

# 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.

## 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 períodos 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).

#### 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*** (anacahuíta) 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 anacahuíta 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 anacahuíta 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 períodos 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.

### ***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  $P_{fr}$  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 obscuridad como sucede con varias especies del género *Meconopsis* (Sulaiman, 1994).

## 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).

### 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 ± 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 registro 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.

## **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).