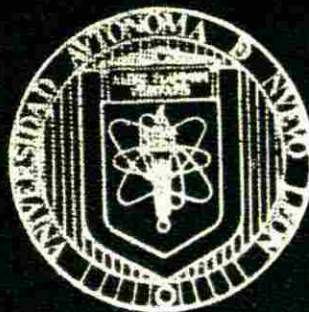


# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ESTUDIO ECOFISIOLÓGICO Y TÉCNICAS DE  
GERMINACIÓN DE 9 ESPECIES NATIVAS  
EN MARÍN, NUEVO LEÓN.

## T E S I S

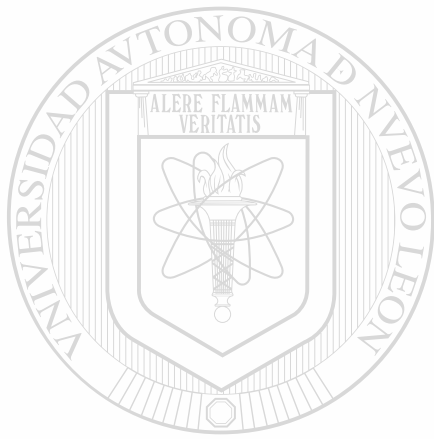
QUE PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO  
EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD DE BOTÁNICA

PRESENTA:

MAURO RODRIGUEZ CABRERA

MONTERREY, NUEVO LEÓN OCTUBRE DE 1996

TM  
OK740  
R6  
C.1



# UANL

---

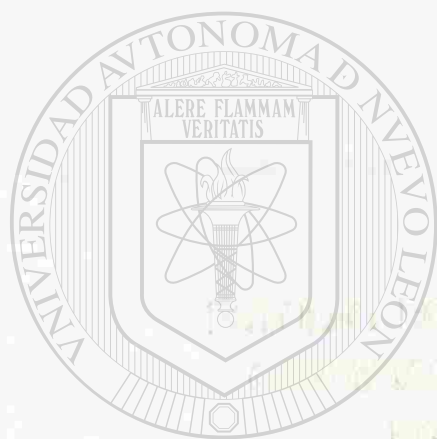
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

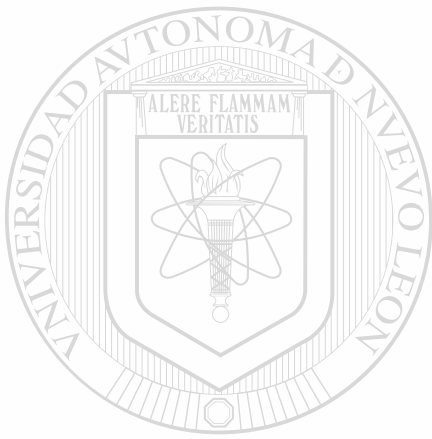
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO  
HA CUMPLIDO CON ESPECIALIDAD DE POSGRADO

PRESENTA:

MAURO RODRÍGUEZ CABREJA

MONTERREY, NUEVO LEÓN, OCTUBRE DE 1988

TM  
9K740  
R6



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

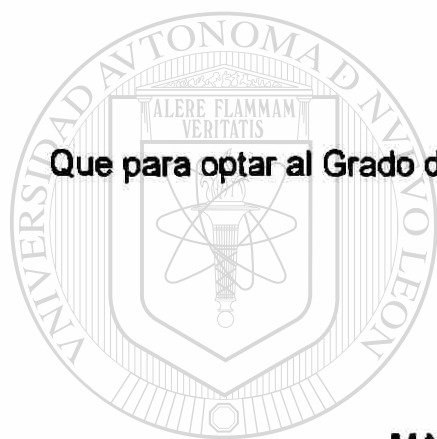
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**ESTUDIO ECOFISIOLÓGICO Y TÉCNICAS DE GERMINACIÓN DE 9  
ESPECIES NATIVAS EN MARÍN, NUEVO LEÓN**



**TESIS**

**Que para optar al Grado de Maestro en Ciencias con especialidad en Botánica**

Presenta

**MAURO RODRIGUEZ CABRERA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**LA COMISION DE TESIS**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

®

**Dr. Ratikanta Maiti**

**Director (Presidente)**

**Dr. Rahim Foroughbakhch**

**Co-Director (Secretario)**

**Dra. Leticia Villarreal R**

**Asesor**

## DEDICATORIA

*A DIOS. Por darme la oportunidad de estar en este mundo.*

*A MIS PADRES : Guadalupe García Sandoval (tutor) y Elena Cabrera Olguín  
Con amor y respeto por su apoyo en todo momento*

*A MI FAMILIA : María Guadalupe Torres Alvarado (esposa), Elena Guadalupe e  
Itzel Alejandra Rodríguez Torres (hijas) : A quienes les debo la  
felicidad más grande de mi vida*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
*A MIS AMIGOS: Por todos los momentos agradables que pasamos juntos* ®  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

*A MIS MAESTROS: Especialmente al Dr. Efraím Hernández Xolocotzi (q.e.p.d.)  
por sus enseñanzas que dejaron huella en muchos  
profesionistas de nuestro México*

## AGRADECIMIENTOS

*A la Facultad de Agronomía por todas las facilidades brindadas para la realización de la presente investigación*

*AL Dr. Ratikanta Maití. Por su amistad , valiosa dirección y apoyo para la realización de esta investigación*

*Al Dr. Rahim Foroughbakhch. Por su asesoría, material facilitado y revisión del escrito*

*A la Dra. Leticia Villarreal. Por la revisión del escrito original y por sus acertadas críticas y sugerencias a lo largo de la investigación*

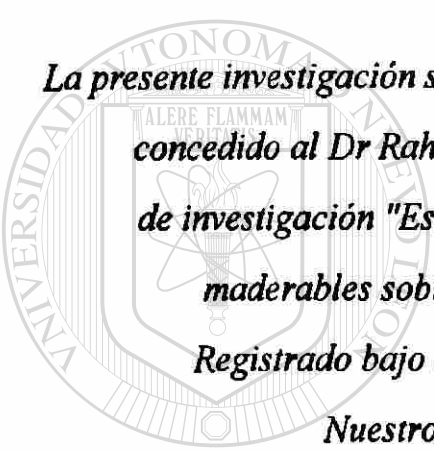
*Al M. C. Ernesto Sánchez Alejo. Por la revisión del escrito*

*Al M. C. Jorge L. Hdz. P. Por su asesoría y ayuda durante la realización de los estudios de ultraestructura*

*A los biólogos: María Concepción Valadés, María Luisa Cárdenas y*

*José Gpe. Almanza. Por su apoyo constante en las diversas etapas de la investigación.*





*La presente investigación se realizó con el apoyo financiero de CONACYT  
concedido al Dr Rahim Foroughbakhch, dentro de el proyecto  
de investigación "Estudio ecofisiológico y manejo de especies  
maderables sobre explotadas del noreste de México"  
Registrado bajo el número de convenio 1650 p-b 9507.*

*Nuestro sincero agradecimiento por*

---

*el apoyo recibido*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE TABLAS	<i>vi</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>vii</i>
RESUMEN	<i>ix</i>
1. INTRODUCCION	1
Objetivos	2
Hipótesis	3
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Características generales de las especies	4
2.2. Antecedentes sobre el proceso de germinación de las semillas	17
2.2.1. Condiciones necesarias para el proceso de germinación	17
2.3. Proceso de Letargo	20
2.3.1 Tipos de letargo.	23
2.3.2. Métodos para el rompimiento del letargo	25
3. MATERIALES Y METODOS	30
3.1. Ubicación y características del área de estudio	30
3.2. Especies estudiadas	31
3.3. Fase de campo	32
3.3.1. Estudio ecológico	32
3.3.2. Estudio fenológico	32
3.3.3. Colecta de semilla y material de herbario	32
3.3.4. Extracción de semilla	32
3.4. Fase de laboratorio	33
3.4.1. Estudio morfológico de la semilla	33

3.4.2. Anatomía de la testa	33
3.4.3. Ultraestructura de la semilla	33
3.5. Pruebas de germinación	34
3.5.1. Tratamientos	34
3.5.2. Substrato	35
3.5.3. Siembra	35
3.5.4. Porcentaje de germinación	35
3.5.5. Velocidad de germinación	35
3.6. Diseño experimental	35
4. RESULTADOS	37
4.1 Fenología de las especies	37
4.2 Morfología de la semilla de las especies estudiadas	46
4.3 Ultraestructura de las semillas	47
4.4 Técnicas de germinación	53
4.4.1 Análisis estadístico para las pruebas de germinación	58
4.5 Proceso de germinación y desarrollo de las plántulas	60
5. DISCUSION	67
6. CONCLUSIONES	74
7. LITERATURA CONSULTADA	77

## INDICE DE TABLAS

TABLA	PAGINAS
1. Valor nutritivo de algunas especies utilizadas en el presente estudio	8
2. Registro de datos climáticos presentes en el área de estudio durante el desarrollo del trabajo	30
3. Lista de especies maderables seleccionadas para los ensayos morfoanatómicos y de germinación	31
4. Características morfológicas de las semillas de 9 especies estudiadas	46
5. Dimensiones promedio de las macro y microesclereidas en la testa de las semillas estudiadas	53
6. Porcentaje de germinación de 9 especies nativas utilizadas en el presente estudio	55 <sup>®</sup>
7. Velocidad de germinación de 9 especies del matorral de zonas semiáridas de Marín ,N. L.	57
8. Resumen de los análisis de varianza para el porcentaje de germinación de 9 especies nativas estudiadas bajo un diseño completamente al azar	59
9. Pruebas de comparaciones múltiples (Tukey, Zar, 1984) realizadas sobre los valores medios de germinación en 9 especies nativas	60

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Planta de <i>Celtis leavigata</i> (palo blanco) mostrando sus frutos aún sin madurar	38
2. Planta de <i>Bumelia celastrina</i> (coma) mostrando sus frutos completamente maduros.	38
3. Crecimiento vegetativo y floración de <i>Leucaena leucocephala</i> (guaje)	40
4. Fructificación de <i>Pithecelobium ebano</i> (ébano)	40
5. Floración de <i>Parkinsonia aculeata</i> (retama)	41
6. Brotación y floración de <i>Prosopis glandulosa</i> (mezquite)	41
7. Floración y fructificación de <i>Condalia hookeri</i> (brasil)	42
8. Brotación y floración de <i>Cordia boissieri</i> (anacahuita)	42
9a. Fructificación de <i>Acacia farnesiana</i> (huizache)	43 <sup>®</sup>
9b. Brotación y floración de <i>Acacia farnesiana</i> (huizache)	43
10. Fenología de las especies estudiadas ( huizache,guaje,retama, mezquite, ebano, y coma ) en la región semiárida de Marín, N. L.	44
11. Fenología de las especies estudiadas( palo blanco anacahuita y brasil ) en la región semiárida de Marín, N. L.	45
12. Fotografía de microscopio de barrido mostrando un corte transversal en semilla de guaje	48
13. Fotografía de microscopio de barrido mostrando un corte transversal en semilla de mezquite	48

14.	Fotografía de microscopio de barrido mostrando un corte transversal en semilla de retama	48
15.	Fotografía de microscopio de barrido mostrando un corte transversal en semilla de ébano	50
16.	Fotografía de microscopio de barrido mostrando un corte transversal en semilla de huizache	50
17.	Fotografía de microscopio de barrido mostrando las células cotiledonales de la semilla de coma	52
18.	Fotografía de microscopio de barrido mostrando las células cotiledonales de la semilla de palo blanco	52
19.	Fotografía de microscopio de barrido mostrando las células cotiledonales de la semilla de brasil	52
20.	Fotografía de microscopio de barrido mostrando las células cotiledonales de la semilla de anacahuita	52
21.	Plántula de ébano después de 3 semanas de la germinación	65
22.	Plántulas de brasil después de 8 semanas de la germinación	65
23.	Plántulas de coma después de 8 semanas de la germinación	66
24.	Plántula de guaje después de 2 semanas de la germinación	66

## RESUMEN

El estudio ecofisiológico y técnicas de germinación de nueve especies de importancia económica de zonas áridas y semiáridas fue realizado de marzo a octubre de 1994 en el municipio de Marín N .L. Se seleccionaron las siguientes : *Cordia boissieri* (anacahuita), *Condalia hookeri* (brasil), *Bumelia celastrina* (coma), *Pithecelobium ebano* (ébano), *Acacia farnesiana* (huizache), *Leucaena leucocephala* (guaje), *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Celtis leavigata* (palo blanco) y *Parkinsonia aculeata* (retama)

Fueron estudiadas las características físicas del área con la ayuda de material cartográfico editado por INEGI, se registró la fenología de cada una de las especies. En el laboratorio se realizaron estudios morfológicos y anatómicos de las semillas así como pruebas de germinación.

Los resultados indican que existen especies con alto grado de resistencia al déficit hídrico como *Bumelia celastrina* o bien, especies que cuentan con un mecanismo de alta tolerancia a este factor (afilia temporal) que les permite sobrevivir en los periodos más críticos como es el caso de *Cordia boissieri*. El primer evento en la producción de flores y frutos al inicio del año está en función de las condiciones de humedad prevalecientes en los meses anteriores. El segundo evento esta condicionado a las lluvias de ese año así como a las temperaturas bajo cero que se presentan durante los meses de noviembre y diciembre.

Todas las semillas de las leguminosas son atacadas por elementos del género *Acanthoscelides*, las demás sufren daños básicamente por roedores. Las semillas de todas la especies permanecen varios meses en el suelo recibiendo temperaturas altas y bajas, ataque de hongos , bacterias, consumo por aves y ganado , todo ello favorece la germinación en forma natural.

Las observaciones microscópicas revelan cierta similitud en las características de la testa de las leguminosas, constituidas por una o dos capas de células (macroesclereidas) arregladas en empalizada muy compactas y con longitudes bastante grandes.

En relación a la germinación de *Parkinsonia aculeata* el mejor tratamiento fue el agua caliente a 95 °C(15 minutos) , mientras que el ácido sulfúrico durante 20 minutos resulto ser el mejor tratamiento para *Bumelia celastrina*, *Condalia hookeri* , *Prosopis glandulosa* , *Leucaena leucocephala* y *Acacia farnesiana* . El ácido sulfúrico durante 10 minutos favoreció a *Pithecelobium ébano*. El agua caliente a 80 °C por 15 minutos fue el mejor tratamiento para anacahuita, Los tratamientos con remojo y el testigo no favorecieron a ninguna especie en el proceso de germinación. La velocidad de germinación más alta para *Cordia boissieri* se presentó con el agua caliente a 65°C (15 minutos) , en *Parkinsonia aculeata* el agua caliente a 95°C (10 minutos), *Bumelia celastrina* ,*Condalia hokerii* y *Acacia farnesiana* con el ácido sulfúrico (20 minutos) , *Prosopis glandulosa* ,*Leucaena leucocephala* y *Pithecelobium ébano* con el ácido sulfúrico con 10 minutos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# 1. INTRODUCCION

Gran parte de la superficie del Noreste de México, especialmente el área denominada fisiográficamente "llanura del Golfo Norte " donde se localiza la región centro de Nuevo León, se encuentra cubierta de una vegetación predominantemente arbustiva y arbórea, compuesta de una amplia variedad de especies y con diversidad de estructuras y asociaciones.

Esta vegetación se ha desarrollado bajo condiciones difíciles de precipitación, soportando temperaturas extremas, suelos con poca fertilidad, presencia de sales y relieve muy irregular. Sin embargo, ha resistido a las condiciones edafoclimáticas extremas gracias a las características morfoanatómicas de la vegetación que le han permitido conservar mejor el agua (hojas pequeñas, presencia de una gran cantidad de tricomas, afilia temporal o permanente, presencia de cera o resina en sus tejidos etc.)

Este tipo de vegetación de acuerdo con Rzendowski,(1978) queda comprendido como matorral mediano espinoso . Las especies que constituyen esta comunidad vegetal han proporcionado durante muchos años: alimento al hombre, forraje para el ganado, carbón vegetal, leña y se han utilizado como plantas medicinales y ornamentales. Esto significa que existe un conocimiento empírico muy amplio sobre la selección y aprovechamiento de las plantas que le han permitido al habitante de zonas áridas, satisfacer gran parte sus necesidades con productos naturales durante muchas generaciones. Sin embargo, el uso indiscriminado en las últimas décadas que se le ha dado a estos recursos está reduciendo la potencialidad reproductiva y protectora del mismo, ocasionando con ello cambios desfavorables en el medio ambiente (factores climáticos y edáficos) de la región, estos cambios traen por consecuencia deterioro no sólo en la economía de los habitantes sino, también sobre la reducción e inmigración

la fauna silvestre afectada por la falta de alimento disponible producto de la existencia limitada en la vegetación.

Por lo anterior es necesario preservar aquellos ecosistemas todavía con la vegetación nativa, mediante la realización de estudios, que permitan conocer mejor la dinámica poblacional para desarrollar un plan adecuado de aprovechamiento de especies leñosas en todos los aspectos . Estos estudios permitirán la utilización más eficientemente de ellas sin causar alteraciones graves como desequilibrio ecológico y la desertificación de la naturaleza. El conocimiento integral de nuestra vegetación nos permitirá aumentar la variedad de usos favoreciendo de esta manera, los intereses de las personas que viven en zonas rurales, así como los que habitan las grandes ciudades.

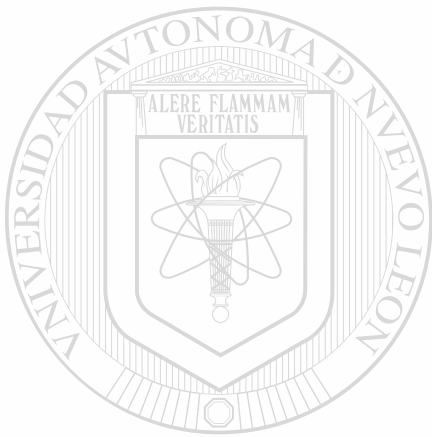
## **Objetivos**

1. Definir los factores físicos y bióticos que intervienen en los procesos de germinación y establecimiento de plantas en las condiciones edafoclimáticas extremas de la región centro del estado de Nuevo León.

2. Determinar las características morfológicas y anatómicas de las especies

**Hipótesis.**

Las Características estructurales y fisiológicas de las semillas están relacionadas con la capacidad germinativa de las mismas, por lo cual se espera que las condiciones climáticas de la región así como el consumo de semillas por parte de animales silvestres y el ganado intervengan para que se de el proceso de germinación y establecimiento de las especies estudiadas.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 .Características general de las especies en estudio

Las características sobresalientes de las especies en estudio se describen a continuación.

#### ***Prosopis glandulosa* torr.(Leguminosae)**

##### Descripción botánica

***Prosopis glandulosa*** (mezquite) es un arbusto o árbol de 10 m de altura, hojas bipinadas con un par de pinas, menos frecuente con dos pares, folíolos de 6 -20 pares por pina de 10 - 62 mm de longitud, glabros. Flor en espigas de color amarillo pálido. Fruto una vaina erecta indehiscente casi cilíndrica de 7-20 cm de longitud. (Correll, 1970).

##### Distribución ecológica

El mezquite presenta un amplio rango de distribución desde el sur de Texas hasta el sur de la República Mexicana (Martín, 1974) prefiere suelos planos y profundos con un buen drenaje. En suelos con pendientes pronunciadas y pedregosos su crecimiento es muy limitado de igual forma el número de individuos por unidad de superficie. Por lo anterior se piensa que esta planta es indicadora de corrientes subterráneas.

##### Usos

La vaina del mezquite es utilizada en la alimentación humana, se consume una vez que ha llegado a su madurez, se mastica extrayendo el jugo azucarado eliminando el gabazo. De los frutos maduros y molidos se obtiene una harina alimenticia y una

bebida agradable . En algunos lugares del estado de Guanajuato preparan una bebida con los frutos en agua alcoholizada (Martínez, 1959).

Esta planta segrega en el tronco una goma de color ámbar cuyas propiedades físicas y químicas son parecidas a la de la goma arábica. Esta sustancia es de consistencia suave y sabor dulce por lo cual representa una golosina para los niños.

La vaina es muy apreciada sobre todo en lugares donde la precipitación es escasa, la población rural colecta y almacena las vainas secas para alimentar al ganado como suplemento en los períodos críticos del año (Gómez, 1970). El mayor contenido alimenticio se encuentra en las semillas las cuales contienen un 41 % de proteína (Martínez, 1959).

La goma es usada para hacer gargarismos y contra la disentería. El cocimiento de las hojas es usado en inflamaciones de los ojos. La corteza o semillas en infusión en preparación de 5- 6 g en 100 ml de agua, tomada varias veces al día se emplea para curar irritaciones inflamatorias de tubo digestivo (Martínez, 1959).

En las áreas rurales es muy común cocinar con leña de mezquite ya que produce una flama muy buena y brazas duraderas. Los tallos verdes son utilizados para la fabricación de carbón de excelente calidad sobre todo en las áreas cercanas a las grandes ciudades, creando una fuente de ingresos bastante buena para quien lo produce.

Dada la gran tolerancia que tiene para soportar la sequía puede ser una alternativa para evitar pérdidas de suelo por erosión hídrica o eólica. En algunos lugares de la República, su madera es utilizada para fabricar barricas, trompos, artesanías, elaboración de carretas mangos para herramienta (Rodríguez, 1988).

## ***Acacia farnesiana* (L) willd. (Leguminosae)**

### Descripción botánica

***Acacia farnesiana*** (huizache) es un árbol pequeño o arbusto grande de 2 a 4 m de altura con ramificaciones armadas con espinas rectas en pares que representan las estípulas de las hojas modificadas. Las hojas son compuestas de 3-8 cm de largo; pinas de 2 a 6 pares; Los folíolos son numerosos linear-oblonga de 3-5 mm de largo. Las flores en cabezuelas globosas de 1 cm de diámetro aproximadamente y muy aromáticas, los pedúnculos son delgados de 1 cm de largo y pubescentes. El fruto es una vaina encurvada, indehiscente de 3 a 6 cm de longitud casi cilíndrica, adelgazándose en ambos extremos de color negra y lisa, con las vainas coreáceas; las semillas en dos hileras de cada vaina (Correll, 1970).

### Distribución ecológica

***Acacia farnesiana*** presenta una amplia distribución encontrándose en diversas comunidades vegetales como bosque subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, bosque espinoso y bosque de encino, forma asociaciones principalmente con ***Prosopis glandulosa*** (mezquite) y ***Parkinsonia aculeata*** (retama). En condiciones difíciles de crecimiento es posible encontrarla junto con ***Cordia boissieri*** (Anacahuita) y ***Bumelia celastrina*** (Coma). Prefiere suelos profundos para un buen desarrollo pero en ocasiones es posible observarlo en pequeños lomeríos en suelos someros y pobres. (Abuin, 1970) Se distribuye en Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Chiapas, Oaxaca Quintana Roo, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Colima, Nayarit, Sonora, Sinaloa, Hidalgo, Puebla, Morelos, Tlaxcala, Guanajuato, Baja California y Querétaro (Niembro, 1986).

## Usos

La madera del huizache es ligera pero de buena calidad calorífica sobre todo para cocinar alimentos que requieren flama. La madera es relativamente suave y regularmente dañada por insectos no obstante es utilizada como estantes para cercas. Los frutos son consumidos grandemente por el ganado caprino siendo su alimento preferido y proporcionando nutrientes (Chazaro, 1976) en los periodos críticos del año. (Martínez, 1959) señala la importancia que tiene la flor de huizache como productora de aceite esencial para la producción de perfumes.

***Pithecelobium ebano* (Berl.) Muller. (Leguminosae)**

## Descripción botánica

El ébano es un árbol hasta 15 m de altura con ramificaciones rígidas y cortas, armadas con espinas estipulares. La corteza es de color gris pálido en las ramas jóvenes. los folíolos son de tres a seis pares por pina. Las flores son densas espigas usualmente de 2-3 cm de largo y dos cm de ancho. El fruto es una legumbre gruesa, de valvas rígidas, leñosa de 10 - 20 cm de largo y 2 cm de ancho. Las semillas son grandes aproximadamente de 1 cm de largo, globosas y de color rojo oscuro (Correll, 1970).

## Distribución ecológica

Es posible encontrarla en Nuevo León, San Luis Potosí, Veracruz, Campeche y Yucatán forma parte del bosque caducifolio y bosque espinoso (Niembro, 1986). En términos generales, el ébano pese a su sobreexplotación todavía se pueden localizar algunos ejemplares en la zona centro del estado de Nuevo León. En donde se llevó a cabo la colección y estudios ecofisiológicos, el ébano se localiza en suelos planos y

profundos donde el agua de lluvia se acumula en mayores cantidades, es frecuente observarlos cerca de los lugares donde existen corrientes de agua superficiales, es un árbol siempre verde, el cual sólo las heladas y temperaturas por debajo de 0 °C ocasionan que sus hojas caigan al suelo.

### Usos

Las semillas son consumidas en estado inmaduro cocinando las vainas y agregándoles sal. Cuando están completamente maduras se colocan en un comal para tostarlas, de esta forma se suaviza la testa extrayendo los cotiledones con mayor facilidad. La semilla sin cubierta una vez tostada y molida puede ser usada como sustituto del café. El valor alimenticio del ébano así como de algunas especies nativas se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1 Valor nutritivo de algunas especies utilizadas en el presente estudio en base a 100 g. (Espino,1985).**

Frutas	Porción comestible %	Proteína (g.)	Grasas ( g.)	Calcio ( g.)
<i>Ehretia ancagua</i> (anacua)	77.10	8.18	2.73	0.641
<i>Condalia hookeri</i> (brasil)	85.60	5.87	2.82	0.340
<i>Pithecelobium flexicaule</i> (ébano) testa	-----	10.56	3.84	0.090
<i>Pithecelobium flexicaule</i> (ébano) cotiledones	-----	32.86	20.36	0.083
<i>Prosopis glandulosa</i> (mezquite)	-----	10.06	10.19	0.611
<i>Vitis sp</i> (uva silvestre)	78.00	7.6	10.54	0.851



La madera es muy fuerte y de gran durabilidad por ello se utiliza como estantes para cercas. Los tallos se usan como leña y para la elaboración de carbón de excelente calidad. Ya que el duramen es de un color oscuro y la albura de color amarillo, en algunas regiones de México se fabrican muebles de buena calidad, dicha madera sirve también para duela. La sombra que produce esta especie es muy compacta por ello es utilizada como planta ornamental.

### ***Leucaena leucocephala* Lam. de wit (Leguminosae)**

#### Descripción botánica

***Leucaena leucocephala*** (guaje) es un arbusto o árbol pequeño hasta de 8m de altura, presenta ramas jóvenes puberulentas. Las hojas son bipinadas con cuatro a nueve pares de pinas. Los folíolos de 11- 17 pares de pinas, oblongos a lanceolados, asimétricos, ápice agudo de 7-12 mm de largo y de 2-3.5 mm de ancho. Las flores en cabezuelas de 15 -20 mm de diámetro, de color blanco amarillento. El fruto es una vaina en forma de cinta, hasta de 20 cm de largo y de 1-2 cm de ancho, estipitada, con 18 a 25 semillas (Correll, 1970).

#### Distribución ecológica

Forma parte de los bosques tropical subcaducifolio, es una especie que presenta un rango muy amplio de distribución se encuentra desde el sur de Texas hasta América del sur dependiendo de la variedad de esta especie (Foroughbakhch y Háuad, 1990). En México la encontramos en toda la vertiente del golfo desde Tamaulipas hasta Yucatán y Quintana Roo, también en la vertiente del pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas. (Niembro, 1986).

El guaje no pertenece al tipo de vegetación existente en el área de estudio (Marín, N. L). de tal manera que regularmente la encontramos en lugares donde fue eliminada la vegetación, o bien en algunos lotes baldíos, para su buen desarrollo, el guaje requiere suelos de mediana fertilidad siempre y cuando se acumule el agua de lluvia, esto nos indica que es una planta que tolera poco la sequía. En comparación con las especies nativas de la región el guaje es poco resistente a las bajas temperaturas (heladas) soporta bien temperaturas de 0 °C (Foroughbakhch,1990). Cuando las temperaturas bajan a - 2 °C sufre daños considerables a tal grado que muere toda la parte aérea, recuperándose nuevamente una vez que se elevan las temperaturas.

#### Usos

De acuerdo con Foroughbakhch, (1990) el guaje es un planta de múltiple uso tanto como productora de forraje, alimento, ornamental, productora de leña, planta de sombra en huertas de café y sombra para el ganado. Sin embargo, en el área donde se llevó a cabo los recorridos de campo se pudo constatar que prácticamente no tiene ningún uso a excepción de árbol para sombra con sus limitaciones en la época de invierno. Debido a la presencia de mimosina (1 - 3% de la materia seca) el consumo excesivo de esta planta como alimento básico puede causar problemas de intoxicación al ganado no rumiante .(Rock, 1920 citado por Whitesell, 1974, Foroughbakhch y Háuad, 1990).

#### ***Parkinsonia aculeata* L.(Leguminosae)**

#### Descripción botánica

***Parkinsonia aculeata*** (retama) es un árbol pequeño hasta 10 m de altura con ramificaciones color verde, armadas con espinas ligeramente curvadas que representan el raquis modificado de las hojas. Las hojas son alternas, bipinadas casi

sésiles, con un par a dos de pinas, elongadas de 10- 30 cm de largo con un raquis aplanado de color verde. Los folíolos numerosos y pequeños de 2 - 4 mm de longitud. Las flores en racimos cortos, con simetría ligeramente bilateral, cinco sépalos separados, cinco pétalos casi iguales amarillos. El fruto es una vaina indehisciente de 5 -10 cm de longitud con constricciones entre las semillas, valvas delgadas de color café (Correll 1970).

#### Distribución ecológica

La retama se encuentra en combinación con mezquites y huizaches, requiere suelos profundos para su buen desarrollo. Sin embargo, es un especie resistente a la sequía, en algunos estados de la Unión Americana la están utilizando básicamente para la reforestación en condiciones difíciles de crecimiento y el resultado ha sido favorable.

Esta especie se distribuye ampliamente en Tamaulipas, Nuevo León, Sonora, Durango, San Luis Potosí, Guanajuato y Oaxaca, forma parte del bosque tropical caducifolio (Niembro, 1986).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### Usos.

El follaje y los brotes son consumidos por el ganado caprino y vacuno . La infusión de las hojas es empleada como febrífugo y sudorífico (Rodríguez, 1988). Dado su aspecto tan llamativo una vez que está en floración es usada como planta ornamental.

## ***Cordia boissieri* A. DC.(Boraginaceae)**

### Descripción botánica

***Cordia boissieri*** (anacahuita) regularmente es un arbusto o árbol que llegan a medir hasta 8 m de altura .El tronco puede llegar hasta 20 cm de diámetro. Sus hojas son gruesas, rígidas, ovadas a ovado - lanceoladas, hasta 20 cm de largo y 15 cm de ancho con un pecíolo hasta 4 cm de longitud. La base de la hoja es redondeada a ligeramente cordada, ápice agudo a obtuso; el limbo es escabroso en el haz y ligeramente tomentoso en el envés. Sus flores crecen en inflorescencias de cima con 6 a 8 regularmente ; tubo del cáliz cilíndrico de 8 a 16 mm de largo con lóbulos agudos, corola en forma de embudo, blanca con la garganta amarilla de 3.5 a 4.5 cm de largo con lóbulos redondeados, fruto ovoide de 2 a 3 cm de largo, ligeramente café brillante de pulpa dulce (Correll 1970).

### Distribución ecológica

La anacahuita se encuentra en el matorral espinoso en asociación con chaparro amargoso, coma, mezquite, chaparro prieto, etc. Esta especie crece abundantemente en las laderas de los cerros donde el suelo es somero y con altos porcentaje de pedregosidad. Sin embargo, está presente también en suelos profundos con un buen drenaje y humedad. No obstante, durante las observaciones de campo se apreció que en este último ambiente el crecimiento es muy vigoroso pero la densidad es baja. La anacahuita es resistente a sequías prolongadas (Foroughbakhch et al, 1987) es posible encontrarla en lugares con precipitaciones superiores a 350 mm anuales . Esta especie deja caer sus hojas en los periodos más críticos evadiendo de esta forma la sequía que se presenta durante algunos meses.

## Usos

Debido a la presencia de varios compuestos químicos tales como ácido gálico, tanino, goma, resina y oxalato de calcio en la madera de anacahuita, es utilizada como planta medicinal, con ella se elaboran pastillas pectorales (Martínez, 1959). El follaje y frutos son consumidos frecuentemente por el ganado caprino, bovino y fauna silvestre debido a la gran cantidad de pulpa y al elevado número de frutos producidos por planta.

La anacahuita es una fuente importante de alimento para el ganado en el noreste de México. Su madera además es utilizada como leña a pesar que no es de buena calidad. Sin embargo, el ambiente donde crece esta especie es tan hostil que no es fácil encontrar otra fuente de combustible. Dada su flexibilidad en estado verde es utilizada para mangos de implementos de trabajo. La presencia de flores vistosas hacen de esta planta una buena alternativa para reforestar plazas y jardines (Rodríguez 1995), en el área de estudio fue encontrada en los terrenos contiguos a las casas haciendo combinación con otros elementos. Es una planta melífera, dado que sus flores grandes y vistosas, presentan grandes cantidades de nectáreos los cuales son visitados frecuentemente por abejas.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### ***Condalia hookeri* M. C. Johnst (Rhamnaceae)**

#### Descripción botánica

***Condalia hookeri*** (Brasil) es un arbusto de 4 - 6 m de altura. Las hojas son obovadas de 15 - 20 mm de largo y 9-12 mm de ancho. El ápice es mucronado o redondeado y algunas veces truncado y emarginado o ligeramente agudo con una base acuminada y un margen entero y de consistencia membranosa. Las flores son verdes, solitarias o en fascículos casi sésiles. El fruto es una drupa globosa de 5 -6 mm de

diámetro de color azul oscuro, casi negra, de pericarpio carnosos y dulce (Correll, 1970).

### Distribución ecológica

Esta especie fue encontrada en asociación con mezquites, huizaches y en algunas ocasiones con la coma. Prospera bien en suelos profundos ubicados regularmente en partes planas del matorral mediano subinermespinoso, la presencia escasa de este arbusto hace pensar que las condiciones ecológicas en el área de estudio no son tan adecuadas para su crecimiento. Se encuentra con más frecuencia en zonas semiáridas en el matorral tamaulipeco del sur y sureste del estado de Nuevo León.

### Usos

Los pobladores la conocen con el nombre de capul o capulín, hace varias décadas la consumían como golosina ya que presenta un sabor dulce muy agradable, su tamaño reducido, menos de 1 cm dificulta su cosecha, además de la poca cantidad de arbustos existentes. Su madera es muy resistente a pudriciones y al ataque de insectos, por ello se utiliza para mangos de diversos implementos, así mismo como leña.

### ***Bumelia celastrina* H.B.K (Sapotaceae)**

### Descripción botánica

***Bumelia celastrina*** (coma) es un arbusto o árbol mediano espinoso de 2- 9 m de altura. Las hojas tienen el pecíolo hasta 1 cm de largo, éstas son generalmente fasciculadas, excepto en las ramas jóvenes, presentan ápice redondo y base cuneada;

hasta 4 cm de longitud y 2.5 cm de ancho. Las flores se presentan en grupos de 3 a 15, son pediceladas con una corola de 3- 4.5 mm de largo; ovario piloso en la base; estilo de 2.5 - 4 mm de longitud. El fruto es elipsoidal a cilíndrico de 7- 13 mm de largo, azul-oscuro; presenta látex abundante en estado inmaduro (Correll 1970).

### Distribución ecológica

De acuerdo con las observaciones efectuadas durante el desarrollo del trabajo en el campo, hemos constatado que esta especie regularmente crece en las condiciones más extremas como son; suelos poco fértiles (blanquecinos, pedregosos) y con poca humedad, bajo estas condiciones crecen achaparrados, muchas veces no sobrepasando los 2 m de altura. Sin embargo, se han observado algunos árboles creciendo en suelos profundos con mayor tamaño de frutos y hojas.

### Usos

Los frutos son muy dulces por tal motivo durante muchos años sirvió de golosina en el área de estudio. Actualmente los jóvenes menores de 20 años no las conocen y sólo se consumen esporádicamente por los adultos. Un inconveniente que presenta es la presencia de un látex que ocasiona daños al paladar cuando se comen en gran cantidad. Con la pulpa de varios frutos se puede elaborar una masa para utilizarse como chicle.

Rodríguez, (1993) elaboró jarabe y mermelada de frutas señalando que bajo esa presentación tiene propiedades aptas para el consumo humano sin ningún problema. Debido a su alta resistencia para soportar factores adversos se puede utilizar como planta de ornato o bien en la reforestación de áreas dañadas.

## ***Celtis leavigata* Willd. (Ulmaceae)**

### **Descripción botánica**

***Celtis leavigata* (palo blanco)** es un árbol hasta de 15 m de altura en condiciones favorables de suelo y clima . La corteza de color gris claro, lisa o cubierta con verrugas suberosas, las ramas jóvenes pubescentes, haciéndose glabras con la edad. Las hojas son de 4-10 cm de largo y de 1.5-4.5 cm de ancho, de forma lanceolada a oblonga, algunas veces ovado- lanceoladas, delgadas membranosas y coreáceas, de color verde pálido con nervaduras evidentes; de margen entero a aserrado, el ápice es largo acuminado y a menudo curvo en la punta; pecíolos de 6-10 mm de longitud. El fruto es una drupa subsférica de 5 a 8 mm de diámetro, de color rojizo, con pedicelos de 6 - 15 mm de largo (Correll 1970).

### **Distribución ecológica**

**El palo blanco se localiza regularmente en lugares donde se acumula el agua, es común encontrarlo en las orillas de los arroyos. En condiciones de humedad baja no prospera adecuadamente, no es muy exigente en cuanto a fertilidad del suelo.**

### **Usos**

Debido a su amplia cobertura de follaje es usado como árbol de sombra. Su madera fue utilizada en el pasado para elaborar yugos y carretas, el fruto es comestible pero presenta una cantidad muy pequeña de pulpa.



## **2.2 Antecedentes sobre el Proceso de germinación de las semillas**

La germinación puede considerarse como la reanudación del crecimiento del embrión y termina al aparecer la radícula al exterior de la cubierta seminal. El inicio de la germinación es la absorción de agua ( imbibición ) con este proceso se restablece el sistema vacuolar y se inicia la actividad hormonal la cual traerá por consecuencia la producción de enzimas que a su vez permitirán el movimiento de reservas alimenticias al embrión. En el caso de algunos cereales como cebada, arroz, el embrión empieza a liberar giberelina y otras hormonas las cuales activan la acción de hidrolasas (amilasa, lipasa proteasa y nucleasa) éstas son sintetizadas en una capa de células llamada aleurona. Las reservas para el embrión están localizadas en el endospermo o en los cotiledones en forma de polisacaridos de alto peso molecular (almidón) y lípidos complejos (triglicéridos) reduciéndolos dichas enzima a formas más simples: azúcares, aminoácidos, nucleótidos, glicerol y ácido graso. Estas sustancias serán utilizadas por el embrión y de esta forma el número y tamaño de las células aumentará permitiendo la salida de la radícula primeramente y después el vástago aéreo iniciándose la fotosíntesis y elaborando su propio alimento (Córdoba, 1976).

### **2.2.1 Condiciones necesarias para el proceso de germinación**

Una semilla sin dormancia podrá germinar siempre y cuando existan las siguientes condiciones: 1) humedad adecuada, 2) temperatura favorable, 3) adecuado intercambio de gases y 4) luz para algunas especies. Existe una interdependencia entre estos factores ambientales y su influencia relativa en la germinación, intervienen también la edad de la semilla y composición genética de la misma (Mayer, 1977 citado por Maiti,( 1993).

## Humedad

El agua es un factor importante en los procesos bioquímicos, favorece la entrada de oxígeno, así mismo suaviza las cubiertas permitiendo que la radícula y epicotilo emerjan con mayor facilidad. Durante el proceso de imbibición existen otros factores los cuales intervienen en la absorción de agua por parte de la semilla, la temperatura es considerado el segundo factor importante en la germinación ya que está comprobado que las temperaturas elevadas facilitan la absorción mucho más rápida del agua y gases (Sánchez, 1994).

## Temperatura

Las semillas difieren en la temperatura que necesitan para germinar, y muchas lo hacen dentro de un rango muy amplio. El límite inferior es 0 °C y el superior 45 °C en términos generales para plantas cultivadas, este límite es todavía más amplio para las plantas silvestres. El porcentaje de germinación disminuye a temperaturas muy elevadas y muy bajas. Para la mayoría de las plantas cultivadas la temperatura óptima es entre 20 a 30 °C, pero para otras especies como el trigo y cebada, germinan fácilmente a 10 °C. Como ejemplo la temperatura óptima para *Sida cordifolia* es de 30 a 35 °C en la obscuridad. Sin embargo, éste rango se modifica en condiciones de luz de 15 a 25 °C. (Cardoso, 1991).

La semillas de algunas especies requieren temperaturas alternas, sucede en *Solanum americanum* la cual requiere temperaturas de 20 °C durante el día y 30 °C durante la noche para su germinación. (Barros, 1993)

## Oxígeno

Las semillas requieren suministro de oxígeno para soportar la alta velocidad de respiración en el proceso de germinación, si el agua está presente en grandes

cantidades en el suelo, el oxígeno se reduce ocasionando que las semillas se pudran fácilmente, al contrario existen plantas que están adaptadas a lugares húmedos, como: *Nuphar luteum* Sibth.et S.M. (Sadowska, 1991) la cual germina en el agua y en completa obscuridad, De acuerdo con Menegues, (1992) la especie *Trepa natans* tiene la capacidad de germinar en completa anoxia. El porcentaje de oxígeno inferior al 15% redujó la germinación considerablemente en *Valeriana olitoria* de acuerdo con Corbineau, (1990)

En algunas ocasiones la presencia del oxígeno afecta la respuesta que puede tener la semilla a otros factores, tal es el caso de *Amaranthus caudatus* L., donde la luz tiene efectos favorables en la germinación siempre y cuando existan porcentaje elevados de oxígeno (Carpenter, 1991).

La falta de oxígeno puede causar dormancia secundaria en semillas de *Tragopogon pratensis* y *T. dubius* (Qi, 1993)

## Luz

Existen semillas que aún que tengan cantidades adecuadas de todos los factores necesarios para la germinación, no germinan debido a su imperiosa necesidad de luz, esto se debe a que las semillas contienen diminutas cantidades de un pigmento protéico sensible a la luz llamado fitocromo, que permite la germinación después de una breve exposición a luz roja. La existencia de un fotoreceptor en la plantas fue propuesta por Garner y Allard 1929 (citado por Córdoba, 1976). Sin embargo, un estudio más completo fue abordado por Borthwick et al., (1952) al señalar que semillas de lechuga var. grand rapids sometidas a un período de imbibición durante 12 horas presentaban 82 % de germinación si se exponían a luz roja. La germinación se ve favorecida con luz monocromática de 600 nm. El mayor rendimiento se logró con 660 nm, con valores superiores a esta longitud de onda. Borthwick et al., (1952) han demostrado que en las semillas expuestas a una longitud de onda de 730 nm, se

produce un efecto inhibitor. Estos hechos condujeron a la hipótesis de un pigmento fotoreceptor que por absorción de luz roja se transformaba. En la actualidad,  $P_r$  se le conoce al fitocromo que presenta su máxima absorción en el rojo del espectro a 660 nm y  $pfr$  al fitocromo que presenta su máxima absorción a 730 nm en la zona infrarroja del espectro.

La respuesta de la germinación a la luz es de tres tipos i) mejora bajo condiciones de luz continua, ii) mejora bajo breves momentos de iluminación iii) es indiferente a la presencia o ausencia de luz.

La germinación de algunas especies mejora con luz continua como; *Vaccinium myrtillus* (Giba, 1993), *Pieris floribunda* (Starrett, 1992), *Nigella damascena* (Rudnicki, 1991). Es importante señalar que la longitud de onda más adecuada para promover la germinación es de 650 nm (Luz roja), de acuerdo con MacDonald (1992), Rudnicki (1991) y Bell (1993). Sin embargo, en algunas ocasiones se obtienen buenos resultados con exposiciones a luz y oscuridad como sucede con varias especies del género *Meconopsis* (Sulaiman, 1994).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 2.3 Proceso del letargo

El letargo es un término usado para señalar la inactividad de la planta o semilla, existen dos situaciones causantes de este proceso, a) el crecimiento puede detenerse por condiciones externas como la temperatura o la falta de agua, b) por factores internos que impiden el crecimiento aún que existan las condiciones ambientales favorables. Cuando se debe a condiciones externas es denominado quiescencia, si intervienen factores internos es llamado reposo (Samish, 1954). La intensidad y duración del letargo varía con el grado de madurez de las semillas y almacenamiento, pero sobre todo es una característica genética de la especie.

La maduración de la semilla incluye el desarrollo de mecanismos internos de letargo que controlan la germinación (Amen, 1968). La función de estos controles es preservar las semillas y regular la germinación de manera que coincida con las estaciones del año, donde se presentan condiciones favorables para la sobrevivencia de la plántula (Mahlstede, 1957).

Este último mecanismo es muy importante para especies que crecen en lugares donde ocurren condiciones ambientales extremas (temperaturas frías y escasa precipitación) como las regiones frías y los desiertos. La domesticación de las especies y posteriormente su mejoramiento genético ha permitido que la mayoría de las plantas actualmente cultivadas no presenten esta característica, benéfica muchas veces para el hombre, pero desfavorable para las especies.

El hecho de que semillas, aparentemente maduras no germinen se debe a un número grande de factores o combinación de ellos. Amen, (1968) señala que las causas principales del letargo son:

- a. Embriones rudimentarios
- b. Embriones fisiológicamente inmaduros
- c. Cubiertas e integumentos de semillas mecánicamente resistentes
- d. Cubiertas impermeables
- e. Presencia de inhibidores de la germinación

En muchas especies arbóreas los embriones de las semillas están completamente desarrollados al desprenderse. Sin embargo, esto no significa el éxito de la germinación, estas semillas germinan sólo al cabo de un período de postmaduración. En forma natural lo realizan durante el período de bajas temperaturas de invierno. Durante el período de descanso, en las semillas se producen cambios fisiológicos en los embriones y se estimula la germinación (Amen, 1968)

Las semillas de la mayoría de las leguminosas tienen cubiertas o testa tan resistente que los embriones no pueden extenderse y desarrollarse. En forma natural la fuerza estructural de estas cubiertas se rompe por congelación, deshielo, lixiviación, paso por el ducto digestivo de los animales (Varner, 1961). En forma artificial esta barrera puede ser eliminada por escarificación o tratamientos que suavicen las cubiertas de las semillas.

La presencia de inhibidores en los tejidos de los frutos impide la germinación de algunas semillas. La interacción de los inhibidores y las sustancias promotoras del crecimiento es una de las etapas del proceso que determina el establecimiento y terminación del reposo (Weaver, 1975).

El reposo de las semillas de acuerdo con Amen, (1968) puede ser dividido en cuatro fases;

- a. Inducción; Caracterizada por una disminución en los niveles hormonales
- b. Mantenimiento; Considerado como un período de detención metabólica parcial
- c. Desencadenamiento; Las semillas son especialmente sensibles a las condiciones ambientales
- d. Germinación; Aumento en la actividad hormonal y enzimática seguido del crecimiento del eje embrionario latente ( en general el agente real de la germinación es una hormona ) la acción de este mecanismo se determina según el tipo de hormona o sus concentraciones.

### 2.3.1 Tipos de letargo

#### Letargo físico

Este tipo de letargo es proporcionado a la semilla básicamente por la presencia de una testa dura e impermeable al agua (Rolston, 1978). Generalmente el embrión está quiescente pero protegido de tal manera que en forma natural pueden pasar meses incluso años sin que se aumente el contenido de humedad internamente, lo cual evitará la germinación. Esta forma de letargo es común en especies de la familia : *Leguminosas*, *Malvaceas*, *Chonopodiaceas*, *Convolvulaceas* y *Solanaceas* (Hartman, 1989).

Las semillas con este tipo de dormancia adquieren la impermeabilidad al final de la maduración y durante la desecación. Si se cosechan las semillas antes de alcanzar su completa madurez es posible lograr la germinación. La maduración resulta en un encogimiento que compacta las células de macroesclerenquima presionándolas fuertemente unas con otras. La germinación en forma natural es posible debido a cambios en la temperatura, daño por insectos, o el paso por el tubo digestivo de aves roedores o algunos otros mamíferos.

#### Letargo químico

En este caso el proceso de germinación no se desarrolla debido a la presencia de sustancias inhibitoras, como ; compuestos fenólicos, cuamarina, ácido abscísico, ácido cinámico, ácido cianhídrico, etc. Estos inhibidores se acumulan en diversas partes de las plantas como frutos, cubiertas de las semillas, etc. Algunos frutos carnosos como cítricos, cucúrbitas, manzanas, peras, uvas y tomates producen sustancias que inhiben la germinación de las semillas (Hartman, 1989).

Para lograr la germinación de semillas con letargo químico es necesario remover los inhibidores, esto en forma natural, es posible cuando la testa o la parte de la semilla que contiene los productos es consumida o dañada por animales. Las semillas tratadas por los animales y expuesta a condiciones favorables (lluvia) pierden los productos químicos inhibidores. Camacho,(1994) señala que el pirul *Shinus molle* presenta letargo químico y que el simple remojo por un día permite la germinación en un 100 % .Cuando las semillas están expuestas a temperaturas elevadas dichos productos pueden también ser removidos.

### Letargo fisiológico

Existen diversas opiniones para explicar este tipo de letargo algunos autores (Hyde, 1956) señalan que el letargo tiene sus orígenes en las cubiertas vivas y fisiológicamente activas de las semillas, que permiten la entrada de agua pero que restringen los movimientos de gases (entrada de oxígeno y salida de bióxido de carbono) de igual forma se impiden la lixiviación de inhibidores en caso de que los hubiera.

### Letargo morfológico

Se refiere a que el crecimiento del embrión no se ha desarrollado completamente, por ello las semillas maduras presentan embriones rudimentarios. El crecimiento y desarrollo de los embriones se realiza después que las semillas se han dispersado. El tiempo para completar su desarrollo depende de las características morfoanatómicas y el comportamiento de las especies en estudio y condiciones ecológicas de la zona, para algunas especies tales como guaje, huizache uña de gato, son suficiente varios días para completar el proceso de germinación mientras que en otras como *Anona sqacoda* y *Elaeis quinensis* se requiere varios meses (Nikolaeva, 1969).



En algunas ocasiones intervienen también la presencia de inhibidores, la aplicación de giberelinas estimula el proceso de germinación (Weaver , 1975 ).

### 2.3.2 Métodos para el rompimiento del letargo

La dormancia de la semilla ha sido un tema muy estudiado por una gran cantidad de científicos en todo el mundo. Se han desarrollado trabajos para romper el letargo con un sin número de tratamientos. A continuación señalaremos algunos tratamientos los cuales se refieren a especies domesticadas y silvestres de importancia económica.

**Escarificación.** El principio consiste en hacer una ruptura en la testa de la semilla para permitir la entrada de agua. Existe una gran variación de métodos de escarificación (Foroughbakhch ,1989) algunos mecánicos otros manuales pero todos ellos cumplen el mismo principio. La escarificación de la semilla regularmente es utilizado para especies con letargo físico.

**Inmersión en agua caliente.** Consiste en colocar las semillas en recipientes con agua a temperaturas de 77 a 100 °C (Hartman, 1989) inmediatamente debe retirarse la fuente de calor dejando las semillas en el agua caliente dependiendo del tiempo necesario y de la especie en cuestión. Corral, (1990) realizó un trabajo con 4 especies del género *Cistus* para romper el letargo utilizando el agua caliente a 100 °C durante 30 minutos aplicando remojo en agua destilada, ácido giberélico y tratamiento con luz.

El rompimiento del letargo se vio favorecido con los dos primeros. (remojo en agua destilada y ácido giberélico).

Passos (1988) experimentó con seis tratamientos para favorecer la germinación de *Leucaena leucocephala*, estos fueron; a) control. b) inmersión en agua a 100 °C por 2 segundos, c) inmersión en agua caliente 100 °C por 4 segundos, d) inmersión en ácido sulfúrico 95% por 2 minutos, e) inmersión en ácido sulfúrico por 5 minutos y f) semillas golpeadas en la superficie de una mesa. Después de 13 días, los porcentajes de germinación fueron 73,76,82,98,99 y 64 respectivamente para los tratamientos mencionados.

**Escarificación con ácidos.** Son utilizados diversos tipos y concentraciones de ácidos sin embargo, el que ha mostrado resultados favorables para la mayoría de las especies es el ácido sulfúrico concentrado. El tiempo del tratamiento varía de unos pocos minutos a varias horas, después del tratamiento es recomendable lavar las semillas muy bien para eliminar todo el ácido. Se sugiere utilizar bicarbonato de sodio para eliminar residuos del ácido.

Pharande, (1990) en sus estudios sobre el mezquite (*Prosopis juliflora* y *Prosopis glandulosa*) proporcionó los siguientes tratamientos para aumentar la germinación de estas especies, reporta mejores resultados con el ácido sulfúrico durante 10 minutos comparado con ácido clorhídrico y hidróxido de sodio, además señala que la germinación se dio con alto vigor. Jayakumar (1989), trabajo con *Cassia sericea*, una especie que presenta menos del 10 % de germinación después de ser cosechada aplicó nitrato de potasio, benzyladanina y ethephon sin resultados favorables, en cambio ácido sulfúrico concentrado con 12- 21 minutos mostró 100% de germinación.

**Tratamientos térmicos a temperaturas elevadas.** Es recomendable en el caso de semillas con testa muy dura, las cuales se ven modificadas por temperaturas

elevadas, en forma natural es posible observar este tratamiento después de un incendio en una área con gran vegetación.

**Tratamientos térmicos a temperaturas bajas.** Consiste en un período de enfriamiento en húmedo para estimular la maduración del embrión. La temperatura más común es de 0 a 10 °C. El tiempo necesario de este tratamiento depende de la especie, Bonner, (1974) sugiere un rango de 1 a 4 meses. En un trabajo realizado para romper el letargo en *Impatiens glandifera* se obtuvieron buenos resultados con temperatura de 4 °C (Mumford, 1990 ).

**Estratificación a la intemperie.** Consiste en aprovechar las temperaturas frías que se presentan durante la época de invierno, cuidando que las semillas no reciban temperaturas debajo de los 0 °C o bien sean consumidas por los animales.

**Lixiviación.** El principio se basa en remover los inhibidores que se encuentra en la superficie o interior de la semilla, puede efectuarse con remojo o bien en agua corriente. La lixiviación es utilizada en semillas con letargo químico básicamente. ®

**Cosecha de frutos inmaduros.** Como fue señalado anteriormente, las semillas conforme se van madurando, las esclereidas de la testa se van apretando hasta formar una testa impermeable, por ello este método puede funcionar ya que no se da oportunidad a que se realice dicho proceso.

**Combinación de tratamientos.** En muchas ocasiones una semilla presenta varios tipos de letargo, por ello es recomendable la combinación de tratamientos primero se recomienda suavizar la testa (por algún tratamiento de los ya señalados) y posteriormente podrá aplicarse un período de enfriamiento.

Keogh, (1992) utilizo ácido sulfúrico al 98% durante 24 minutos seguido con ácido giberélico 10 - 4M para romper el letargo en *Discaria toumatou*, observando también aumento en la velocidad de germinación.

**Exposición a la luz.** Existen especies que sus semillas requieren luz para iniciar la germinación, tal es el caso de algunas cactáceas y girasol (Maití, 1994).

**Congelamiento.** Consiste en someter a las semillas a temperaturas por debajo de los 0 °C regularmente en seco, es usado para letargo físico (Rolston, 1978).

**Disolventes orgánicos.** Consiste en la inmersión de las semillas en sustancias como acetona, metanol, etanol, xileno, etc. Este tratamiento se usa para semillas con letargo físico. (Doran, 1983).

**Alternancia diurna de la temperatura.** Regularmente se recomienda 15 a 30 °C manteniendo las semillas a temperaturas más bajas durante 16 horas y la más alta a 8 horas, con estos cambios, es posible estimular la germinación en algunas especies (Hartman, 1989).

**Aplicación de hormonas.** Las más utilizadas han sido giberelinas, citokininas y etileno. Estas son sustancias que las mismas plantas sintetizan en sus diversos tejidos. Para el caso de las primeras el GA3 es la sustancia más empleada para rompimiento de letargo de una gran cantidad de semillas (Fulbright, 1986), recomendándose concentraciones muy variadas dependiendo de la especie que se trate. Estas sustancias son usadas para promover la germinación cuando existe letargo fisiológico.

Benvenuti, (1991). efectuó pruebas de rompimiento de letargo en cinco especies del genero *Heliantus*. Las pruebas fueron ; a) temperatura de 5 °C, b) escarificación + 5 °C, c) ácido. giberélico (GA<sub>3</sub>) 100 ppm, d) 5 °C + GA<sub>3</sub> (100 ppm), este último fue el que mostró mejores resultados. Por su parte Montero, (1990) trabajó con cuatro cultivares de una planta ornamental conocida en México como perritos (*Antirrhinum majus*), el reporta porcentajes de germinación altos con diversas concentraciones de ácido giberélico. Satjadipura, (1988), utilizó 1000, 1500, y 2000 ppm de GA<sub>3</sub> para promover la germinación en patata, obteniendo los mejores resultados con el tratamiento a 1000 ppm. con 70% de germinación. Este mismo tratamiento mas 1 ppm de mixtalol incrementó la germinación a 82%. Keegan, (1989) en pruebas de germinación con *Recinodendron rautanenii* utilizó un producto comercial llamado ethephon el cual libera etileno con buenos resultados.

**Almacenamiento en seco** . Consiste en almacenar las semillas durante varios meses en lugares donde la humedad relativa es baja, se considera que los posibles inhibidores de la semilla se volatilizan o se inactivan permitiendo así la germinación. Se usa usada para romper el letargo fisiológico ( Ginzo, 1980).

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación y características del área de estudio

Las actividades de campo se llevaron a en zonas semiáridas del municipio de Marín, N. L. sus coordenadas son 25° 53 latitud norte y 100° 03longitud oeste con 367 m.s.n.m.

El clima de la región, según la clasificación de Köppen modificada por García, (1973) para México es de tipo semiárido BS<sub>1</sub> (h· ) hx(e·). Las condiciones ambientales de precipitación y temperatura registradas durante el desarrollo del estudio aparecen en la tabla (2). Las heladas tempranas suelen presentarse después de la segunda semana de noviembre y las tardías regularmente en enero, hasta el mes de marzo.

Tabla 2 Registro de datos climatológicos presentes en el área de estudio durante el desarrollo del trabajo

Mes	T.media del mes en °C	T.media max. en °C	T.media min. en °C	PP.total en mm	Evap. total en mm
Enero	13.5	20.0	7.0	87.0	85.67
Febrero	15.5	22.0	9.0	24.7	81.54
Marzo	33.0	21.0	12.0	17.5	211.18
Abril	23.2	30.6	15.8	10.5	199.84
Mayo	27.0	33.0	21.0	17.3	211.18
Junio	31.0	39.0	23.0	45.4	244.94
Julio	31.5	39.0	24.0	71.0	294.30
Agosto	29.5	37.0	22.0	38.0	255.35
Septiembre	26.5	33.0	20.0	30.4	169.89

T. = temperatura, PP. = Precipitación pluvial , Evap. = Evaporación

Los suelos de la región de acuerdo con las cartas edafológicas editadas por DGETENAL, (1977) son de tipo feosem calcáricos, con textura de tipo arcillosa y pH alcalino. El grado de erosión en el suelo es alto en algunas áreas sobre todo por la eliminación de la cubierta vegetal por el sobrepastoreo, el abuso en el corte de leña. y desmontes.

La topografía del lugar esta constituida básicamente por áreas planas y pequeños lomeríos donde predominan suelos someros.

### 3.2. Especies estudiadas

La mayoría de las especies seleccionadas son árboles o arbustos de importancia económica en las regiones áridas y semiáridas del noreste de México (Tabla 3)

**Tabla 3. Lista de especies maderables seleccionadas para los ensayos morfoanatómicos y de germinación**

Nombre científico	Nombre común	Familia
1. <i>Cordia boissieri</i> A. DC.	anacahuita	Boraginaceae
2. <i>Condalia hookeri</i> M.C Johnst.	brasil	Rhamnaceae
3. <i>Bumelia celastrina</i> H.B.K.	coma	Sapotaceae
4. <i>Pithecelobium ebano</i> ( Berl.) Muller .	ébano	Leguminosae
5. <i>Acacia farnesiana</i> ( L.) Willd.	huizache	Leguminosae
6. <i>Leucaena leucocephala</i> ( Lam.) de Wit.	guaje	Leguminosae
7. <i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	mezquite	Leguminosae
8. <i>Celtis leavigata</i> Willd.	palo blanco	Ulmaceae
9. <i>Parkinsonia aculeata</i> L.	retama	Leguminosae

### 3.3. Fase de campo

Esta actividad tuvo una duración de nueve meses y comprende las siguientes etapas.

**3.3.1. Estudio ecológico.** La información sobre el reconocimiento del área de estudio fue obtenida efectuando recorridos de campo paralelamente realizando la revisión de literatura, como el material cartográfico editado por DGETENAL actualmente Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) que ofrece información muy valiosa. Se hicieron registros sobre las características físicas y químicas del suelo, relieve, plagas de importancia, porte de las especies, período de heladas, temperaturas (máximas y mínimas), así como de las lluvias presentes durante el estudio.

**3.3.2. Estudio fenológico.** Se recorrió el área de estudio semanalmente y se registraron las diferentes etapas fenológicas de las especies en cuestión, durante un período vegetativo, basado sobre el conjunto de las especies como una población y no a nivel de plantas como individuos.

**3.3.3. Colecta de semilla y material de herbario.** Cuando los frutos ya estaban completamente maduros, se seleccionaron aquellos que no presentaran daños por insectos o enfermedades. Para el caso particular de anacahuita, la semilla fue colectada de un corral de cabras dado que al momento de hacer los trabajos de germinación no había en las plantas. El material de herbario colectado fue llevado al laboratorio de Botánica de la Facultad de Agronomía para su identificación.

**3.3.4. Extracción de la semilla.** Para el caso del mezquite fue necesario remojar las vainas en el agua durante cuatro días, esto permitió suavizar la carnosidad



del fruto, posteriormente efectuamos una maceración manual, y se pusieron a secar. De la semilla se removió la cubierta coreacea para conocer si estaba infestada. Para el huizache y ébano los frutos fueron golpeados con un martillo, de esta manera las semillas quedaron expuestas. En el caso de coma, brasil, y palo blanco los frutos se colocaron en agua y se efectuó la maceración manual inmediatamente. Para retama, solamente se frotaron con las palmas de las manos y liberaron la cubierta delgada que los envuelve.

### **3.4. Fase de laboratorio**

**3.4.1. Estudio Morfológico de la semilla.** Del conjunto de semillas se extrajo una muestra de 50 semillas a las cuales se les determinaron sus dimensiones; largo, ancho y grueso, así como forma, coloración y peso, para ello utilizamos una balanza granataria y el micrómetro.

**3.4.2. Anatomía de la testa.** Para este aspecto fue utilizada la técnica de Johansen, (1940) la cual consistió en remover la testa y tejido del endocarpio de cada una de las especies, se colocaron en tubos de ensaye, agregamos 10 ml de ácido nítrico y se llevo a fuego en baño maría por 3 horas, posteriormente el tejido se lavó en tres ocasiones para eliminar los residuos del ácido. Una porción pequeña de este se colocó en el porta objetos agregándole un gota de glicerina y otra de safranina inmediatamente después se puso el cubre objetos para observarlo al microscopio óptico donde se hicieron 25 medidas de la forma de macro y microesclereidas.

**3.4.3. Ultraestructura de la semilla.** Se hicieron cortes transversales de semillas de cada especie, fueron colocados en soportes de aluminio, utilizando cinta de doble superficie adhesiva, se les agrego pintura conductora de plata coloidal.

El material fue colocado en un cubridor iónico balzers donde se cubrió con una película de oro 100 %. Posteriormente estas muestras se observaron en un microscopio electrónico de barrido ISI Mini Sem -s a un voltaje de aceleración de 15 Kv. Las fotografías fueron tomadas con los siguientes aumentos : 100, 200, 400, 700, y 1000 utilizando una película Kodak 664.

### **3.5. Pruebas de germinación**

**3.5.1 Tratamientos.** En base a la revisión de literatura efectuada se decidió utilizar los siguientes tratamientos suponiendo éxito con los mismos.

1. Agua caliente a 65 °C durante 15 minutos.
2. Agua caliente a 80 °C durante 15 minutos.
3. Agua caliente a 95 °C durante 15 minutos.
4. Agua caliente a 65 °C durante 10 minutos.
5. Agua caliente a 80 °C durante 10 minutos.
6. Agua caliente a 95 °C durante 10 minutos.
7. Acido sulfúrico concentrado durante 10 minutos.
8. Acido sulfúrico concentrado durante 20 minutos.
- 9 Remojo en agua durante 72 horas
- 10 testigo (semilla sin tratar)

Para los tratamientos en agua caliente, se colocó agua en un vaso de precipitado, después se llevó al fuego y cuando el agua se encontraba a la temperatura deseada, depositábamos las semillas durante el tiempo previamente definido. Para los tratamientos con ácido sulfúrico, este se colocó en un vaso de precipitado, en cantidad suficiente para que todas las semillas permanecieran en contacto con la sustancia, dado que la reacción ocasionaba la adherencia de semillas en las paredes del vaso,

fue necesario agitarlo, transcurrido el tiempo del tratamiento el ácido era depositado en un recipiente y procedíamos a lavar las semillas.

**3.5.2. Sustrato.** Se utilizó un producto comercial llamado agrogel el cual al contacto con el agua se transforma en una gelatina transparente, para impedir el crecimiento de hongos y bacterias aplicamos al gel benlate y cobrezate ( 3 g por litro de agua) previamente diluido en agua.

**3.5.3. Siembra.** En cajas de petri se colocó el gel y posteriormente las semillas, las cajas se colocaron en una estufa donde permanecieron a una temperatura de 30 °C  $\pm$  2 °C.

**3.5.4. Porcentaje de germinación.** Se contabilizó el número de semillas germinadas, considerando este proceso una vez que se pudiera observar el crecimiento de la radícula y las hojas cotiledonales.

**3.5.5. Velocidad de germinación.** Para obtener esta variable se registró el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la germinación de las semillas de cada especie. Para ello se utilizó la fórmula de Maguire, ( 1962 ) la cual se presenta a

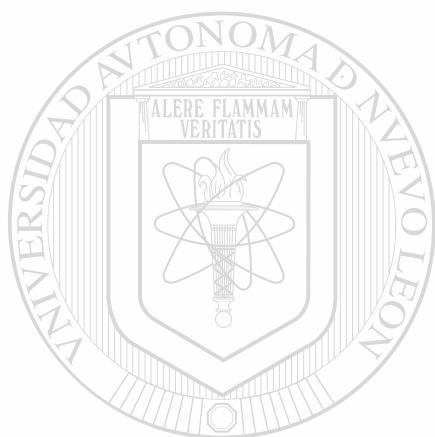
$$\text{continuación} \quad \frac{\text{No. de plántulas normales}}{\text{Días al primer conteo}} + \frac{\text{No. de plántulas normales}}{\text{Días al último conteo}}$$

### 3.6. Diseño del experimento

Bajo diseño experimental solo se condujeron las pruebas de germinación de las semillas. Dadas las características de homogeneidad del ambiente donde se llevó a

cabo la germinación de semillas se utilizó un completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue una caja petri que contenía 15 semillas. Los datos de las pruebas de germinación se analizaron en el paquete estadístico elaborado por Olivares, (1994).

Las datos del estudio anatómico y morfológico se agruparon en forma ordenada para determinar el promedio en el paquete de computo excel.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Fenología de las especies estudiadas

Las etapas fenológicas registradas durante este estudio fueron: estado vegetativo (brotación), floración y fructificación. En general todas las especies inician la brotación a mediados del mes de febrero, esta información coincide con los resultados proporcionados por Rodríguez, (1993) .La actividad continúa durante los siguientes meses hasta el mes de mayo o junio, para algunas especies, durante esta época se presenta un receso en la actividad vegetativa causado por las altas temperaturas y ausencia de lluvias.

Las especies; guaje, palo blanco (Fig. 1) y la coma (Fig. 2) son las únicas que reducen la tasa de crecimiento en el período vegetativo pero no la suspenden como las demás . La brotación se presenta nuevamente una vez que inicia el período de lluvias (julio o agosto) y se prolonga hasta la segunda o tercer semana de noviembre una vez que las temperaturas empiezan a reducirse en comparación al período de sequía de mayo y junio. El receso del estado vegetativo en el periodo crítico del año se debe a un déficit hídrico derivado de la muy escasa precipitación y la alta temperatura. La alta evaporación y consiguiente transpiración de los vegetales en proceso de desarrollo, afecta los tejidos tiernos deshidratándolos y provocándoles el secamiento de brotes apicales y ramas nuevas. Con las primeras lluvias de fin de verano se produce la recuperación de crecimiento hasta el término del período vegetativo. Esta explicación podría permitir comprender por que no crecen estas especies entre julio y agosto y el posterior desarrollo en altura. Junto con el receso vegetativo (en invierno) y pérdida de follaje en algunas especies, se producen las heladas que dañan los tejidos los cuales inician un rápido crecimiento, favorecidas por las adecuadas condiciones de humedad



Figura 1. *Celtis leavigata* (p. blanco) mostrando sus frutos aún sin madurar



Figura 2. *Bumelia celastrina* (coma) mostrando frutos completamente maduros

en el período de lluvias. Las ramas no afectadas por las bajas temperaturas crecerán favorablemente al inicio del período vegetativo con el desarrollo de nuevos brotes.

La floración de casi todas las especies (Fig. 3 - 9) se presenta en dos ocasiones durante el año, o bien en un solo evento el cual puede durar varios meses. El huizache (ver Fig. 9a y b) solo florece una sola vez durante el año. La floración inicia poco tiempo después de la brotación. Sin embargo, para el caso del huizache, guaje (ver Fig.3), brasil (ver Fig.7) y palo blanco (ver Fig.1) es común observar que estas dos etapas inician casi al mismo tiempo (principios de febrero).

Los primeros frutos maduros en la etapa de fructificación se observaron desde la primer semana de mayo para el mezquite (ver Fig.6), guaje, anacahuita (ver Fig.8) y palo blanco, en las próximas dos semanas inicia el huizache, la coma (Tello, 1992 reporta información similar para esta especie) y la retama (ver Fig.5), posteriormente en junio el brasil (ver Fig. 7), para finalizar en agosto con el ébano (ver Fig.4). Es importante señalar que así como se presenta la floración en dos eventos por año sucede lo mismo con la producción de frutos, siempre y cuando las condiciones climáticas lo permitan. Esto depende básicamente de las temperaturas presentes en noviembre y diciembre ya que durante estos meses se cuenta con frutos inmaduros producto de flores tardías y es muy probable que las temperaturas disminuyan por debajo de los cero °C ocasionando la muerte de los frutos en desarrollo. Las figuras 10 y 11 ilustra las diferentes etapas fenológicas de las especies maderables en estudio.



Figura 3. Crecimiento vegetativo y floración de *Leucaena leucocephala* (guaje)



Figura 4. Fructificación de *Pithecelobium ebano* (ébano)





Figura 5. Floración de *Parkinsonia aculeata* (retama)



Figura 6. Brotación y floración de *Prosopis glandulosa* (mezquite)



Figura 7. Floración y fructificación de Condalia hookeri (Brasil).



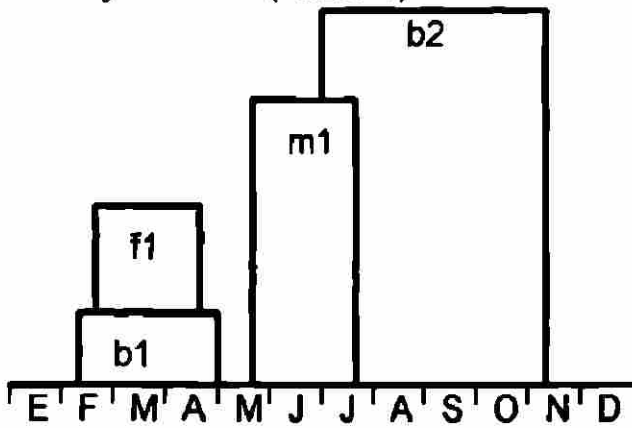
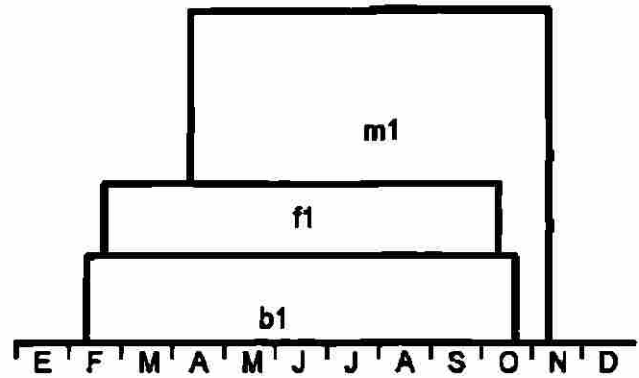
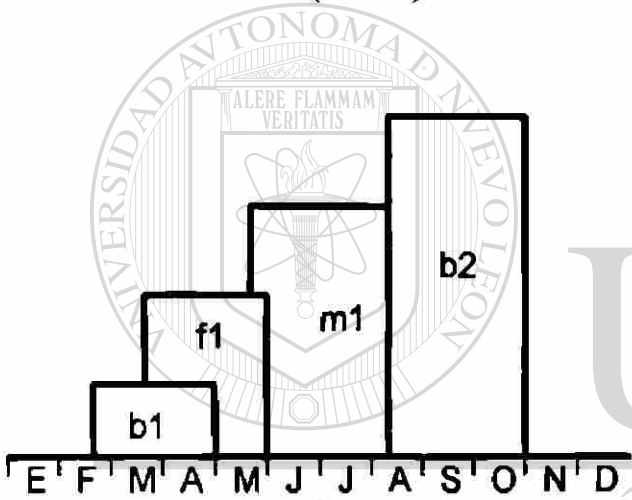
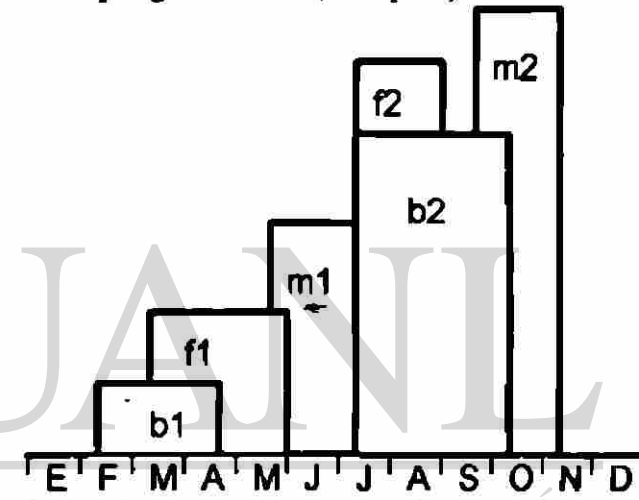
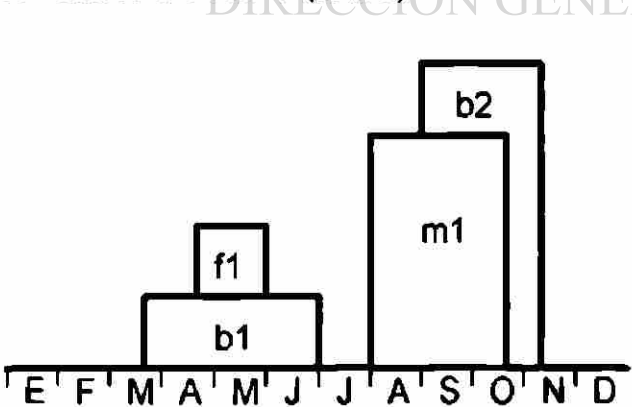
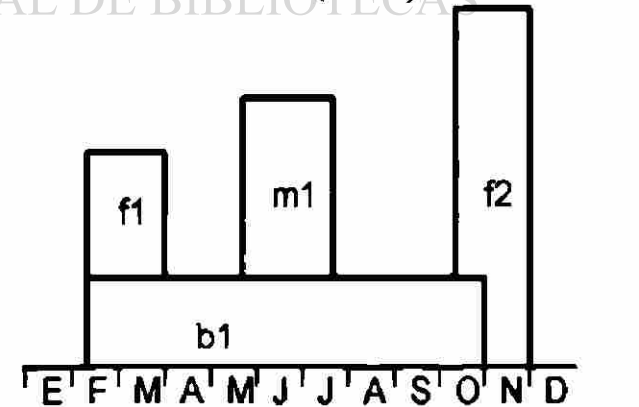
Figura 8. Brotación y floración de Cordia hoissier (anacahuita).



Figura 9a. Fructificación de *Acacia farnesiana* (huizache)

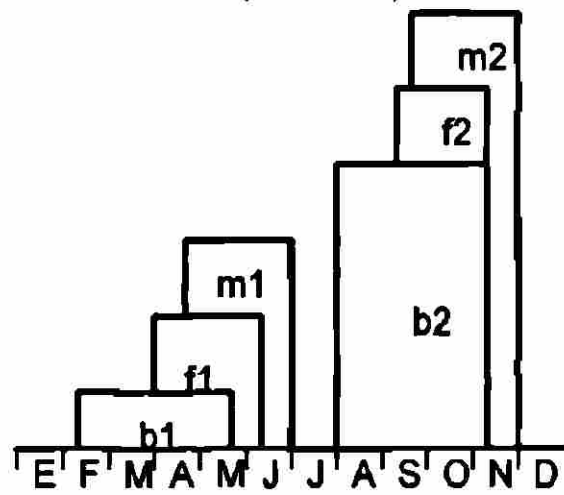
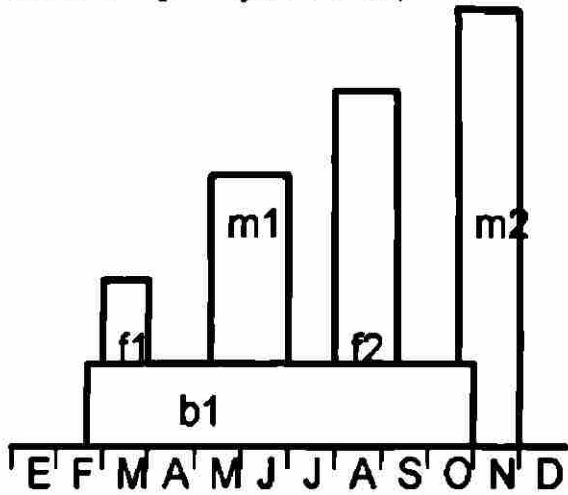
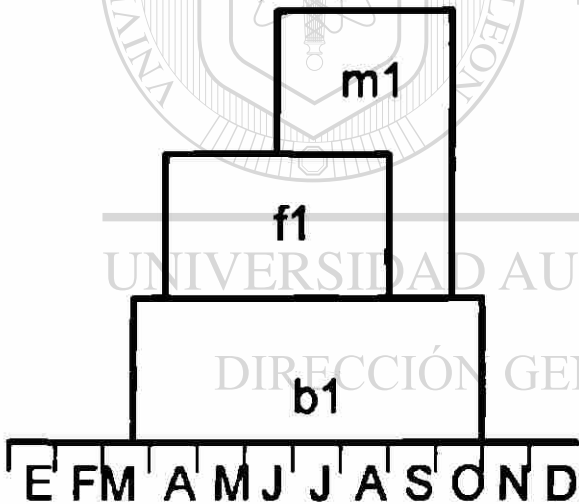


Figura 9b. Brotación y floración de *Acacia farnesiana* (huizache)

*Acacia farnesiana* (huizache)*Leucaena leucocephala* (guaje)*Parkinsonia aculeata* (retama)*Prosopis glandulosa* (mezquite)*Pithecelobium ebano* (ébano)*Bumelia celastrina* (coma)

b1 y b2; brotación, f1 y f2; floración, m1 y m2; maduración de frutos.

Figura 10. Fenología de las especies estudiadas (huizache, guaje, retama, mezquite, ébano y coma) en la región semiárida de Marín, N. L.

*Celtis leavigata* (palo blanco)*Cordia boissieri* (anacahuita)*Condalia hookeri* (brasil)

b1 y b2: brotación, f1 y f2; floración, m1 y m2; maduración de frutos.

Figura 11. Fenología de las especies estudiadas ( palo blanco, anacahuita y brasil) en la región semiárida de Marín, N. L

## 4.2 Morfología de las semillas de las especies estudiadas

La variación encontrada en las características morfológicas de las semillas es muy amplia, se cuenta con semillas verdaderas como huizache, mezquite, guaje ébano y retama; además de frutos que cumplen la función de reproducción como brasil, palo blanco, anacahuita y coma. En cuanto al tamaño, las diferencias son muy grandes como sucede con el ébano (1 cm) comparado con la semilla de brasil (0.3 cm). En cuanto a las formas de las semillas existe una diversidad morfológica desde globosa, romboide aplanada, ovalada aplanada hasta circular globosa, predominando esta última en muchas especies leñosas. Sobresalen los colores verde olivo y el café con diferentes tonalidades. El peso de la semilla de igual forma presenta una gran variación desde 0.013 g para el brasil hasta 0.61 g para el ébano (Tabla 4).

**Tabla 4. Características morfológicas de las semillas de 9 especies estudiadas**

Especie	Forma	Color	Tamaño en cm. L - A	Peso en gramos	Semillas por kg
<i>A. farnesiana</i> (huizache)	ovalado globosa	Verde-olivo	0.5 - 0.4	0.0713	14,025
<i>P. glandulosa</i> (mezquite)	romboide aplanada	café-amarillo	1.0 - 0.6	0.0937	10,672
<i>L. leucocephala</i> (guaje)	ovalada aplanada	café oscuro	0.9 - 0.5	0.0686	14,577
<i>P. ebano</i> (ébano)	cuadrada globosa	café-rojizo	1.0 - 0.8	0.6140	1,628
<i>P. aculeata</i> (retama)	elíptica globosa	verde- olivo	0.9 - 0.4	0.1156	8,650
<i>B. celastrina</i> (coma)	redonda globosa	verde-olivo	0.7 - 0.5	0.0910	10,989
<i>C. hookeri</i> (brasil)	circular globosa	café-claro	0.3 - 0.3	0.0130	76,923
<i>C. boissieri</i> (anacahuita)	romboide globosa	café-claro	1.7.- 0.9	0.6265	1,595
<i>C. leavigata</i> (palo blanco)	circular globosa	café claro	0.5.- 0.4	0.0500	20,000

Una característica común en las semillas de las leguminosas es la presencia de pleurograma, (Niembro, 1988) , esta fue posible apreciarla en mezquite , huizache, ébano y guaje , en la retama no fue muy visible.

### 4.3 Ultraestructura de la semilla

El estudio sobre la ultraestructura de la semilla se llevó a cabo mediante el microscopio electrónico de barrido . En base a la divergencia respecto a la ultraestructura de semillas se consideró necesario presentarlas en forma separada (por especies).

***Leucaena leucocephala* (guaje)** : La testa presenta cutícula irregular con un grosor de (5  $\mu$  ), hacia abajo presenta una capa de macroesclereidas constituida por células delgadas y largas (85  $\mu$ ) arregladas en empalizada, continúa con una capa de células pequeñas (microesclereidas) ubicadas en sentido perpendicular a las macroesclereidas con tamaño promedio de 15  $\mu$ . El endospermo es ocupado por una banda de células de tamaño y forma variable. Las células cotiledonales no muestran su estructura con claridad (Fig.12).

***Prosopis glandulosa* (mezquite)** : En corte transversal hacia la parte exterior se aprecia la cutícula gruesa de 5  $\mu$ . La testa esta constituida por dos tipos de células: macroesclereidas que son alargadas (37.5  $\mu$  largo y 2.5  $\mu$  de ancho) en forma de empalizada y compactas (Fig. 13). Las microesclereidas son muy pequeñas de 7.5  $\mu$  , debajo de estas células encontramos el perispermo con células ovoides e irregulares. Las células de los cotiledones tienen gránulos de almidón de tamaño variable (5.7  $\mu$ ).

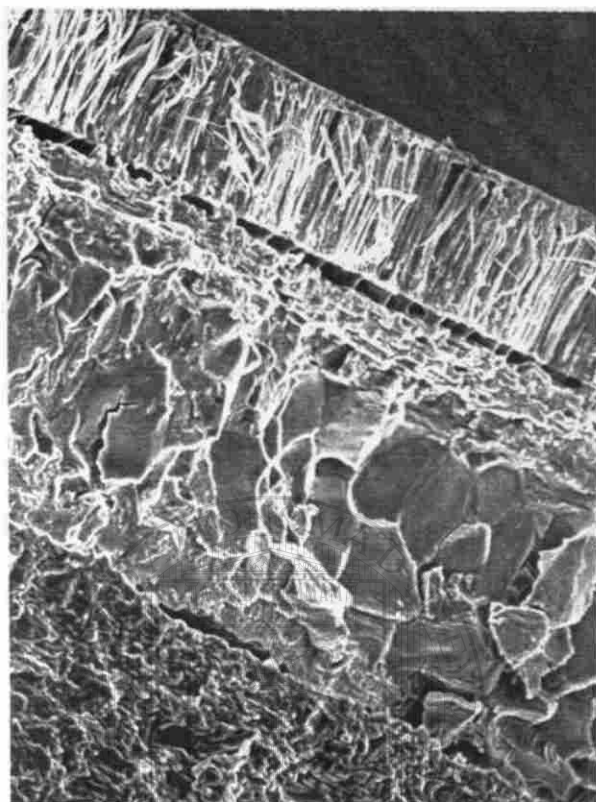


Figura 12. *Leucaena leucocephala*

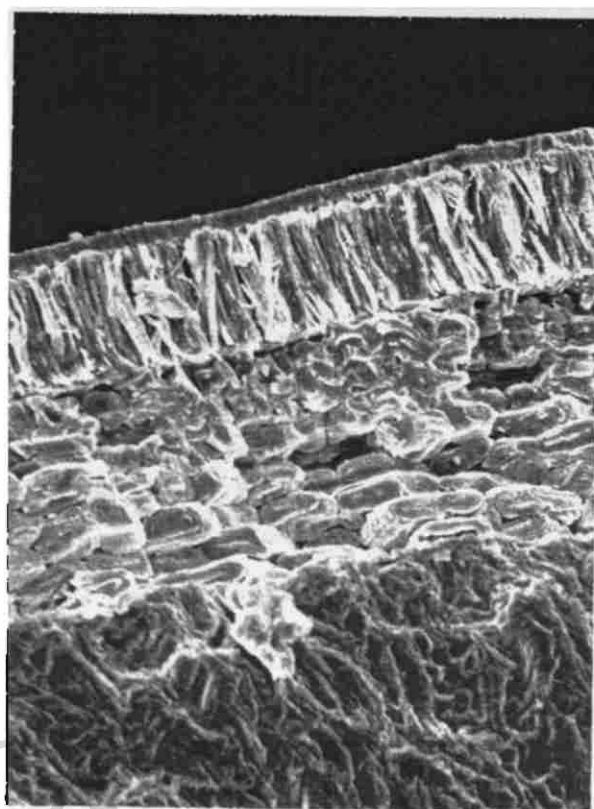


Figura 13. *Prosopis glandulosa*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

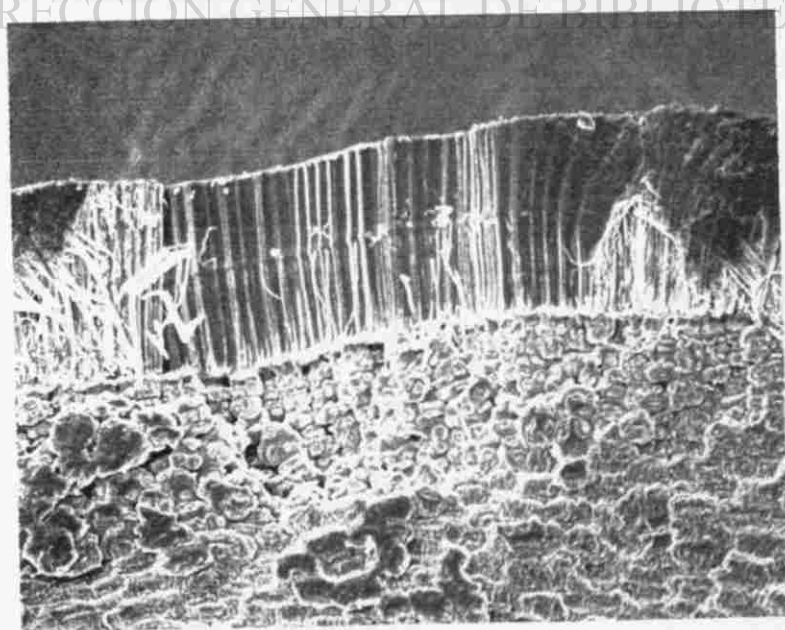


Figura 14. *Parkinsonia aculeata*



***Parkinsonia aculeata* (retama)** : La testa presenta cutícula delgada ( $0.8 \mu$ ) y poco irregular, con dos capas de macroesclereidas del mismo grosor, células largas de  $32 \mu$  de largo y  $1.5 \mu$  de ancho, las paredes celulares son delgadas y muy compactas. Los resultados de la maceración muestran microesclereidas con tamaño promedio de  $26 \mu$ . Las células de los cotiledones son muy irregulares con escasa presencia de almidón (Fig. 14).

***Pithecelobium ebano* (ébano)** : Al igual que *Parkinsonia aculeata* la testa está constituida por dos capas de macroesclereidas. La cutícula prácticamente no existe, las macroesclereidas son células con longitud de  $110 \mu$  y ancho de  $5 \mu$  muy compactadas, las microesclereidas son casi circulares con tamaño promedio de  $19 \mu$ . En las células del cotiledón existe gran cantidad de almidón con diferente tamaño, el promedio es de  $7 \mu$  de diámetro (Fig. 15).

***Acacia farnesiana* (huizache)**: La cutícula es sumamente delgada, la testa esta formada por dos capas de macroesclereidas en forma de empalizada, la longitud de estas células es de  $60 \mu$ . Las microesclereidas son muy pequeñas apenas alcanzan las  $5 \mu$ , el almidón se presenta en cantidades regulares en las células de los cotiledones (Fig. 16).

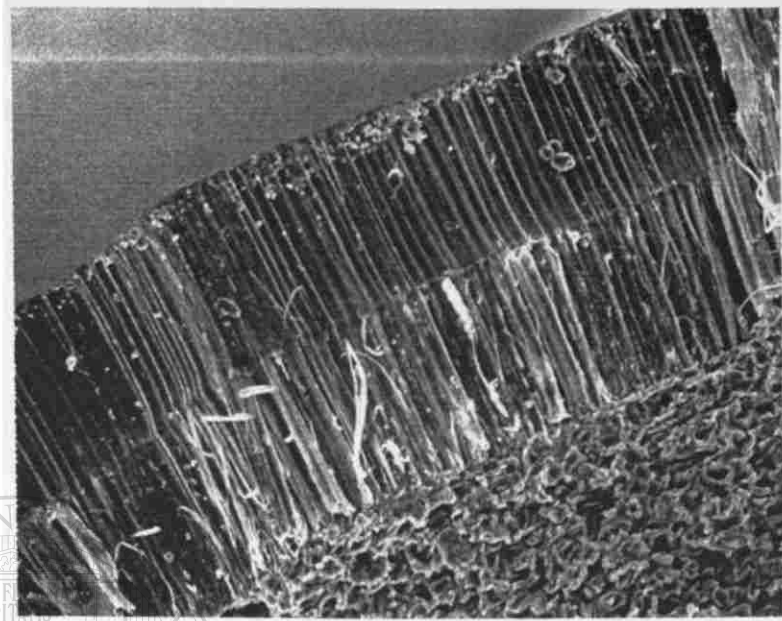
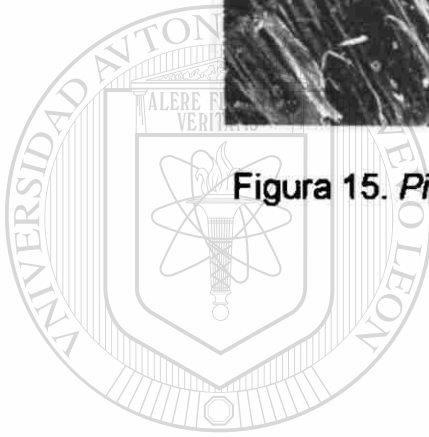


Figura 15. *Pithecelobium ebano*



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIR

CAS

®

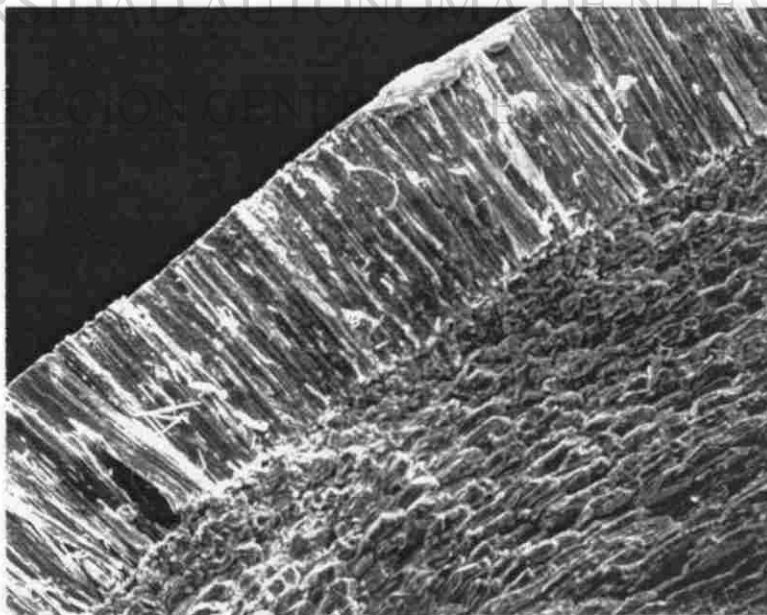


Figura 16. *Acacia farnesiana*

***Bumelia celastrina* (coma) :** El endocarpio esta constituido basicamente por células casi circulares con paredes gruesas las cuales presentan la estructura de las microesclereidas con tamaño promedio de 30  $\mu$ . Hacia el interior se aprecian las células cotiledonales con borde rugosos en su extremos y mediana cantidad de almidón en el interior (Fig. 17).

***Celtis leavigata* (palo blanco) :** Las fotografías muestran la superficie del endocarpio muy rugosa constituido por células muy pequeñas, no hay claridad en forma y tamaño de estas células. Junto a las células del cotiledón es posible apreciar hacia la parte exterior un capa de células que al parecer son microesclereidas con paredes muy gruesas e irregulares de 30  $\mu$ . Las células de los cotiledones (18.46 x 35.5  $\mu$ ) presentan gran cantidad de almidón (5.7  $\mu$ ) distribuido uniformemente (Fig.-18).

***Condalia hookeri* (brasil) :** El endocarpio es muy grueso no se distingue claramente la separación de células solamente una masa densas con células de forma y tamaño muy irregular. Con la técnica de la maceración es posible apreciar fibras muy largas (220  $\mu$ ) y microesclereidas de 23  $\mu$ . Las células cotiledonales muestran la presencia de abultamientos en forma de media luna los cuales probablemente pudieran ser almidón (Fig. 19).

***Cordia boissieri* (anacahuita) :** El endocarpio esta constituido por una masa con células casi circulares con diámetro , algunas de ellas, hasta de 40  $\mu$  ésta masa de células es bastante gruesa, además dichas células presentan paredes gruesas y muy compactas. El almidón está presente en la células de los cotiledones con un diámetro de 11 $\mu$  medianamente congregado en ellas. (Fig. 20).

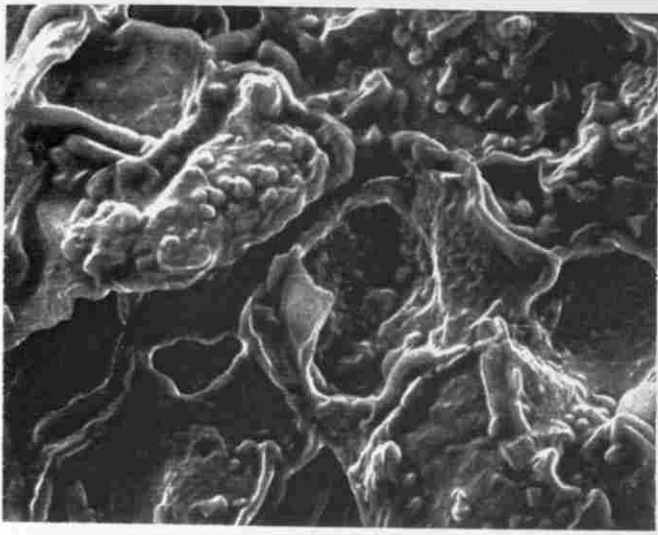


Figura 17. *Bumelia celastrina*

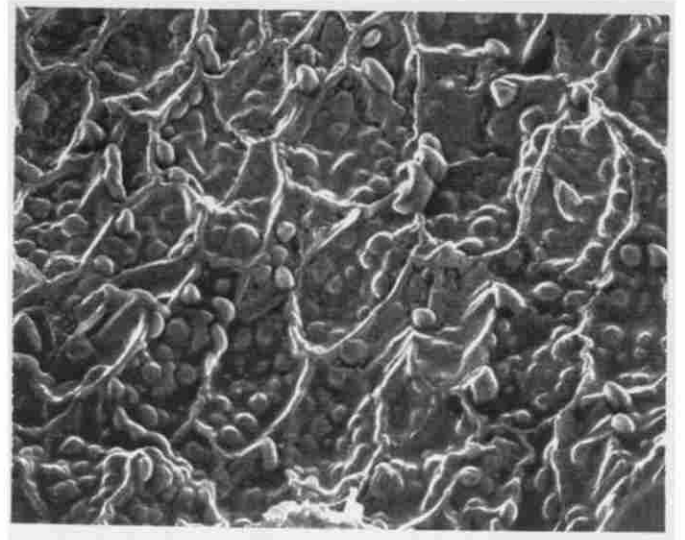
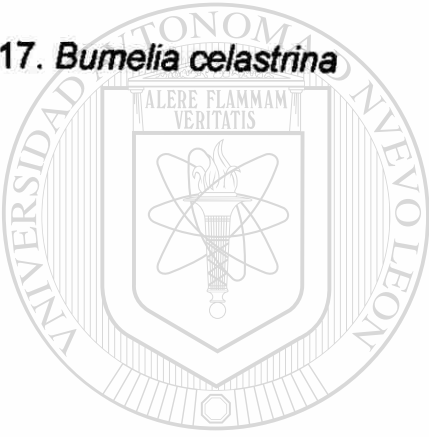


Figura 18. *Celtis laevigata*



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

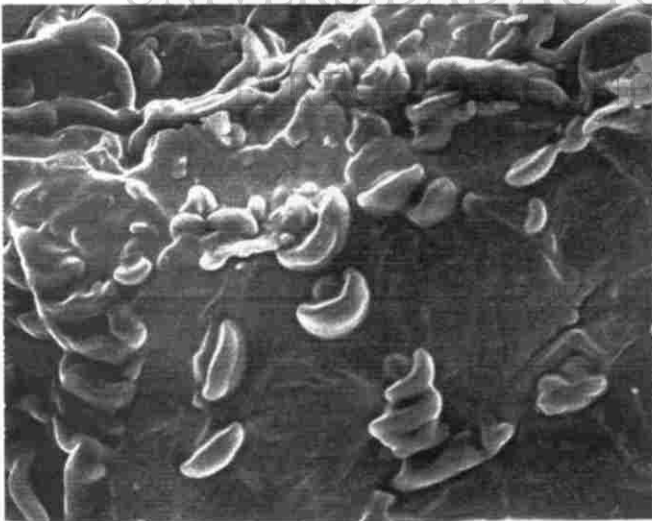


Figura 19. *Condalía hookeri*

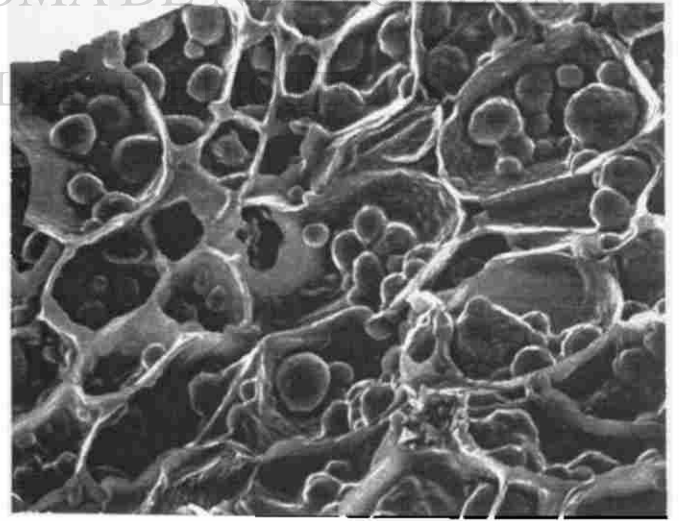


Figura 20. *Cordia boissieri*

La tabla 5 presenta una concentración de información en relación a las dimensiones de las macro y microesclereidas de las especies en estudio.

**Tabla 5. Dimensiones promedio de las macro y microesclereidas en la testa de las semillas estudiadas.**

Especie	Macroesclereidas Largo ( $\mu$ )	Macroesclereidas Ancho ( $\mu$ )	Microesclereidas Diámetro( $\mu$ )
<i>A. farnesiana</i> (huizache)	60.0	3.0	5.0
<i>P. glandulosa</i> (mezquite)	37.5	2.5	7.5
<i>L. leucocephala</i> (guaje)	85.0	3.0	15
<i>P. ebano</i> (éban)	110	5.	19
<i>P. aculeata</i> (retama)	32.0	1.5	26
<i>B. celastrina</i> (coma)	---	---	30
<i>C. hookeri</i> (brasil)	220	---	23
<i>C. boissieri</i> (anacahuita)	---	---	40
<i>C. leavigata</i> (palo blanco)	---	---	30

Para el caso de *Condalia hookeri* la testa aparentemente no presenta macroesclereidas. su estructura esta constituida básicamente por fibras.

#### 4.4 Técnicas de germinación

El ensayo sobre la germinación de las especies se realizó en forma independiente para cada especie leñosa. Por lo tanto los resultados obtenidos serán tratados e interpretados en forma separada por especie. La información obtenida acerca del proceso de germinación es el resultado de unidades experimentales (valores promedios) utilizados en este proceso.

***Prosopis glandulosa* (mezquite)** : Los resultados sobre las pruebas de germinación muestran la mayor efectividad para el tratamiento con el ácido sulfúrico concentrado durante 20 y 10 minutos, en comparación con los demás tratamientos ( incluso el testigo el cual favoreció también la germinación pero con valores más bajos). El agua a 80 °C (10 minutos) mostró valores intermedios (56.66%) entre 96.66 y 11.66% (Tabla 6). Las temperaturas más elevadas (95 °C) causaron daños al embrión y aquellas temperaturas menores no suavizaron adecuadamente la testa, ocasionando una baja germinación. Los valores bajos en la germinación en el tratamiento de inmersión de semillas en agua a temperatura ambiente (25 °C) durante 72 horas y aquellas del tratamiento del testigo mostraron la dificultad que presenta el agua para penetrar al interior de la semillas. Estos resultados concuerdan con aquellos valores obtenidos en las observaciones con el microscopio electrónico donde se aprecia una cutícula gruesa 5µ y macroesclereidas muy compactadas.

***Acacia farnesiana* (huizache)** : El tratamiento más adecuado para romper el letargo del huizache fue el de ácido sulfúrico (20 minutos) con 68.33 % de germinación (Tabla 6). La velocidad de germinación de esta especie fue 6.83. El tratamiento de ácido sulfúrico durante 10 minutos promovió el 25 % de la germinación, con una velocidad baja de 2.3 en comparación al de 20 minutos. Los valores de germinación así mismo su velocidad de otros tratamientos fueron mínimos (Tabla 7).

***Pithecelobium ebano* (ébano)** : De los tratamientos aplicados, el agua caliente a 95 °C durante 15 minutos produjo cocimiento de las semillas, por ello la germinación fue nula. Con un tiempo menor de 10 minutos solo germinaron el 5% de las semillas. El agua caliente a 80 °C durante 10 minutos causó menor daños a las semillas, el porcentaje de germinación aumentó a 46.66. Los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento de ácido sulfúrico con 10 minutos ( 86.86%) y 15 minutos con un 80 %

de germinación. Con el tratamiento de control sólo germinaron 1.66% de las semillas. La inmersión en agua durante 72 horas no presentó ventajas en la germinación (ver Tabla 6).

***Leucaena leucocephala* (guaje)** : Entre los tratamientos utilizados se observó que la inmersión de semillas en agua caliente (a diversas temperaturas y tiempos) favoreció la germinación del 50 a 71 %. En cambio los tratamientos con ácido sulfúrico en sus diferentes tiempos, presentaron los mejores resultados en porcentajes de germinación, siendo estos 90 y 98.3 Por el contrario la inmersión en agua a temperatura ambiente y el testigo no favorecieron la germinación de semillas de guaje. Se puede pensar que la acción del ácido sulfúrico consistió en una degradación de la testa sin dañar al embrión y el agua caliente sólo suavizó la testa pero no lo suficiente para promover la germinación en mayores cantidades (ver Tabla 6).

**Tabla 6. Porcentaje de germinación de 9 especies nativas utilizadas en el presente estudio.**

Especie	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<i>C. boissieri</i>	41.6	50.0	0.00	0.00	85.0	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>P. aculeata</i>	13.3	6.66	93.3	0.00	45.0	86.6	1.66	48.3	1.66	16.6
<i>B. celastrina</i>	0.00	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.6	0.00	5.00
<i>C. hookeri</i>	25.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.6	0.00	0.00
<i>P. glandulosa</i>	25.0	23.4	15.0	0.00	56.6	11.6	95.0	96.6	16.6	13.3
<i>L. leucocephala</i>	5.00	15.0	58.3	0.00	50.0	71.6	90.0	98.3	0.00	0.00
<i>P. ebano</i>	6.66	30.0	0.00	0.00	46.6	5.00	86.6	80.0	0.00	1.66
<i>A. farnesiana</i>	1.66	0.00	1.66	0.00	6.66	8.33	25.0	68.3	0.00	8.33
<i>C. leavigata</i>										

T1. Agua caliente 65 °C 15 min.  
 T2. Agua caliente 80 °C 15 min.  
 T3. Agua caliente 95 °C 15 min.  
 T4. Agua caliente 65 °C 10 min.  
 T5. Agua caliente 80 °C 10 min.

T6 . Agua caliente 95 °C....10 min.  
 T7 . Acido sulfúrico.....10 min.  
 T8 . Acido sulfúrico.....20 min.  
 T9 . Inmersión en agua. ....72 hr.  
 T10. Control

***Parkinsonia aculeata* (retama)** : El agua caliente a 95 °C con 15 minutos y 95 °C con 10 minutos favorecieron la germinación en 93.3 y 86.6 % respectivamente. El ácido sulfúrico con tiempo de 20 minutos y el agua caliente a 80 °C y 10 minutos presentaron valores muy parecidos 48.3 y 45 % respectivamente. El control fue superior a algunos tratamientos pues la germinación resultó en un 16.66 %. Los valores más altos en la velocidad de germinación también corresponden a 95 °C con 15 minutos y 95 °C con 10 minutos con 11.2 y 10.4, no obstante de presentar valores muy parecidos. El tratamiento con agua caliente a 80 °C 10 minutos obtuvo una velocidad 2.98, superior al tratamiento con ácido sulfúrico con 20 minutos (1.6) esto indica que el proceso de germinación fue más rápido para el primero a pesar de contar con un porcentaje menor en la germinación.

***Cordia boissieri* (anacahuita)** : En términos generales, los tratamientos de inmersión en agua caliente fueron los que favorecieron la germinación en anacahuita, ningún otro tratamiento promovió la germinación. El tratamiento agua caliente a 80 °C con 10 minutos presentó los mejores resultados con un 85 % de germinación, seguido del tratamiento agua caliente a 80 °C con 15 minutos y el tratamiento agua caliente a 65 °C con 15 minutos. Este tratamiento también presentó los valores más altos en la velocidad de germinación (ver Tabla 7)



**Tabla 7. Velocidad de germinación de 9 especies nativas del matorral de zonas semiáridas de Marín, N. L**

ESPECIE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<i>Cordia boissieri</i> (anacahuita)	3.26	2.57	0.00	0.00	4.90	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Parkinsonia aculeata</i> (retama)	1.35	0.41	11.2	1.00	2.98	10.4	0.85	1.60	0.25	0.85
<i>Bumelia celastrina</i> (coma)	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.13
<i>Condalia hookeri</i> (brasil)	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00
<i>Prosopis glandulosa</i> (mezquite)	3.21	1.54	1.50	4.81	10.50	1.40	11.40	9.66	2.50	1.60
<i>Leucaena leucocephala</i> (guaje)	0.22	0.45	3.33	0.05	2.51	4.60	10.80	9.83	0.00	0.00
<i>Pithecelobium ebano</i> (éban)	0.41	1.80	0.00	2.70	3.82	0.42	10.40	8.00	0.00	0.19
<i>Acacia farnesiana</i> (huizache)	0.04	0.00	1.16	0.00	0.61	0.65	2.30	6.83	0.00	0.49
<i>Celtis leavigata</i> (palo bco.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

T1. Agua caliente..65 °C...45 min.

T2. Agua caliente..80 °C...15.min.

T3. Agua caliente..95 °C...15 min.

T4. Agua caliente..65 °C...10 min.

T5. Agua caliente..80 °C...10 min.

T6 . Agua caliente..95 °C....10 min.

T7 . Acido sulfúrico.....10 min.

T8 . Acido sulfúrico.....20 min.

T9 . Inmersión en agua.....72 hr.

T10. Control

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

***Condalia hookeri* (brasil) :** El tratamiento con agua caliente a 65 °C durante 15

minutos provocó una germinación del 25 % con una velocidad de germinación de 0.85 esta velocidad muestra que la emergencia se efectuó en diferentes tiempos. El tratamiento con ácido sulfúrico durante 20 minutos favoreció la germinación en sólo en 11.66% de las semillas con una velocidad de 0.55 (ver Tabla 7), lo cual indica que la emergencia fue menos rápida que el tratamiento mencionado anteriormente.

***Bumelia celastrina* (coma).** Existen antecedentes de la dificultad que tiene esta especie para germinar (Afanasiev, 1942 citado por Bonner, 1974). La germinación de la coma es demasiado lenta . Las semillas de esta especie necesitan un período de

prueba de 60- 90 días. El trabajo realizado comprueba dichos antecedentes ya que hasta la fecha solo un tratamiento con ácido sulfúrico 20 minutos ha mostrado algunos resultados favorables (11.66 %) después de 50 días de establecida la prueba (ver Tabla 6).

***Celtis leavigata*** (palo blanco). Esta especie fue la única que no germinó con los tratamientos utilizados. Después de obtener estos resultados negativos sobre la germinación de esta especie, a manera de observación adicional fueron colocadas las semillas en pequeñas charolas cubriéndolas con tierra de la región y regándolas cada vez que fuera necesario. Después de dos meses inicio la germinación esporádicamente hasta llegar al 25 % en un lapso de tres semanas.

#### **4.4.1 Análisis estadístico para las pruebas de germinación**

Los resultados en el análisis de varianza (Tabla 8) prueban que existe diferencia altamente significativa en la respuesta que tuvieron las semillas de las especies en relación a los tratamiento.

**Tabla 8. Resumen de los análisis de varianza para el porcentaje de germinación de 9 especies nativas, estudiadas bajo un diseño completamente al azar.**

Especie	GI	SCT	CME	F cal.	C.V
<i>Cordiaboissieri</i> (anacahuita)	9	11030.806 **	7,76	161,97	22,67
<i>Prosopis glandulosa</i> (mezquite)	9	6143.531 **	30,794	22,16	20,42
<i>Parkinsonia aculeata</i> (retama)	9	9332.759 **	25,819	40,16	21,93
<i>Acacia farnesiana</i> (huizache)	9	6028.208 **	4,743	141,20	18,77
<i>Condalia hookeri</i> (brasil)	9	2097.981 **	17,159	13,58	119,09
<i>Bumelia celastrina</i> (coma)	9	907.461**	10,282	9,80	122,91
<i>Leucaena leucocephala</i> (guaje)	9	13555.226 **	24,169	62,31	20,30
<i>Pithecelobium ebano</i> (ébano)	9	10882.612 **	21,720	55,66	20,03
<i>Celtis leavigata</i> (palo blanco)	9	0 N.S.	0	0	0

GI ; Grados de libertad

CMT ; Cuadrado medio del tratamiento.

CME ; Cuadrado medio del error.

F. cal ; F. calculada.

C.V; Coeficiente de variación

\*\*.- Altamente significativo

N.S.- No significativo

El coeficiente de variación para *Bumelia celastrina* y *Condalia hookeri* son muy elevados esto se debe probablemente al efecto negativo que presentó la mayoría de los tratamientos en la germinación de las semillas.

Dado que se presentaron diferencias altamente significativas ( $P > 0.01$ ) en los tratamientos, se compararon las medias para localizar los tratamientos más sobresalientes en cada una de las especies. Los resultados indican que para anacahuita el mejor tratamiento fue el 5. En el caso de mezquite, huizache, guaje y ébano los más sobresalientes son el 7 y 8 no existiendo diferencia significativa entre.

ellos a excepción del huizache . En retama no hay diferencia estadística entre el tratamiento 3 y 6 . Para brasil los resultados muestran un diferencia entre los tratamientos 1 y 8 . El tratamiento 8 para el caso de la coma es también el más sobresaliente(Tabla 9).

**Tabla 9. Prueba de Comparaciones múltiples( tukey, Zar, 1984) realizada sobre los valores medios en germinación de 9 especies nativas.**

Tratamiento	Anacahuita	Mezquite	Retama	Huizache	Brasil	Coma	guaje	Ebano	Palo bco.
1	29.93 b	21.61 c	19.26 c	0.00	21.89 a	0.00	6.99 ef	11.54 c	0.00
2	33.10 b	24.19 c	11.54 cd	0.00	0.00	2.88 bc	17.12 d	24.09 b	0.00
3	0.00	16.99.c	48.45 a	14.94 c	0.00	0.00	36.15 bc	0.00	0.00
4	0.00	24.83 bc	18.81 c	0.00	0.00	0.00	12.06 de	30.42 b	0.00
5	45.56 a	35.55 b	31.06 b	11.54 c	0.00	0.00	29.63 c	31.86 b	0.00
6	12.76 c	15.20 c	46.15 a	12.76 c	0.00	0.00	42.7 ab	8.65 cd	0.00
7	0.00	49.03 a	2.88 d	12.24 b	0.00	0.00	47.30 a	46.15 a	0.00
8	0.00	49.61 a	32.45 b	39.79 a	12.88 b	14.55 a	50.19 a	43.84 a	0.00
9	0.00	17.74 c	2.88 d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	16.99 c	18.21 c	12.76 c	0.00	8.65 ab	0.00	5.77 cd	0.00

**Literales diferentes indican diferencias significativas (  $p > 0.01$  )**

T1.Agua caliente..65 °C...15 min.

T2.Agua caliente..80 °C...15.min.

T3.Agua caliente..95 °C...15 min.

T4.Agua caliente..65 °C...10 min.

T5.Agua caliente..80 °C...10 mn.

T6 .Agua caliente..95 °C....10 min.

T7 .Acido sulfúrico.....10 min.

T8 .Acido sulfúrico.....20 min.

T9 .Inmersión en agua.....72 hr.

T10.Control

## 4.5 Proceso de germinación y desarrollo de las plántulas

*Prosopis glandulosa* (mezquite) : Una vez que inicia el proceso de imbibición, después de proporcionar algún tratamiento para favorecer la germinación la plántula emerge del suelo a los 6 días con temperaturas de 30 °C. El crecimiento de la radícula es muy vigoroso mostrando a esta temprana edad el tipo de raíz en estado adulto. La

velocidad de germinación en los tratamientos muestra diferencia altamente significativa, sobresaliendo los tratamientos 7 y 8 con 11.4 y 9.66 respectivamente (ver Tabla 7), estos valores altos nos indican que la germinación se realizó en un lapso de una semana por lo anterior se puede afirmar que para romper el letargo del mezquite el ácido sulfúrico resulta ser el más efectivo. La plántula emerge con sus cotiledones (germinación epigea) formando éstos sus primeras hojas .

Como fue señalado anteriormente, la radícula crece rápidamente, esto le permite a la plántula un sostén muy bueno al mismo tiempo le brinda la oportunidad para extraer agua con cierta facilidad para el crecimiento de la parte aérea la cual muestra también un desarrollo rápido para las 2 semanas después de la emergencia es posible encontrar plántulas con altura de 8 cm

***Acacia farnesiana*** (huizache) : La semilla contiene grandes reservas ya que iniciándose el proceso de germinación la radícula crece rápidamente alcanzando los 5 cm en 6 días. Durante este tiempo los cotiledones ya emergieron (germinación epigea). e inician a fotosintetizar para la formación de las siguientes hojas.

**Desarrollo de la plántula.** Las hojas cotiledonales son casi circulares de 6 a 8 mm de diámetro, la plántula crece rápidamente mostrando una altura de 6 cm en las próximas dos semanas.

***Parkinsonia aculeata*** (retama). Con los tratamientos que inducen la germinación es posible apreciar la emergencia de la radícula al tercer día, el proceso es muy rápido en 2 o 3 días más la radícula alcanza de 4 a 5 cm. La velocidad de germinación es muy rápida pues se obtuvieron valores muy altos en algunos

tratamientos: 3 y 6 (ver Tabla 7). A los 5 días es posible observar los cotiledones afuera de la superficie del suelo (germinación epigea).

En cuanto al desarrollo de la plántula es muy clara la diferencia que tiene respecto a las demás especies, en un lapso de 2 semanas algunas alcanzan una altura de 6 cm.

**Cordia boissieri (anacahuíta).** En forma natural el proceso de germinación se lleva a cabo una vez que la semilla ha permanecido un tiempo razonable (2 o 3 meses) en el suelo. Este tiempo necesario le permite a los embriones un período de maduración, así mismo, una vez que la testa es abierta por condiciones climáticas o el daño de roedores (ardilla) puede iniciar el proceso.

En la tabla 7 se muestra la velocidad de germinación para todas las especies, dándonos cuenta que ésta especie presenta una baja velocidad probablemente debido a una maduración desuniforme de las semillas.

La semilla (fruto) de esta especie presenta cuatro embriones, de los cuales regularmente sólo dos están completamente desarrollados, de tal manera que una semilla tiene la capacidad para producir más de una plántula. En las observaciones efectuadas se aprecian semillas sólo con dos plántulas, la emergencia del epicotilo se presenta a los 8 días después que se muestra la radícula abriendo el endocarpio. La germinación es epigea.

**Desarrollo de la plántula.** Una vez que ha emergido la plántula, inicia el crecimiento del talluelo y las hojas cotiledonales, después de tres semanas es posible tener una plántula aproximadamente de 5 cm. El primer par de hojas verdaderas aparecen hasta la cuarta semana, dependiendo de las condiciones climáticas.

***Pithecelobium ebano* (ébano)** : Después que la radícula rompe la testa el crecimiento de ella es muy rápido. En cuatro días es posible que alcance los 6 cm aproximadamente, a los 6 o 7 días se lleva a cabo la emergencia, dejando los cotiledones en el interior del suelo (presenta germinación hipógea). La velocidad de germinación es muy rápida (ver Tabla 7) lo cual nos indica que el embrión solo necesita agua para iniciar el proceso.

Desarrollo de la plántula. Dado que la semilla presenta cotiledones bien desarrollados, los días siguientes a esta etapa, el crecimiento del talluelo y hojas fue vigoroso, alcanzando una altura de 7 a 8 cm los primeros 15 días después de este tiempo el crecimiento se redujo considerablemente (Fig. 21).

→ ***Condalia hookeri* (brasil)**. El proceso de germinación se presentó muy desuniformemente y con muy poco vigor. La radícula crece en 5 o 6 días apenas un centímetro, de igual forma lo hacen las hojas cotiledonales, en un lapso de 10 días es posible apreciarlas de 4 o 5 mm

Desarrollo de la plántula. El crecimiento de la plántula es muy lento en dos meses después de la germinación apenas se apreciaron 4 pares de hojas de tamaño reducido (0.8 cm) con una altura de cinco cm. (Fig. 22).

***Bumelia celastrina* (coma)**. El proceso de germinación es sumamente lento, lo cual se corrobora con una velocidad de germinación muy baja ; 0.75 para el tratamiento 8 (ver tabla 7). La germinación es hipógea, el primer par de hojas verdaderas se presenta como a los 15 días después de la emergencia y desarrollo de la radícula, la cual tiene crecimiento muy lento. Después de 8 semanas apenas las plántulas han alcanzado un altura de 6 cm con 2 a 3 pares de hojas verdaderas (Fig. 23).

***Leucaena leucocephala*** (guaje). El proceso de germinación es sumamente vigoroso, iniciada la imbibición ayudada por algún tratamiento. La radícula inició su emergencia a los 4 días creciendo rápidamente y alcanzando 5 cm en los próximos tres días. La emergencia se presentó al sexto día mostrándose los cotiledones todavía con la testa adherida (germinación epigea). La velocidad de germinación fue muy rápida en algunos tratamientos (ver Tabla 7).

Desarrollo de la plántula. La hojas cotiledonales presenta forma circular de color verde intenso alcanzando poco más de un cm de diámetro, permaneciendo por tiempo indefinido, aproximadamente al tercer día inicia el crecimiento de las hojas verdaderas, alcanzando los cinco cm en las dos semanas siguientes (Fig. 24).

***Celtis Jeavigata*** (palo blanco). Dado que esta especie fue la única en la cual no se estimuló la germinación, no se cuenta con información en relación al proceso de germinación y desarrollo de plántula.





**Figura 21. Plántulas de ébano después de 3 semanas de la germinación**



**Figura 22. Plántulas de brasil después de 8 semanas de la germinación.**



Figura 23. Plántulas de *Bumelia celastina* (coma) después de 3 semanas de la germinación



Figura 24. Plántulas de *Leucaena leucocephala* (guaje) después de 2 semanas de la germinación

## 5. DISCUSION

Las especies estudiadas presentan un amplio rango de tolerancia para factores físicos (temperatura, precipitación, topografía, suelo etc.) y bióticos (plagas y enfermedades) . Los suelos pedregosos y calcáreos son ocupados por *Bumelia celastrina* (coma) Bonner,( 1974) señala que esta especie es extremadamente resistente a la sequía y *Cordia boissieri* (anacahuita), esto coincide con los resultados obtenidos por Heiseke y foroughbakhch,(1985) probablemente le favorecen en su crecimiento, Los suelos profundos donde se acumula el agua son ocupados por *Celtis leavigata* (palo blanco), y *Pithecelobium ebano* (ébano) y en algunas ocasiones por *Acacia farnesiana* (huizache). *Prosopis glandulosa* (mezquite) y *Parkinsonia celastrina* (retama) regularmente se localizan en suelos profundos y planos.

En términos generales, todas las especies inician la brotación en febrero, observaciones efectuadas por Abrego, (1991) en *Prosopis* coincide con lo mencionado. Esto es, cuando la temperatura empieza a aumentar, al mismo tiempo es posible apreciar los primordios florales. Estas actividades simultáneas que realizan las plantas se debe básicamente a la poca oportunidad que tienen de recibir lluvias ya que estas se concentran durante los meses de agosto y septiembre (ver tabla 2), aunado a las altas temperaturas elevadas en los meses de mayo y junio.

La fructificación de casi todas las especies con excepción de *Acacia farnesiana*, *Parkinsonia celastrina* y *Condalia hookeri* se realiza en dos ocasiones, la primera inicia desde el mes de mayo, considerada como la más abundante (dependiendo de las condiciones de lluvia del año anterior). En la segunda( octubre y noviembre) la cantidad de frutos disminuye considerablemente a medida que la actividad fisiológica de las plantas se reduce, en función de la estación del año. En el caso del huizache , retama y

brasil se presenta un sólo período de fructificación bastante prolongado desde mayo hasta agosto. La única especie que se ve afectada considerablemente por las bajas temperaturas (menos de 0 °C) es el guaje. No obstante, se recupera con un crecimiento tan vigoroso que inmediatamente produce flores y posteriormente frutos. El daño que sufre el guaje es debido a que no corresponde a la vegetación nativa del área en estudio. Esta última especie prácticamente se ha naturalizado debido a la alta adaptabilidad y comportamiento en las condiciones edafoclimáticas extremas del noreste de México.

De las especies estudiadas sólo la anacahuíta no es planta microfila, a diferencia de las demás, sus hojas son bastante grandes sobrepasando los 10 cm de largo, para poder sobrevivir en lugares donde la precipitación es escasa, *Cordia boissieri* deja caer sus hojas en los períodos más críticos de sequías prolongadas (invierno y parte de verano).

La semillas de todas las especies estudiadas permanecen varios meses en el suelo recibiendo temperaturas en algunas ocasiones superiores a 45 °C en el verano, y debajo de 0 °C, en el invierno, estos cambios bruscos de temperaturas y al mismo tiempo el ataque de hongos, bacterias y el daño ocasionado por escarabajos del género *Acanthoscelides*, tlacuache, ardilla y otros roedores, además el tránsito de semillas por el tracto digestivo de aves, ganado vacuno y caprino, facilitan su germinación una vez que la testa ha sido removida por cualquiera de estos agentes. Chazaro, (1976) señala que *Acacia pennatula* tiene su principal medio de propagación una vez que las vainas son consumidas por el ganado.

La presencia escasa de brasil, coma, palo blanco, en la comunidad vegetal es debido posiblemente a la presencia de letargo físico proporcionado por la testa muy

dura y gruesa, además de la posible existencia de sustancias inhibidoras que no le permiten a la semilla germinar aún que la testa sea removida, aunado al proceso germinativo extremadamente lento que tienen, sobresale la coma en este último aspecto. Rolston, (1978) señala que la testa dura e impermeable al agua, protege al embrión de tal forma que en algunas especies pueden pasar años sin que se aumente el contenido de humedad internamente, lo cual ocasiona que no se inicie el proceso de germinación.

### Morfología de la semilla

De las especies estudiadas solo *Acacia farnesiana* (huizache), *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Leucaena leucocephala* (guaje), *Pithecelobium ebano* (ébano) y *Parkinsonia aculeata* (retama) son semillas verdaderas las demás especies tales como : *Bumelia celastrina* (coma) *Cordia boissieri* (anacahuita) *Condalia hookeri* (brasil) y *Celtis leavigata* (palo blanco) son considerados botánicamente como frutos con un endocarpio muy duro y mesocarpio carmoso.

Existe una gran variación en las características de estos frutos y semillas en cuanto a forma, color y grosor de la testa, asimismo en tamaño y peso. Estas características influyen notablemente sobre el valor nutritivo de frutos y semillas, las cuales son muy apetecibles y consumidas por la fauna silvestre y el ganado. Debido a la testa dura e impermeable que presentan la mayoría de las semillas cuando son consumidas no son digeridas y sólo se suaviza la testa permitiendo de esta manera que la reproducción natural sea más rápida. Este proceso ha permitido la expansión de algunas especies como el huizache y mezquite, las cuales en algunas áreas del estado de Veracruz han ocasionado problemas al ser consideradas como malezas en los

pastizales por la existencia de cantidades muy grandes de individuos por unidad de superficie (Chazaro,1976).

### Ultraestructura de la semilla

Las observaciones en el microscopio electrónico de barrido muestran cierta similitud en la composición de las semillas para el caso de las leguminosas arbustivas. La testa de las semillas esta constituida por una o dos capas de células llamadas macroesclereidas arregladas en empalizada muy compactadas y con longitudes bastante grandes, en el caso de los frutos, el endocarpio es sumamente grueso, por ello se explica en cierta manera la dificultad que tiene el agua para penetrar al interior de la semilla sucediendo lo mismo para el intercambio de gases ocasionando que la germinación se dificulte, independientemente de otros factores que puedan existir. En términos generales, se puede apreciar que las especies que presentan abundante cantidad de almidón en las células cotiledonales presentaron buena germinación o bien un alto valor en la velocidad de germinación. Limón, (1994) encuentra que, para el caso del frijol, aquellas especies con abundante contenido de almidón tienen una velocidad de germinación más rápida.

Los usos que ha tenido la vegetación por la población ha cambiado en algunos aspectos. Por ejemplo los frutos silvestres que servían de golosinas en décadas anteriores se han olvidado y actualmente la población prácticamente ni los conoce. El uso irracional de las especies maderables ha sustituido actualmente la flora de la región. Sin embargo, persiste aún el uso excesivo de muchas especies valiosas tales como el mezquite para la leña, carbón vegetal y forraje. La especie *Pithecelobium ebano* (ébano) continua siendo una especie importante por la producción abundante de sus semillas (maguacata) como alimentación del ganado y calidad de su madera .

***Acacia farnesiana*** (huizache) continua proporcionado su follaje y frutos para alimentación de las cabras y ganado vacuno de zonas áridas y semiáridas del noreste de México.

### Técnicas de germinación

Los porcentajes elevados de germinación en el caso de ***Acacia farnesiana*** (huizache), ***Pithecelobium ebano*** (ébano), ***Prosopis glandulosa*** (mezquite) y ***Leucaena leucocephala*** (guaje), bajo la aplicación de tratamientos con ácido sulfúrico concentrado, se deben al rompimiento de las macroesclereidas sin causar daño al embrión. Este proceso facilitó la penetración del agua dentro de la semilla favoreciendo los procesos bioquímicos de las mismas. Estos resultados son parecidos a los reportados por Foroughbakhch, (1989) en su trabajo sobre la germinación de varias especies de la vegetación del noreste de México. Pharande,(1990) en sus estudios sobre la germinación de ***Prosopis juliflora*** y ***Prosopis glandulosa***, señala que el ácido sulfúrico concentrado durante 10 minutos proporciona buenos resultados.

En términos generales, los tratamientos con agua caliente permitieron la germinación de casi todas la especies pero con porcentajes bajos, a excepción de ***Parkinsonia aculeata*** (retama) la cual mostró excelentes resultados con estos tratamientos. El beneficio del agua caliente coincide con el trabajo de Passos, ( 1988) el cual reporta porcentajes de germinación elevados para ***Leucaena leucocephala***. En el caso de la retama el ácido sulfúrico no mostró los mismos efectos que con las otras leguminosas, probablemente es necesario aumentar el tiempo de inmersión. En las semillas de ***Pithecelobium ebano*** (ébano) el agua caliente (95 °C) provocó quemaduras al embrión ocasionando daños lo que impidió su germinación.

El tratamiento de inmersión en agua a temperatura ambiental no mostró resultados favorables para ninguna de las especies. Este tratamiento indica que la mayoría de las especies presentan testas gruesas e impermeables a la penetración del agua y gases de tal forma que las semillas permanecen varios meses en el suelo y no germinan. lo anterior coincide con Rolston, (1978) el cual señala que testas duras e impermeables protegen al embrión e impiden la germinación en ciertas especies, éste proceso puede darse después de varios años.

El testigo no favoreció la germinación de ninguna de las especie en estudio. Estos resultados indican que las semillas de la especies maderables requieren forzosamente de un tratamiento para iniciar la germinación. Existen tratamientos naturales que proporcionan una serie de factores que permiten el rompimiento de la testa y la penetración del agua al interior de la semilla, estos procesos naturales normalmente son muy lentos y con un porcentaje de germinación bajo.

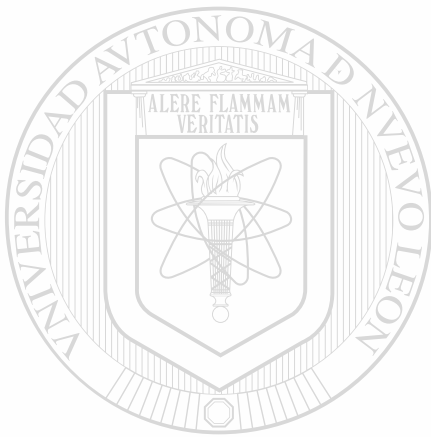
Los valores más altos en relación a la velocidad de germinación fueron para : *Leucaena leucocephala* (guaje), *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Pithecelobium ebano* (ébano) y *Parkinsonia aculeata* (retama) en diferentes tratamientos, esto debido a la concentración elevada de almidón que presentan las células cotiledonales el cual se transformará en azúcares para proporcionar energía en el proceso germinativo.

### Proceso de germinación

Una vez que se inicio la germinación se pudo constatar que las plántulas con menor vigor correspondieron a *Condalia hookeri* (brasil), *Bumelia celastrina* (coma) y *Celtis leavigata* (palo blanco), siendo estas las más pequeñas y con menores reservas



alimenticias. Por el contrario semillas grandes como *Cordia boissieri* (anacahuita), *Leucaena leucocephala* (guaje) *Pithecelobium ebano* (ébano), *Parkinsonia aculeata* (retama), la germinación fue rápida de igual forma el crecimiento de las plántulas, *Prosopis glandulosa* (mezquite) y *Acacia farnesiana* (huizache) a pesar de contar con tamaño de semilla relativamente pequeña, el crecimiento de la plántula es acelerado. El desarrollo lento de las especies primeramente mencionadas, es posible se deba al efecto de sustancias inhibitoras existentes que no fueron removidas en un forma eficiente.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **6. CONCLUSIONES**

Los resultados de este trabajo pese a los límites derivados de su simple diseño experimental y a las condiciones climáticas uniformes, conducen al estudio morfológico, anatómico (ultraestructura) y fenológico de semillas de 9 especies maderables de zonas áridas del centro del estado de Nuevo León, así mismo a la estandarización de pruebas de germinación de especies forestales de uso múltiple. Se sometieron a diferentes estudios y al proceso de germinación bajo la aplicación de diferentes tratamientos con el fin de certificar la calidad de las semillas, de esta manera se proporciona información para un manejo adecuado de los matorrales espinosos de zonas áridas. Considerando lo anterior se puede concluir que :

Los objetivos planteados en esta investigación fueron cumplidos dado que se identificaron los factores físicos y bióticos que intervienen en el proceso de germinación y establecimiento de las especies en estudio, así como las características morfológicas y anatómicas de las mismas.

Se comprobó que efectivamente las características estructurales y fisiológicas de las semillas están directamente relacionadas con la capacidad para germinar.

Los suelos pedregosos y con pendientes más pronunciadas es donde se establece la coma y anacahuita, aquellos profundos y húmedos son preferidos por el palo blanco, huizache y ébano, las demás especies es posible encontrarlas en ambos ambientes.

Algunas especies (retama, guaje, huizache y brasil) cumplen sus diferentes etapas fenológicas en un solo evento, cuya duración dependerá de la presencia de

lluvias. Aquella que tienen dos eventos (anacahuíta, mezquite, ébano, coma y palo blanco) están limitadas por la presencia de temperaturas frías a finales de otoño y principios del invierno.

En términos generales, los tratamientos con ácido sulfúrico fueron los más efectivos para promover la germinación en las especies estudiadas.

El ácido sulfúrico concentrado no ocasionó daños al embrión. El agua caliente 95 °C durante 10 y 15 minutos causó quemaduras en ébano y mezquite, para la semilla de retama resultó ser el más efectivo.

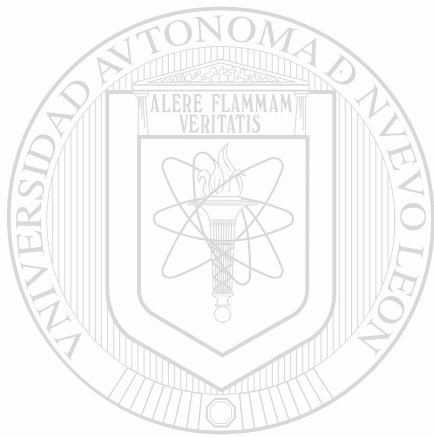
La existencia de una o dos capas de macroesclereidas en la testa de la semilla de las leguminosas impide que exista intercambio de gases y entrada de agua al embrión evitando con ello que las especies en estudio germinen fácilmente. Para el caso de las demás especies (palo blanco, brasil, coma y anacahuíta) el endocarpio muy grueso y con células muy compactas evita la germinación.

Las especies con mayor cantidad de almidón en las células de los cotiledones germinaron más rápido.

Probablemente en el palo blanco, brasil y coma, además del endocarpio duro y grueso existen inhibidores que impiden la germinación.

En forma natural el proceso de germinación se acelera por el consumo de semillas por la fauna silvestre y el ganado, además de los cambios de temperatura a los que están expuestas.

Los resultados obtenidos en esta investigación proporcionan las bases y los elementos necesarios para ponerlos en practica y participar en el mejoramiento de nuestro ambiente el cual se encuentra muy deteriorado a consecuencia de las actividades realizadas por el hombre.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 7. LITERATURA CITADA.

- Abrego R.H.J., 1991. Estudio fenológico del mezquite (*Prosopis* Sp) en cuatro localidades del estado de Nuevo León. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía U.A.N.L. México.
- Abuin M. M del C., 1970. Contribución al conocimiento de la distribución, taxonomía y aprovechamiento de los huizaches en algunas regiones de México. En *Mezquites y Huizaches*. Ed. IMRNR, México D.F. 192 p
- Amen, R.D., 1968. A model of seed dormancy. *Bot. Rev.* 34:1-31
- Barros L.TCA., 1993. The effect of environmental factors on the germination of *Solanum americanum* Mill. seeds. *Revista Ceres* 40:(229):314-318
- Bell, D .T., 1993. The effect of light quality on the germination of eight species from sandy habitats in western Australia. *Australian Journal of Botany* 41(3):321-326.
- Benvenuti, A., G.P. Vannozzi, P. Megale and M. Baldini, 1991. Study of germination techniques for *Helianthus* genus wild species. *Agricultura Mediterranea*, 121(2):173-179
- Bonner, F.T., 1974. *Celtis* L..Seeds of woody plants in the United States, *Agric. Hand Book*. Num. 450, U.S.A. 298-300.pp.
- Bonner, F.T. and R.C. Schmidting, 1974. *Bumelia lanuginosa*.( Michx. ) Pers. Seeds of woody plants in the United States, *Agric. Hand Book*. Num. 450, U.S.A.258-259 pp.
- Borthwick, H.A., Hendricks, S.B., Parker, M.W, Toole, E.H., Toole, V.K., 1952. A reversible photoreaction controlong seed germination. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.*
- Camacho M.F., 1994. Dormición de Semillas. Ed. Trillas México. 125 p.
- Cardoso V.J.M., 1991. Effect of temperature and seed coat on germination of *Sida cordifolia* L. *Ciencia e Cultura Sao Paulo* 43(4):306-308
- Carpenter, W.J, G.L. Wilfret and J.A. Cornell, 1991. Temperature and relative humidity govern germination and storage of *gladiolus* seed. *Hort Science* 26(8):1054-1057.

- Chazaro B.M, y T.E. Pardo, 1976. El huizache. Comunicado No 8 sobre recursos bióticos potenciales del país. INIREB. Jalapa, Veracruz.
- Corbineau, F. and D. Come, 1990. Effects of priming on the germination of *Valerianella olitoria* seeds in the relation with temperature and oxygen. Acta Horticulturae No. 267:191-197.
- Cordoba C.V. 1976. Fisiología vegetal. H. Blume ediciones. España 439 p.
- Corral, R., J.M. Pita, and G.F. Pérez, 1990 Some aspects of seed germination in four species of *Cistus* L. Seed Science and Technology 2:321-325.
- Correll D.S. and J.M. Johnston, 1970. Manual of the vascular plants of Texas Research Foundation Rennee, Texas. USA. 1881 p.
- DGETENAL, 1977. Cartas de uso del suelo, edafológica. y uso potencial del suelo de Apodaca, Nuevo León, Esc. 1:50,000, México
- Espino P., R., 1985. Valor nutricional de especies frutícolas silvestres en Marín, N.L. Caso práctico opción V. Fac. de Agronomía UANL.
- Foroughbakhch, R., 1989. Tratamiento a la semilla de catorce especies forestales de uso múltiple de zonas de matorral y su influencia en la germinación. Reporte científico 11. Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L. México: 1-28 p.
- Foroughbakhch, R., R. Peñaloza and H. Stienen, 1987. Increasing productivity in the matorral of northeastern México: domestication of ten native multipurpose tree species. General Technical Report, RM- 150 : 90-99 USDA, USA
- Foroughbakhch, R and L. A. Háuad, 1990. Responce of *Leucaena leucocephala* K8, K67, K743 and others varieties to the extreme variation climatic in northeastern Mexico. *Leucaena Reseach Report* 11: 76-79
- Foroughbakhch, R and L. A. Háuad, 1990. Performance of 14 species and varieties of genus *Leucaena* in the region of Linares, Nuevo León, Mexico. *Leucaena Reseach Report* 11: 79-81

- Fulbright, T.E., H.S. Flenniken and G.L. Waggerman, 1986. Methods of enhancing germination of anacua seed. *Journal of Management* 39 (5):450 - 453.
- García, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de köppen. Instituto de Geografía. UNAM, México, D.F. 246 p.
- Giba, Z., D. Grubisic and R. Konjevic, 1993. The effect of white light, growth regulators and temperature on the germination of blueberry ( *Vaccinium myrtillus* ) seeds. *Seed-Science-and-Technology* 21:(3):521-529.
- Gómez, L.F, 1970. Algunos aspectos de la economía, ecología y taxonomía del genero **Prosopis y Acacia**, en México. En *Mezquites y Huizaches*. Ed. IMRNR, México D.F. 192 p.
- Hartman, H.T. y D.E., Kester, 1989. Propagación de plantas: principios y practicas. Traducción. Marino, A.A. Ed. CECOSA, México. 676 p.
- Heiseke, D. and R. Foroughbakhch, 1985. El matorral como recurso forestal. *Reporte Científico No. 1*. Fac. de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables, UANL.: 1-31.p.
- Hyde, E.O.C., 1956 . The function of some Papilionaceae in relation to the reeping of the seed permeability of the testa. *Ann. Bot.* 18: 241-256.
- Jayakumar, R., M. Mahadevappa, S. Joshi and T.G. Prasad, 1989. Dormancy Studies in **Cassia sericea** seed. *Seed Research* 17(2):118-121
- Johansen, D.A., 1940. *Plant Microtechnique*. McGraw Hill, Book Co., New York,U:S:A 532.p.
- Keegan, A.B., K.M. Kelly, J. Van-Staden and M.G. Gilliland, 1989. The ultrastructural and biochemical changes associated with dormancy breaking in **Ricinodendron rautanenii**. Schinz. seed following ethylene tratment. *Journal of Physiology* 133(6):747-755
- Keogh, J.A. and P.A. Bannister, 1992. Method for inducing rapid germination in seed of **Discaria toumatou**. Raoul. *New Zeland Journal of Botany* 30(1): 113 - 116.

- Limón, M.S., R.K. Maití, J.L. Hdz. y A.G.Nuñez, 1994. Morfología, ultraestructura y contenido de minerales en semillas y desarrollo de la plántula de 5 especies silvestres, una semicultivada y una cultivada de frijol (*Phaseolus spp*)  
Phyton 55: 9-22
- MacDonlad, G.E., B.J. Brecke and D.G. Shilling, 1992. Factors affecting germination of dogfennel (*Eupatorium capillifolium*) and yankeeweed (*Eupatorium compositifolium*) Weed Science 40:(3):424-428.
- Maguire, J.D, 1962. Speed of germination- Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2:176-177.
- Mahlstede. J. and E. Haber, 1957. Plant propagation, John Wiley Sons, USA.
- Maití, R.K, 1993. Morphophysiological traits in crop improvement : case study sorghum. Publicaciones Biológicas Fac. de Ciencias Biológicas UANL. México 289 p.
- Maití, R.K., J.L. Hernández P. and V.M. Marroquin, 1994. Seed ultrastructure and germination of some species of cactaceae. Phyton 55:97-105.
- Maití. R.K., E. Valdez, C. y L.S. Moreno, 1991. El girasol silvestre (*Heliantus annus L.*), como una alternativa de forraje verde. Biotam 3(3):27-35 .
- Martin, S.C and R.R. Alexander, 1974. *Prosopis juliflora* (Swartz) DC. Seeds of woody plants in the United States, Agric. Hand Book Num. 450, U.S.A. 656-657 pp.
- Martínez, M., 1959. Plantas utiles de la flora Mexicana. Ed. Botas. México. 621 p.
- Menegues, F., L. Cattaruzza, L. Scaglioni and E. Ragg, 1992. Effects of oxigen level on metabolism and development of seedlings of *Trapa natans* and two ecologically related species. Physiologia Plantarum 86(1):168-172.
- Montero, F., J. Herrera and R. Alizaga. 1990. Effect of gibberellic acid and prechilling on dormancy breaking in snapdragon (*Antirrhinum majus*) seed. Agronomía Costarricense, 14: 1, 55-60.
- Mumford, P.M., 1990. Dormancy break in seeds of *Impatiens glandulifera* Royle. New Phytologist 115:171-175



- Niembro R.A., 1986. Arboles y arbustos de México. Ed. Limusa. México. 285 p.
- Niembro R.A., 1988. Semillas de arboles y arbustos. Ed. Limusa. México 206 p
- Nikolaeva, G.M. 1969. Physiology of deep dormancy in seeds. Trad. Shapiro S. IPST, Press., Israel. 220 p.
- Olivares S. E. 1994. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L.
- Passos, M.A.A., J. Albuquerque and T.V. De Lima. 1988. Breaking dormancy in *Leucaena* seed. *Revista Brasileira de Sementes*, 10:(2): 97-102.
- Pharande, A.L, V.A. Dhotre and R.N. Adsule, 1990. Studies on seed dormancy in honey mesquite. *Journal of Maharashtra. Agricultural Universities*, 15: (3): 391-392.
- Qi, M. and M.K. Vpadhyaya, 1993. Seed germination ecophysiology of meadow salsify (*tragopogon pratensis*) and western salsify ( *T. dubis* )  
*Weed Science* 41(3):362-368
- Rodríguez C. Mauro, 1995. Plantas nativas; una opción para mejorar el ambiente en la ciudad. de Monterrey y su área metropolitana. *Calidad ambiental* 2(3): 11-13
- Rodríguez M.J.J., 1993. Recopilación de información de seis especies frutícolas silvestres en el municipio de Marín N.L. Opción 111C, Facultad de Agronomía UANL. México
- Rodríguez T.S., M. González, F. y J.A. Martínez, 1988. Arboles y arbustos del municipio de Marín N.L. Temas didácticos No.2. Facultad de Agronomía UANL. México. 130 p.
- Rolston, M.P., 1978. Water impermeable seed dormancy. *Bot Rev.* 4(3):365-396.
- Rudnicki, R.M. and E.Kaukovirta, 1991. The influence of seed uniformity, GA and red light on germination and seedling emergence of *Nigella damascena* L *Seed Science and technology* 19 (3):597-603
- Rzendowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. LIMUSA 432.p.
- Sadowska. A., M. Narkiewicz, J. Rek and P. Gasowski, 1991. *Biuletyn-Institutu-hodowli-aklimatyzacji-Roslin* No 180:203-208

- Samish, R.M., 1954. Dormancy in woody plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 5:183-204
- Sánchez -Bayo, F. and G.W. King, 1994. Imbibition and germination of seeds of Three *Acacia* species from Ethiopia. *South African Journal of Plant and Soil* 11(1):20-25
- Satjadipura, S., 1988. Utilitation of GA3 and Mixtalol on germination and vigor of true potato seed. *Buletin Penelitian Hoertikultura* 16(4):28-33.
- Starrett, M.C., F.A Blazich and S.L. Warren, 1992. Seed germination of *Pieris floribunda*: influence of light and temperature. *Journal of Environmental Horticulture.* 10 (2):121-124.
- Sulaiman, I.M., 1994. Seed germination in three species of threatened, Himalayan poppy, *Meconopsis* Vig. (Papaveraceae). *Horticultural Abstracts* 064-00576: Ornamental Horticulture 020-00212.
- Tello S.D., 1992. Estudio fenológico de la coma (*Bumelia celastrina* H.B.K) en cuatro municipios del estado de Nuevo León. Tesis profesional Facultad de Agronomía UANL
- Varner, J.E., 1961. Biochemistry of senescence. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 12:245-264.
- Walters, G.A., F.T. Bonner. and E:Q. Petteys. 1974. *Pithecellobium.* (Mart.) Seeds of woody plants in the United States, *Agric. Hand Book* Num. 450, U:S:A. 639-640 pp.
- Weaver, R.J., 1975. *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura.* Ed. Trillas, México.622 p.
- Whitesell, C.D., 1974. *Leucaena leucocephala* (Lam.) deWit. Seeds of woody plants in the United States, *Agric. Hand Book* Num. 450,U.S.A. 491-493 pp.
- Zar,J.H., 1984. *Biostatistical Analysis.* Printid Hall Inc. Englewood Cliffs. N.J. 718 p.

