adquieren toda la época del año, cortando las hojas exteriores de diferentes plantas y manteniendo las hojas centrales o cogollo para que estas se sigan renovando.

5.- ¿De qué manera obtienen el recurso?

La lechuguilla se obtiene como recurso natural en la zona. El quiote se consigue cortándolo con un machete o doblándolo con la mano, las flores se cortan del quiote con las manos o cuchillo, las pencas se cortan con un instrumento llamado tajadera (especie de cuchilla), que se consigue en el mercado municipal de Ixmiquilpan, a la cual se le coloca un mango largo de madera.

6.- ¿Siembran este tipo de planta?

Si se siembran, pero no por semilla ya que su crecimiento de esta manera es muy tardada, la siembra tradicional es por trasplante de hijuelos ya que de esta manera el crecimiento es relativamente más rápido.

7.- ¿Qué importancia tiene esta planta?

La importancia de la lechuguilla para la comunidad es muy grande, debido al diferente aprovechamiento que se le da, además de que de este recurso dependen los ingresos económicos de algunos de los pobladores. En cuanto a lo ecológico es importante debido a que brindan protección al suelo para evitar su pérdida, el nectar de las flores y semillas son alimento para los insectos, brinda protección a diferentes lagartijas y serpientes.

10.8.1.2 *Agave salmiana* (maguey pulquero)

1. ¿Cómo utilizan la planta?

El maguey pulquero tiene diferentes usos entre los cuales destacan:

Las de uso alimenticio: la parte de la planta que se utiliza para este fin es la flor cuando todavía no abre ya que después se amargan, el guiso es con cebolla y chile similar al de la flor de lechuguilla; las pencas se utilizan en la preparación de la barbacoa ya sea de pollo o chivo dándoles el aroma y sabor característico. El quiote se consume cuando es tierno ya que se prepara como dulce horneándolo. Del maguey también se extrae el aguamiel bebida refrescante que al fermentarse se convierte en pulque, cuyo consumo es por costumbre a falta del agua o como bebida alcohólica.

Como alimento para el ganado principalmente cabras, chivos y puercos animales que predominan en la comunidad a parte de las gallinas, la parte de la planta que se les proporciona como alimento es la flor y el quite tierno, ya que la penca los enferma.

Como material para construcción rustica de casas se emplea el quiote en combinación con otros materiales, para la elaboración de corrales y cercas.

Como postes, tendedores, bancas para sentarse y camas.

Para leña también es empleado el quiote y las pencas una vez secos

De uso medicinal es empleada la penca, contra dolores musculares poniendo azarla cuando esta tierna.

2. ¿Qué se aprovecha de la planta?

Del maguey pulquero se utiliza todo, la planta entera como cerca viva, para la obtención de pulque, las flores y quiote para alimento humano y para el ganado así como para fines de construcción y leña, las pencas para hacer barbacoa y para la obtención de fibra mediante el raspado, esta práctica se da en menor proporción que el de la lechuguilla y también se vende el taller de lechuguilleros.

3. ¿Por qué es que utilizan la planta para estos fines?

Desde pequeños la gente veía que sus padres, abuelos y demás familiares las utilizaban para estos fines por lo que el conocimiento es de manera tradicional, haciendo uso de los recursos presentes.

4. ¿Cómo y en que épocas consiguen la planta?

La planta esta presente todo el año, por lo que se da el aprovechamiento de las pencas, las flores y quiotes sólo se consiguen por temporalidad, aunque una vez teniendo estos ya no habrá pencas ya que la planta muere.

5. ¿De qué manera obtienen el recurso?

Las pencas y flores se pueden obtener comprándolos en el mercado municipal de Ixmiquilpan o en el tianguis que se instalan los días lunes y jueves o con vecinos de la misma comunidad ya que este recurso se agota para varios de los pobladores, los que aún cuentan con plantas magueyeras los obtienen de sus terrenos.

6. ¿Siembran este tipo de planta?

Muchos de los pobladores de la comunidad ya no tienen este hábito, ya que tienen otras fuentes de ingresos, los cuales ya no son la venta de pulque o pencas; otros si la siembran por medio de trasplantes de renuevos, cuando muere el padre lo quitan y el hoyo es remplazado por uno de los hijuelos, el empleo de semilla no se ha llevado a cabo, sólo el que se da de manera natural en el campo.

7. ¿Qué importancia tiene esta planta?

Consideran que es un recurso muy importante que se ha ido acabando y que si no implementan una alternativa de recuperación pronto ya no contarán con el suficiente para cubrir necesidades básicas que esta planta les brinda, además de que es representativa de la región por lo que brinda beneficios a la tierra (suelo) al evitar su pérdida y al retener agua.

10.8.1.3 *Prosopis laevigata* (mezquite)

1. ¿Cómo utilizan la planta?

Como alimento humano. Se consumen las vainas una vez maduras de manera natural debido a que su sabor es dulce o se preparan como postre, hirviéndolas con piloncillo, se debe comer en poca cantidad ya que mucha provoca dolor de estomago y gases, las flores se comen en guisos uno de ellos es en tortitas con salsa, las flores para este guiso deben ser las que apenas van a abrir. El árbol es hábitat importante de un insecto conocido como tintarrias, chinches ó XAMUE (*Pachilis gigas*) por los pobladores, que para fines alimenticios es de suma importancia, debido a que es una comida tradicional la cual es acompañada con pulque, su preparación se basa en asarlos al comal (vivos), junto con chile de árbol seco y posteriormente molerlos en el molcajete.

Como forraje. Es alimento básico para el ganado presente en la zona, principalmente chivos, cabras y puercos proporcionándoles los renuevos y las vainas maduras o secas, ya que son la parte blanda de la planta que pueden comer los animales sin dificultad. Pero cuando no es temporada se les da las ramas más tiernas.

Como medicina. Por conocimiento oral, se sabe que el mezquite sirve para quitar la gastritis chupando la resina como si fuera un dulce, esto no muchos lo saben por lo cual no se

práctica y los que lo saben no lo llevan a cabo por no saber que tan verídico es. Para la diabetes se utiliza la raíz preparándola en té, para el dolor de estómago se usa una rama fresca y el líquido que secreta se unta en el estómago.

Para construcción y leña. Mucho del mezquite presente en la zona ha sido y es utilizado en la actualidad en la cocina como leña, sin embargo este uso se ha reducido debido al suplemento en las cocinas de la estufa y el tanque de gas, también es utilizada para construir cercas a los animales, viviendas rústicas en conjunto con otros materiales como quites de maguey o lechuguilla y laminas de cartón, de las cuales ya no se ven muchas, ahora predomina las casas de concreto.

Para cercas vivas, ornato y sombra. Se les ha dado el uso también para delimitar un área de otra, conocido como cerca viva, se les considera de ornato ya que la gente los ve como árboles que dan buena vista a sus casas, además de sombra

2. ¿Por qué es que utilizan la planta para estos fines?

Se utiliza este árbol ya que tradicionalmente, se les ha inculcado los beneficios que proporciona, además de que es representante de la zona por lo que han hecho uso de él desde los asentamientos de la población.

3. ¿Cómo y en que épocas consiguen la planta?

El mezquite esta presente toda la época del año, por ello la obtención de la madera puede ser cuando se necesite, pero en el caso del fruto y flores para alimento es por temporadas principalmente entre los meses de marzo y abril que es cuando florea el árbol.

4. ¿De qué manera obtienen el recurso?

Todo lo que se usa del mezquite se obtiene del campo, porque ahí es donde esta. La madera se consigue cortándola con un machete, el cual se adquiere en el mercado de Ixmiquilpan a un precio de aproximadamente de \$100 a \$200.00 pesos y según el uso que le den es lo que dura, las flores con la mano y las vainas se recogen de las que caen al suelo o con una vara larga se tiran.

5. ¿Siembran este tipo de planta ?

No, los pobladores no siembran el mezquite, pero consideran que se debe hacer ya que en la actualidad el número de éstos a disminuido notablemente, debido a que no hay un renovación adecuada, hace aproximadamente 15 años la explotación del mezquite en el Valle del Mezquital, fue severa ya que muchos árboles fueron utilizados para hacerlos carbón. Consideran que la renovación se debe hacer por semilla ya que por plántula es difícil la sobrevivencia en campo por ser muchos los cuidados que se les debe dar.

6. ¿Qué importancia tiene esta planta?

Su importancia es muy grande debido a que de él se obtienen muchos recursos como los antes mencionados para la comunidad en general, además de que brindan casa a los animales (xamues, pájaros, gallinas que se trepan en ellos al oscurecer, etc.) y la tierra (suelo) que se encuentra a su alrededor tiene muchos nutrientes para la siembra de otras plantas.

10.8.1.4 *Leucaena leucocephala* (guaje)

1. ¿Cómo utilizan la planta?

Las propiedades que tiene el guaje es poco conocida por los pobladores, por ser una planta exótica, pero entre los usos están:

Para alimento humano. Utilizan las vainas cuando están tiernas, abriéndolas y comiéndose la semilla ya sea de manera natural o al prepararla en salsa, para ello asan las semillas y chile verde en el comal y una vez asados lo muelen en el molcajete.

Como ornato. Se siembra fuera de las casas para dar una buena vista, también se hace en los huertos familiares, ya que proporciona nutrientes al suelo al caer sus hojas a éste y juega el papel de nodriza para plantas pequeñas.

Como leña poco se ha utilizado debido a su escasa ramificación.

Otras utilidades son como tendedores

2. ¿Por qué es que utilizan la planta para estos fines?

Algunas de las personas no saben que la semilla se come, principalmente los jóvenes, debido a la poca información que tienen de esta planta, las que si tienen el conocimiento (gente adulta) ha sido por que han visto que otras gentes lo comen o les han dicho. Como ornato la utilizan ya que es un árbol y proporciona sombra, además de que es de los pocos tipos que hay en la comunidad y no requieren de muchos cuidados.

3. ¿Cómo y en que épocas consiguen la planta?

El árbol esta presente toda la época del año y la obtención del fruto es una vez al año, por el mes de abril aproximadamente.

4. ¿De qué manera obtienen el recurso?

La gente que tiene sembrados los emplea para autoconsumo, y sólo se da de esta manera ya que no se encuentra de manera libre en el campo.

5. ¿Siembran este tipo de planta?

Sí, se hace por semilla regándose tres veces a la semana hasta alcanzar una talla de aproximadamente 50 cm por ser introducida y no presentarse en el campo.

6. ¿Qué importancia tiene esta planta?

El guaje aunque no conocen muchos de los beneficios que pueda dar a la zona, generalizan que es una planta que brinda nutrientes al suelo, alimento para ellos además de ser estético.

X. CONCLUSIONES

Es importante que en nuestro país se desarrollen todas las opciones que existen para propagar especies nativas, ya que la gran diversidad de recursos forestales con los que aún se cuenta, deben ser utilizados y revalorados, lo cual favorecería y facilitaría la recuperación de la gran cantidad de áreas deforestadas.

Para ello se deben considerar las diferentes metodologías de propagación de las especies nativas adaptadas al ambiente de la zona, de cuya investigación resultaron las siguientes

- La prueba de TTC dio resultados satisfactorios cuando se sometió a las semillas a pretratamientos, así como a la prehidratación y escarificación mecánica, éste último es un factor a tomarse en cuenta, ya que en cuyas semillas no escarificadas mecánicamente el reactivo de cloruro de trifetil tetrazolio no penetró con la misma rapidez, debido a que la cubierta seminal juega un papel muy importante al delimitar el paso de sustancias.
- Las semillas de lechuguilla manifiestan porcentajes germinativos que van del 90 al 94% con el tratamiento a 5' de inmersión en agua a 60° C o sin el empleo del tratamiento, lo cual debe tomarse en cuenta para la producción de plántulas de esta especie.
- El maguey pulquero, manifestó buenos resultados germinativos al emplearse los tratamientos a 5 y 10' de inmersión en agua a 60 ° C, así como donde no se empleó tratamiento (Testigo).
- La escarificación térmica empleada en las semillas de agavaceas muestran que la temperatura de 70° C durante 5 y 10' dañan la viabilidad, mientras que las no tratadas (Testigo) y las sometidas a 60° C durante 5 y 10' en fotoperíodos de 12 hrs. luz-12 hrs. oscuridad y 24 hrs. oscuridad promueven la germinación.
- La alta sobrevivencia de plántulas de lechuguilla, se manifiesta en el sustrato de suelo natural, sin embargo el que manifiesta mejor desarrollo de crecimiento es el combinado con estiércol (2:1), así también este último brinda mejores resultados para el establecimiento y desarrollo de crecimiento de las plántulas de maguey pulquero.
- La digestión ácida a los dos tiempos de inmersión a los que fueron sometidas las semillas de mezquite y la exposición a los tres periodos de luz, dan resultados satisfactorios, ya que se obtienen porcentajes germinativos por arriba del 90%.
- El sustrato que brinda mejores resultados en el establecimiento de las plántulas de mezquite es el suelo combinado con estiércol relación (2:1), así mismo las etapas de crecimiento son más evidentes.

- Para el caso de guaje el empleo de ácido sulfúrico muestra que son adecuados de emplearse ambos tiempos de inmersión a los que fueron sometidas las semillas, ya que resultan porcentajes del 80% con el tiempo a 10' de inmersión, así mismo los diferentes tipos de fotoperíodos no afecta la germinación de la especie.
- El establecimiento de las plántulas de guaje tiene mejores resultados en el suelo natural, donde manifiestan un mejor desarrollo fenológico.
- Las semillas de leguminosas empleadas, muestran buenos resultados de germinación al utilizarse ácido sulfúrico concentrado a 5' y 10' de inmersión, así también los fotoperíodos manejados no son una limitante para que se de la germinación en estas semillas.
- La encuesta realizada, brindó un panorama amplio acerca de los conocimientos que la gente tiene sobre los distintos usos y aprovechamientos de las especies investigadas.
- El taller fue un método didáctico por el cual se trasmitió a los pobladores las técnicas germinativas y de siembra de las cuatro diferentes especies investigadas, con la finalidad de que se adopten para lograr un incremento de las coberturas vegetales en la zona.

XI. SUGERENCIAS

- Para reforzar los datos obtenidos en la prueba de viabilidad es necesario realizar pruebas germinativas.
- Uno de los problemas que se ha tenido con el mezquite es que una vez que germinan en bolsas forestales o almácigos, es difícil su establecimiento en el lugar definitivo, por lo que es importantes que se lleven a cabo investigaciones sobre el trasplante definitivo en campo y se den alternativas que ayuden a incrementar la sobrevivencia, tomándose como base al rescate de la tradición oral.
- Se recomienda que una vez que se hayan tratado las semillas de las diferentes especies investigadas, se les siembre en el lugar definitivo ya que de esta manera no se afectaría la raíz por lo que el crecimiento y sobrevivencia incrementarían, además se debe considerar el cercar el lugar, donde se haya realizado la siembra con la finalidad de evitar la depredación por animales de corral o silvestres.
- Se sugiere una investigación más rigurosa en cuanto a los procesos fisiológicos que se presentan durante la germinación de estas semillas al emplearse estos métodos.

XII. ANEXO

12.1 Relatoría del taller de capacitación en germinación de semillas

El taller germinación y siembra de semillas, forma parte de las actividades que en la actualidad realiza el Centro Piloto de Conservación y Restauración de Suelos “El Dexthi-San Juanico” a cargo del laboratorio de Edafología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala - UNAM.

Se invitó a la población en general, durante una junta llevada a cabo en el Centro Piloto, ya que en ella se encontraba la mayoría de la gente adulta, cuyo papel es preponderante en la comunidad.

Se colocaron anuncios en puntos estratégicos de la comunidad (escuela primaria y tiendas principales) anunciando fecha, lugar y hora del taller a llevarse a cabo.

El taller se llevó a cabo particularmente con gente adulta de la comunidad, entre ellos las Señoras: Toribia Palma Baltasar, Tomasa Toribio Doroteo, Ines Monroy Resendiz, Teresa Pérez Banco, Epifania Zapote Palma y el Señor: Andres Zapote Palma, los cuales se mostraron sumamente interesados en lo que se refiere a su entorno ambiental, algunos de ellos llevan a cabo dentro de la comunidad actividades de germinación con cactáceas, por lo que el interés sobre la germinación de leguminosas y agaves fue mayor.

La finalidad del taller fue hacer participe a la gente de la comunidad (memoria fotográfica) en las cuestiones de sus recursos naturales, por medio de la germinación de especies de interés económica y ecológica como lo son: la lechuguilla, el maguey pulquero, el mezquite y el guaje.

El taller se llevo a cabo en forma teórica y práctica con el fin de capacitar a la gente en el manejo y aplicación de las técnicas para la germinación de las semillas, además de hacerles saber que el crecimiento de las plántulas depende en gran parte del sustrato (suelo) en el que se desarrolle así como de la humedad presente en ella.

Los pasos que siguió el taller fueron los siguientes:

a) Teórico

- Presentación
- Explicación sobre la importancia de los recursos presentes en la zona, en especial sobre la lechuguilla, el maguey pulquero, el mezquite y el guaje.
- Información sobre las técnicas de germinación para las diferentes especies utilizadas.
- Se mostró el material que se ocupa para los tratamientos de las diferentes semillas y se explico paso a paso como realizar los tratamientos germinativos y el tipo de fotoperíodo que se debe mantener para su optima germinación, así también el tipo de sustratos a emplear una vez que la germinación se presenta y la radícala alcanza el tamaño adecuado.

b) Práctico

- Se les proporciono material a cada uno de los participantes del taller
- Se les fue mostrando paso a paso como realizar los tratamientos, primero para las leguminosas y después para los agaves; ellos fueron repitiéndolos.
- Para los fotoperíodos, a aquellas semillas que requieren de 12hrs.luz-12hrs.osc. será con la luz ambiental y para aquellas que requieren 24hrs. osc. se colocaron en bolsas negras para evitarles el contacto con la luz.
- Se prepararon los sustratos, que requieren las diferentes semillas para su óptimo crecimiento.
- Se realizó un recorrido por el invernadero para mostrar a los participantes, las plantas que han sido resultado de estos métodos.
- Se les obsequio a cada persona que asistió al taller plantas de guaje de una talla aproximada a los 40 - 60 cm. y el material que utilizaron con la finalidad de que observaran como y el tiempo en que germinan las diferentes semillas.
- Se concluyó haciéndoles saber la importancia de los métodos de germinación, además de escuchar su opinión al respecto.

El conocimiento que la gente tiene sobre cuestiones de siembras, cuidado de plantas, usos y aprovechamiento de éstas, proporciono una retroalimentación durante el transcurso del taller.

12.2 Guía técnica para la germinación y siembra de semillas de las especies trabajadas (lechuguilla, maguey pulquero, mezquite y guaje)

Objetivo General

Capacitar a los participantes en el manejo y aplicación de las técnicas para la germinación y siembra de semillas, con la finalidad de sentar las bases técnicas que favorezcan la producción masiva de organismos para promover e introducir prácticas de restauración, recuperación de zonas y conservación de suelos en la zona.

TRATAMIENTOS GERMINATIVOS

Material a utilizar para guaje y mezquite

- Semillas
- Ácido sulfúrico concentrado
- Colador de metal
- Recipiente de cristal
- Agua de la llave

Pasos a seguir para la germinación

- Selección de semillas
- Colocar las semillas en el recipiente
- Agregar ácido sulfúrico concentrado (con mucho mucho cuidado), esperar 5 ó 10 minutos.
- Agregar agua al recipiente con precaución y vaciar al colador, seguir enjuagando las semillas con agua.

Material a utilizar para lechuguilla y maguey pulquero

- Semillas
- Agua
- Estufa
- Recipiente de aluminio
- Recipiente de cristal
- Colador de plástico
- Termómetro

Pasos a seguir para la germinación

- Selección de semillas
- Colocar las semillas en el recipiente de cristal
- Agregar agua caliente a 60°C (auxiliarse con el termómetro), mantenerla a esta temperatura durante 5 minutos (agregando agua a una temperatura más alta). La investigación también reporto que este tratamiento no es necesario para que se lleve a cabo la germinación ya que el emplear semillas sin ningún tratamiento igualmente brindan resultados germinativos satisfactorios.
- Una vez pasado el tiempo se tira el agua utilizando el colador, en el caso de emplearse el tratamiento.

Una vez hechos los tratamientos a las semillas se continua con

- Colocar papel filtro a la caja petri y humedecerlo, en su ausencia se puede utilizar papel destrasa húmedo.
- Poner las semillas en las cajas o en el papel una vez que se encuentre húmedo, poner una fila de semillas doblar a manera de abanico, poner otra fila de semillas, doblar otra vez y colocar semillas hasta que el papel se acabe, una vez esto el resultado es una especie de tamal, el cual para que mantenga las condiciones de humedad debe colocarse dentro de una bolsa plastica.
- Etiquetar, de importancia para saber el día y tipo de tratamiento al que fueron sometidas las semillas y así tener datos del tiempo en que se presenta la germinación

Fotoperíodos a emplearse para las distintas especies:

Guaje y Mezquite —————→ la germinación de estas especies son indiferentes al tiempo de exposición a la luz blanca, por lo que germinan adecuadamente en los tres foto períodos empleados que fueron a 12hrs. luz- 12hrs.oscuridad, 24hrs.luz y 24hrs.oscuridad, para fines prácticos se debe emplear el de exposición a 12hrs.luz-12hrs.oscuridad, ya que estas características las brinda la luz del día y la falta de ella por las noches.

Lechuguilla y Maguey pulquero —————→ El fotoperiodo a emplearse para la optima germinación de las semillas de estas especies son a 24hrs.oscuridad y 12hrs.luz-12hrs.oscuridad, para lograra las condiciones de oscuridad se hace uso de bolsas negras o papel aluminio, materiales factibles de comprar.

SIEMRA

Una vez que las semillas han germinado y alcanzan una talla, aproximada de 3 a 4cm tomando en cuenta raíz y hoja primaria para el caso de los agaves se debe efectuar el trasplante a raíz desnuda en almácigos previamente acondicionados. Para el caso de las leguminosas el trasplante a condiciones de camas de suelo o almácigos se debe hacer una vez que las plántulas alcancen una talla de entre 7 y 10 cm tomando en cuenta raíz y tallo.

Otra forma a emplear para la siembra de las semillas es una vez realizados los tratamientos y teniendo listos los almácigos sembrar directamente la semilla a una profundidad de más o menos un centímetro, una vez esto poner una delgada capa de suelo sobre ellas, ya que esto favorecerá la emergencia de las plántulas.

Después de la siembra la superficie del suelo debe mantenerse húmeda, pues la pérdida excesiva de humedad puede ocasionar que las plántulas se sequen y los beneficios obtenidos con los tratamientos pregerminativo se pierdan.

Para que se lleve a cabo un adecuado crecimiento de las plántulas depende en gran parte del sustrato (suelo), el cual debe cumplir con los requerimientos necesarios (nutrientes, humedad) para el desarrollo de la especie, por lo que el estudio muestra que para lechuguilla y guaje el sustrato adecuado es el suelo natural propio de la zona del Dexthi cuyas características físicas y químicas se observan en la Cuadro 7 y para el caso del Maguey pulquero y el mezquite el sustrato que permitió un establecimiento mayor de plántulas, así como su crecimiento fue en el suelo combinado con estiércol en una relación (2:1) cuyas propiedades tanto físicas como químicas también se presentan en el Cuadro 7.

12.3. Memoria fotográfica

12.3.1 Especies representativas de la investigación



FOTO 1. *Agave lechuguilla* (lechuguilla)



FOTO 2. *Agave salmiana* var. *salmiana* (Maguey Pulquero)



FOTO 3. *Prosopis laevigata* (Mezquite)

12.3.2 Fotografías de las entrevistas realizadas a la comunidad

FOTO 4. Doña Vicky, mostrando los productos elaborados con los recursos vegetales de la zona



FOTO 5. Corte de pencas de *Agave lechuguilla* para tallado



FOTO 6. Jóvenes de la Comunidad ¿Qué tan importantes son los recursos con los que cuentan?



FOTO 7. El uso de sus recursos es una actividad alternativa como fuente de ingresos.

12.3.3 Fotografías del taller comunitario



FOTO 8. Presentación del taller, así como los objetivos, temas y forma de trabajo a llevarse a cabo.



FOTO 9. Explicación de las técnicas de germinación



FOTO 10. Participación práctica de las personas de la comunidad.



FOTO 11. Técnicas de germinación llevadas a cabo por los asistentes del taller.



FOTO 12. Explicación de la preparación de sustratos, para la siembra de las especies de interés una vez germinadas las semillas.



FOTO 13. Preparación de sustratos, con la participación de los asistentes al taller



FOTO 14. Visita al invernadero del Centro Piloto, para la observación de las formas de siembra en almácigos, lugar donde se llevó a cabo el establecimiento y desarrollo fonológico de las plántulas de interés en la presente investigación



FOTO 15. Termino de la visita al invernadero y del taller con la donación de plantas de guaje, resultantes de la técnica de germinación en semillas de esta especie.

XIII. LITERATURA CONSULTADA

Alanís, G. J. y Ledesma, A. 2001. Etnobotánica de los magueyes mezcaleros en Nuevo León, México. XV Congreso Mexicano de Botánica. Los retos de la botánica mexicana en el presente siglo. Queretaro-Queretaro Octubre 14-19.

Aldasoro, M. M. E. 2000. Etnoentomología de la comunidad Hñahñu, El Dexthi – San Juanico, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. UNAM. Campus Iztacala. 125 p.

Alvarez R., E y A. P. Bagaloyos. 1977. Germination of *Leucaena leucocephala* seeds under varying temperatures and length of soaking in water. *Sylvatrop*.2:65-66

Arellano D., S. 1996. Determinación del potencial productivo del mezquite (*Prosopis spp.*) en el Municipio de San Juan de Guadalupe, Durango. Tesis Ing. Agrónomo esp. Zonas Áridas, Unidad Regional Universitaria de zonas áridas, U.A.Ch., Chapingo, México. 63P.

Arízaga, S. 2001. ¿Qué tan prolífero es el género Agave? El caso de los magueyes del Valle de Tehuacán, Puebla. XV Congreso Mexicano de Botánica. Los retos de la botánica mexicana en el presente siglo. Queretaro-Queretaro Octubre 14-19.

<http://www.socbot.org.mx/disco/resume/re955.htm>

Barragán, E. y García R. 2001. Inoculación micorrízica de *Prosopis laevigata* L. (mezquite) en condiciones de invernadero y su efecto al trasplante a condiciones de campo. XV Congreso Mexicano de Botánica. Los retos de la botánica mexicana en el presente siglo. Queretaro-Queretaro Octubre 14-19.

Becerra B., J. 1984. Efecto de la altura y frecuencia de corte en la producción de forraje de huaje o *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) Tesis Ing. Agrónomo esp. Zootecnia, Depto de Enseñanza e Investigación en Zootecnia, U.A.Ch., Chapingo, México. 32p.

Benth, L. 1968. Treatment of seed with hot water for *Leucaena glauca*. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences*. 25:70.

Berlanga R.C.A., González L.L.A. Y Franco L.H. 1992^a. Metodología par la evaluación y manejo de lechuguilla en condiciones naturales. Folleto Técnico Núm.1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias SARH. Saltillo. Coah. 21p.

Besnier, R. F. 1988. Semillas; biología y tecnología. Mundi-Prensa. España. 637 p.

Brewbaker, J. L. 1975. ‘Hawaiian Giant’Koa Haole. College of Tropical Agriculture. Hawaii Agricultural Experiment Station. Miscellaneous. Pub.125

Brewbaker, J. L. 1982. Systematics, Self-Incompatibility. Breeding Systems and Genetic Improvement of *Leucaena* Species. In: “*Leucaena Research in the Asian Pacific Region*”. Ottawa, Canada: 17-22

Brito, N. R. 1980. Tratamiento a la semilla de 3 especies forestales de zonas áridas y su influencia en la germinación. Tesis Ing. Agronomo esp. en Bosques. U. A. Ch. Chapingo. México. 73 p.

Brito, N. R. y A. Niembro R. 1980. Tratamiento a la semilla de 3 especies forestales de zonas áridas y su influencia en la germinación. Chapingo, Nueva Epoca. Sep – Dic. No. 25-26:11-15.

Cacique U., D. V. 1990. Evaluación de 2 métodos de escarificación de semilla de 7 especies de leguminosas forrajeras tropicales. Tesis Ing. Agrónomo. U.ACh. Chapingo, México. 89p.

Cadaval, N. A. 1999. Estudio evolutivo de los azúcares del néctar de *A. lechuguilla* en el desierto de Chihuahua. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.

Camacho, M. F. 1994a. Dormición de semillas, causas y efectos; Editorial Trillas, México, 125 págs.

Camacho, M. F. 1994 b. Fisiología de la germinación. En: semillas forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Publicación Especial N o. 2 . México. Pp. 12-31

Cano W., Maruri, L., Martínez, M. y Campos, J. 2001. Análisis de la Variabilidad Genética *Prosopis laevigata* (Leguminosae) en la Región del Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla, Utilizando Marcadores RAPD y Caracteres Morfométricos. XV Congreso Mexicano de Botánica. Los retos de la botánica mexicana en el presente siglo. Queretaro-Queretaro Octubre 14-19.

Cervantes, M. y Arizaga , S. 2001. Resultados preliminares de la germinación de *Agave* spp. bajo condiciones controladas. XV Congreso Mexicano de Botánica. Los retos de la botánica mexicana en el presente siglo. Queretaro-Queretaro Octubre 14-19.

De la Garza, F. 1985. Comercialización y costos de producción de ixtle de lechuguilla. Boletín Divulgativo Núm. 73. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH. México, D.F. 37p.

Dewey L.H. 1965. *Fibras vegetales y su producción en América*. 3ª Ed. Agencia par el desarrollo internacional. México, D.F. 97p.

Duke, J. A. 1981. Handbook of legumes of World Economic Importante. Plenum Press, New Cork: 120-122

Echeverría, M. 1997. Marcadores moleculares en el género *Prosopis* (Fam *Leguminosae*, Subfam. *Mimosoideae* recurso biótico para reforestación. Ingeniero Agrónomo. Universidad Pública de Navarra.

<http://www.unavarra.es/genmic/publicaciones/tfc/Arancha%20Echeverria.htm>

<http://www.unavarra.es/genmic/research%20group/trabajos%20fin%20de%20carrera.htm>

Eguiarte, L. E., Souza, V. y Silva, A. 2000. Evolución de la Familia Agavaceae: Filogenia, ecología evolutiva de la reproducción y genética de poblaciones. Boletín de la Sociedad Botánica de México 66:131-151.

Eguiarte, L. E. y Silva, A. 2001. Ecología evolutiva de *Agave lechuguilla*: Variación geográfica y biología reproductiva. XV Congreso Mexicano de Botánica. Los retos de la botánica mexicana en el presente siglo. Queretaro-Queretaro Octubre 14-19.

Elizalde, L. C. 1995. Estudios sobre la germinación y plantación de dos especies útiles en la recuperación de suelos: *Buddleia cordata* y *Nicotina glauca*. Fac. de Ciencias. UNAM. México. P. 58

Estrada C.,E.A y J. J. Marroquín. 1992. Leguminosas del Centro Sur de Nuevo León. Reporte Científico No. Especial 10. Fac. de Ciencias Forestales, U.A.N.L., México. 246 p.

Faeth, C. Jorge. 1978. Germinación. Seminario Internacional sobre Tecnología de Semillas. Pp. 1-17

FAO. 1982. Las leguminosas en la nutrición humana. Alineación y nutrición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. No. 20. 134 p.

FAO/CIRF. (1980). Recursos genéticos de especies arbóreas en las zonas áridas y semiáridas. Roma. pp.136.

Felker, P. y R. S. Bandurski. 1979. Uses and potential uses of leguminous trees for minimal energy input agriculture. Econ. Bot. 33: 172-184

Fenner M. 1985. Seed Ecology. Chapman and may. New York, USA.

Flores F.J.D. y Perales G.J.M. 1989. Primer reporte nacional de las plagas asociadas a la lechuguilla *Agave lechuguilla* Torrey. Agraria 5:57-73

Flores, M. S. 1986. Estudio citogenético y fitogeográfico de *Agave crassispina* Trel. y *A.lechugilla* Torr. En el Municipio de Pinos, Zacatecas y en el Municipio de Real de Catorce, San Luis Potosí, México. Tesis profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales. UNAM. Los Reyes Iztacala. México. 124p.

Flores, S. H. 1979. El maguey forrajero: planta con gran potencialidad para las zonas áridas y semiáridas del Norte de México. Investigación forestal en recursos de zonas áridas. Publicación especial. No.15 Durango, Dgo. Instituto Nacional de investigaciones forestales. Pp. 416-424.

- Font Quer P. 1953. Diccionario de botánica. Labor. Barcelona, España. 1244 p.
- Foroughbakhch, R. 1989a. Tratamiento a la semilla de 14 spp. de uso múltiple de zonas de matorral y su influencia en la germinación. Reporte Científico No.11. Fac. de Ciencias Forestales, U.A.N.L. México. 19p.
- Foroughbakhch, R. y L. A. Hauad. 1989b. Potencial forrajero de 3 especies de *Leucaena* en el noreste de México: respuesta a diferentes espaciamientos. Reporte Científico No.12, Fac. de Ciencias Forestales México. 31p.
- Freeman C.E. 1973. Some germination responses of lechugilla (*Agave lechuguilla*:Agavaceae). *Southwestern Naturalist*. 18:125-134.
- Freeman C.E y Reid W.H. 1983. Nectar sugar composition in some species of *Agave* (Agavaceae) *Madroño* 30: 153-158.
- Freeman C.E y Reid W.H. 1985. Aspects of the reproductive biology of *Agave lechuguilla* Torr. *Desert Plants* 7:75-80
- Freeman C.E., Tiffany R. S., Reid W.H. 1977. Germination responses of *Agave lechuguilla*, *A. Parryi* and *Fouquieria splendens*. *Southwestern Naturalist* 22: 195-204
- Fulbright, T. 1985. Germination of Anacua, spiny Hackberry and brasil Seeds. Texas A & I University, Kingsville, Texas: 1-39 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Köppen. UNAM. México.
- García-Aguilera E., O. A. Martínez-Jaime, S. Torres y J. T. Frías-Hernández (2000). Escarificación Biológica del Mezquite (*Prosopis laevigata*) con diferentes especies de ganado doméstico. En: Frías-Hernández J. T., V. Olalde-Portugal y E. J. Vernon-Carter (Eds.). El Mezquite Árbol de Usos Múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. pp. 117-123.
- Granados, S. D. 1993. Los Agaves de México. Universidad Autónoma de Chapingo. México. pp.121-130
- Gray, S. G. 1962. Hot water seed treatment for *Leucaena glauca*. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 2:178-180.
- Gentry H.S. 1982. *Agaves of continental North America*. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. USA. 670 P.
- Gómez, L. F. 1970. Importancia económica de los mezquites (*Prosopis spp.*) en algunos estados de la República Mexicana. In: Mezquites y Huizaches. IMRNR, México. Pp.1-69.

Gómez, S. y Tapia, F. 2001. Estudio genecológico en *Prosopis laevigata* (mezquite), *Acacia farnesiana* y *Acacia schaffneri* (huizaches) de los municipios de Bermejillo, Durango. y Santiago de Anaya, Hidalgo. XV Congreso Mexicano de Botánica. Los retos de la botánica mexicana en el presente siglo. Queretaro-Queretaro Octubre 14-19.

González K., V; F. Camacho M. y J. Carrillo S. 1992. Propagación y crecimiento en vivero de arbustos útiles para el control de la erosión. In: Memoria de Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria. Centro de Investigaciones de la Región del Centro. Campo Experimental Coyoacán. pp 247-256.

González, V., J. L. Brewbaker y D. E. Hamill. 1967. *Leucaena* Cytogenetics in Relation to the Breeding of Low Mimosine Lines. *Crop. Sci.* 7: 140:143.

Grove A.R. 1941. Morphological study of *Agave lechuguilla* *Botanical Gazette.* 103 (354-365).

Gunn, Ch. R. 1981. Seeds of Leguminosae. In: R.M. Polhill & P. H. Raven. *Advances in Legume Systematics.* Part 2:913-925

Hernández, A. B. C. 1984. Establecimiento de cultivo de tejidos in vitro de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM

Hugh W. Pritchard and Angela P. Miller. 1995. The Effects Of Constant Temperatures. Light And Seed Quality On The Germination Characteristics Of *Agave americana*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México.* Número 57

Hughes, C. E. 1998. *Leucaena*: Manual de Recursos Genéticos. *Tropical Forestry Papers* No. 37. Oxford Forestry Institute. Department of Plant Sciences University of Oxford. 280p

Hughes, C. E. and Styles, B. T., 1985. Exploration and seed collection of multiple-purpose dry zone trees in Central America. *Bul. For. Oxford, Forestal Institute:* 1-10 p.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 1994. Mezquite *Prosopis* ssp. Cultivo Alternativo para las Zonas Áridas y Semiáridas de México. Comisión Nacional de las Zonas Áridas. Instituto Nacional de Ecología. Publicaciones. México. 34 p.

http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=72&id_tema=3&dir=Consultas

Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI). 1982. Carta topográfica F 14 - 11. Hoja Pachuca. Escala 1: 250 000

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1987. Carta Climática. Ciudad de México. Esc. 1:1000 000. México.

International Seeds Testing Association. (ISTA). 1985. Nueva edición de las reglas internacionales para el análisis de semillas. International Seeds Testing Association. Bulletin No. 79 : 1-27 p.

Jiménez M., V. 1999. Propagación y producción de especies [*Prosopis laevigata* (Humb & Bonpl. Ex Willd.) M.C Johnston, *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Y *Mimosa depauperata* Benth] de importancia Forestal no maderable en "el Dexthi – San Juanico", Mpio. de Ixmiquilpan, Hgo. Tesis de Licenciatura. UNAM. FES Iztacala. 1-2 pp.

José J. Rocío y García M. Edmundo. (2000). Remoción Cuticular ("Mixiote") y Desarrollo Foliar en los Agaves Pulqueros (*Agave Salmiana* y *A. Mapisaga*). Boletín de la Sociedad Botánica de México Número 66

Juárez, J. R., Alvarado, M. y Valdez, R. 2001. Escarificación de semillas de mezquite (*Prosopis laevigata*) para aumentar la eficiencia en la germinación. 5as. Jornadas de Investigación. Universidad Autónoma de Zacatecas 2000 – 2001. 25 al 29 de Junio del 2001. Trabajo: [AP/UAGRO-01/001](#)
<http://www.ciu.reduaz.mx/investigacion/Agropecuarias/ap01-001.htm>

Kirby R. H. 1950. Brush- making fibers. *Economic Botany* 4:243-252

Kretschmer, A. E. 1979. Characterization and Preliminary Evaluation. In: Handbook for the Collection, Preservation and Characterization of Tropical Forage Germoplasm Resources. CIAT, Colombia: 33-34

Landeras, S. G. (2000)"Utilización de marcadores moleculares para la determinación del origen de individuos del género *Prosopis* (Fam. *Leguminosae*) destinados a la reforestación de zonas áridas y semiáridas. El complejo *juliflora-pallida*" Ingeniero Agrónomo. Universidad Pública de Navarra.
<http://www.unavarra.es/genmic/publicaciones/tfc/Gorka%20Landeras.htm>
<http://www.unavarra.es/genmic/research%20group/trabajos%20fin%20de%20carrera.htm>

Lasso, G. T. y F. Meléndez. 1980. Escarificación de semillas de *Leucaena leucocephala*. *Agricultura Tropical*. 2(3):109.

López G., F. y D. Muñoz, I. 1897. Importancia de la relación suelo-planta y el aprovechamiento de recursos en los valles de Ixmiquilpan y Actopan, Edo de Hgo. XX Congreso Nacional de las Ciencias del Suelo. Zacatecas, Zac. Soc. Mexicana de las Ciencias del Suelo. México.

López G., F. Y D. Muñoz, I. 1997^a. Descripción Físico-Biótica y Diagnóstico Ambiental del Valle del Mezquital, Hgo. Ponencia del Seminario sobre Uso de Aguas Residuales para Riego. Problemática del Valle del Mezquital. 5-10 Mayo. Fac. de Ciencias, UNAM, MÉXICO. 1-17 pp.

López G., F. Y D. Muñoz, A. Soler y M. Hernández. 1997^b. Programa de Manejo Integral de Recursos, Restauración y Conservación de Suelos en el Dexthi, Alto Mezquital, Hgo. (Centro Piloto). Laboratorio de Edafología. Unidad de Biotecnología y Prototipos. Universidad Nacional Autónoma de México. Campus Iztacala. Edo. de México, Tlanepilantla.

Magallán H.E.F. 1998. Las agaváceas de Queretaro. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Queretaro. 155p.

Maldonado, L. y De la Garza, F. (2000). El Mezquite en México: Rasgos de Importancia Productiva y Necesidades de Desarrollo. En: Frías-Hernández J. T., V. Olalde-Portugal y E. J. Vernon-Carter (Eds). El Mezquite Árbol de Usos Múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. pp. 37-50.

Martín del Campo, R. 1936. Contribuciones al conocimiento de la fauna de Actopan, Hgo. IV. Vertebrados observados en la época de secas. Anales del Instituto Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 7: 271-286.

Martín del Campo, R. 1937. Nota acerca de las aves y mamíferos del Mezquital. Anales del Instituto Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 8: 272-276.

Martínez L., M. J. 1994. El Mezquite (*Prosopis laevigata*): Evaluación experimental de métodos de producción de plántulas en vivero. Tesis Ing. Agrónomo. U.A.Ch. Chapingo, México.

Mazari, H. A. 1984. Análisis de la respuesta morfo-genética in vitro de *Leucaena leucocephala* (LAM) de Wit CV. Perú. Tesis Profesional Facultad de Ciencias. UNAM

Meraz, S., Cruz, F., Lechuga, J., Sandoval, E., Chávez, V. y Vernon, E. 2001. Efecto del cloruro de sodio (NaCl) en el establecimiento de plántulas de mezquite (*Prosopis laevigata*). XV Congreso Mexicano de Botánica. Los retos de la botánica mexicana en el presente siglo. Queretaro-Queretaro Octubre 14-19.

Miranda F. y Hernández X.E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 28: 29-179.

Moreno., M. M. 1984. Análisis Físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 383 p.

Monroy, A., Orozco, M., Estevez, J. y Escalante, L. 2001. Influencia de la inoculación del suelo con hongos micorrizógenos arbusculares sobre el crecimiento de plantas de mezquite (*Prosopis laevigata*) en un invernadero. XV Congreso Mexicano de Botánica. Los retos de la botánica mexicana en el presente siglo. Queretaro-Queretaro Octubre 14-19.

Muñoz, I. D. ; Mendoza, C. A.; López, G. F.; Soler, A. A. y Hernández M. M. 2000. *Manual de Métodos de Análisis de Suelos*. UNAM. FES-I. México.

Nobel. P.S. 1998. *Los incomparables agaves y cactus*. Trillas. México, D.F. 211p.

Nobel P.S. y Quero E. 1986. Environmental productivity indices for a Chihuahuan Desert CAM plant, *Agave lechuguilla*. *Ecology* 67:1-11

Olvera, E. Y S. H. West. 1980. *Leucaena* Seed Scarification I and II. *Leucaena Newsletter*. 1: 52

Orozco S., A. 1989. Fisiología y ecología del fitocromo: su función en las semillas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 49: 71-84

Ortega, M., Robles, M., Vázquez, Luz. y Ortega, R. 2001. Estudios de las semillas de Palo fierro (*Olneya tesota*) y Mezquite (*Prosopis juliflora*) Leguminosas del Desierto de Sonora. XV Congreso Mexicano de Botánica. Los retos de la botánica mexicana en el presente siglo. Queretaro-Queretaro Octubre 14-19.

Parsons, J. R. and Darling, J. A. 2000. Maguey (*Agave* Spp.) Utilization In Mesoamerican Civilization: A Case For Precolumbian "Pastoralism". *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. Número 66

Pérez Guerrero, Z. J. 1979. *Leucaena* Leguminosa Tropical Mexicana, Usos y Potencial. Tesis Profesional, Universidad Autónoma de Chapingo, México: 80.

Ramírez O., M. G. 1985. Ruptura De latencia de diferentes semillas de leguminosas mediante tratamiento con agua caliente. Tesis Licenciatura, FES Zaragoza, UNAM, México. 103 p.

Ramírez O., M. G. y Camacho M. F. 1987. Tratamiento de semillas latentes de plantas de importancia económica, *Biología y otras ciencias*. 16 (1-4), págs. 37-42.

Ramos, M. D. M. 1989. Determinación de la composición nutricional y toxicológica de los quelites: *Anoda cristata*, *Crotalaria pumila*, *Euphorbia graminea* y *Leucaena macrophylla*. Tesis Facultad de Ciencias. UNAM.

Rangel, C. S. 1987. Etnobotánica de los *Agaves* del Valle del Mezquital. Tesis de Licenciatura. Campus Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Estado de México.

Reyes A. J. A.; Aguirre R. J. R. 1999. Fitogeografía de la Sierra Monte Grande, municipio de Charcas, San Luis Potosí, México. *Caldasia* 21: 50-69

Reyes A. J. A.; Aguirre R. J. R. y Peña, V.C.B. 2000. Biología y Aprovechamiento de *Agave lechuguilla* Torrey. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 67:75-88

Rodríguez R.A y Alvarez A. L. I. 1992. Tratamientos para estimular la germinación en semillas con problemas de latencia. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México. D.F

Rodríguez-C., M.; R. K. Maiti; R. Foroughbakhch; J. L. Hernández P. y M. C. Valades C. 1997. Estudio comparativo sobre morfología, ultraestructura y germinación de 9 especies nativas en Marín, N.L, México. SOMAIRZA, A.C Memorias del Primer Congreso Nacional por el Aprovechamiento Integral de Recursos de Zonas Áridas. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. U.ACh. Bermejillo, Durango. Octubre. 23p.

Rodríguez, C. y J. A. Eguiarte. 1983. Evaluación de diferentes métodos prácticos de escarificación en semillas de *Leucaena* Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaría en México. INIP.-UNAM-CP-SARH. 849-853 pp.

Rzedowski J. 1964. Botánica Económica. En: Beltrán E. (Ed.) Las zonas áridas del centro y noreste de México y el Aprovechamiento de sus recursos. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F. pp. 135-152

Rzedowski J. 1965. Vegetación del estado de San Luis Potosí. Acta Científica Potosina 5:3-291.

Rzedowski J. 1978. La vegetación de México. Limusa. México, D.F. 431p.

Saeedi-G., M.H. y R. Maldonado G. 1982. Potencial de la flora de las zonas áridas. Ciencia y Desarrollo. Núm. 46-47:98-109.

Salazar, J. 1994. Determinación de algunos sistemas de reforestación para diferentes variedades de *Agave lechuguilla* Torr. en los municipios de Ixmiquilpan y Cardonal. Tesis UVM.

Sheldon S. 1980. Ethnobotany of *Agave lechuguilla* and *Yucca carnerosana* in Mexico's Zona Ixtlera. Economic Botany 34:376-390.

Signoret, P. J. 1970. Datos sobre algunas características ecológicas del mezquite (*Prosopis laevigata*) y su aprovechamiento en el Valle del Mezquital. In: Mezquites y Huizaches. IMRNR. México. Pp. 71-146.

Vázquez-Y., C y A. I. Batis. 1996. Adopción de árboles nativos valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 58:75-84

Vázquez Y., C. y R. Toledo, J. 1989. El almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales; problemas y aplicaciones. Boletín de la Soc. Bot. De México. 49: 61-69

Vencer R., F. 1988. Semillas; Biología y tecnología. Mundi – Prensa. España. 637 p.

Zapién B.M. 1981. Evaluación de la producción de ixtle de lechuguilla en cuatro sitios diferentes. En Anónimo. Primera Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las Plantas Útiles del Desierto. Publicación Especial Núm. 31. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH. México, D.F. pp. 385-389.

Zar, H. J. 1984. *Biostatistical Análisis*. Second Edition. Prentice Hall. Pp2

Zarate, P. S. 1982. Las especies de *Leucaena* Benth. de Oaxaca con notas sobre la sistemática del género para México. Tesis Profesional, Fac. Ciencias, UNAM. 167 p.

Zarate, P. S. 1998. La domesticación de *Leucaena* (Fabaceae, Mimosoideae) en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. No. 62 enero-junio. Pp.141-155.

Zarate P. S. 1999. Estudios sistemáticos del proceso de domesticación del género *Leucaena* en México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM.