

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



EVALUACIÓN DE DOS METODOS DE ESCARIFICACIÓN DE
SEMILLA DE *Leucaena leucocephala* A TRES TIEMPOS DE TRATAMIENTO

Por:

ERNESTO MEUNIER ENRIQUEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2005

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Evaluación de dos Métodos de Escarificación de
Semilla de *Leucaena leucocephala* a tres tiempos de tratamiento

Por:

ERNESTO MEUNIER ENRIQUEZ

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

EL PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. M. C. Manuel Torres Hernández

Ing. José A. De la Cruz Bretón
Sinodal

Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez
Sinodal

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Dr. Ramón F. García Castillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2005

DEDICATORIAS

A MI MADRE...

Por darme la vida, su eterno cariño, su gran amor, su infinita paciencia, por enseñarme a salir adelante, por darme siempre palabras de aliento en los momentos buenos y malos, impulsándome siempre a seguir adelante y ayudándome a levantar cuando tengo algún tropiezo, por haberme formado como un hombre de bien y porque gracias a ti soy quien soy. Este logro te lo dedico a ti, por ser importante en mi vida, le pido a Dios te cuide y te bendiga siempre, nunca olvides lo mucho que ¡Te Quiero Mamá!!

A MI PADRE...

Por su amor, por compartir sus conocimientos y forjar en mi a un hombre responsable y con carácter para luchar, porque te admiro por esa gran fuerza que tienes al ver que para ti no existe el cansancio. Porque a pesar de que no pasamos mucho tiempo juntos, sabes que dentro de mí existe un amor muy grande hacia ti, gracias por todo tu apoyo, cariño y amor que me has brindado y, recuerda que este logro es tuyo, ¡Te Quiero Papá!!

A MI ESPOSA...

Que en ese momento era mi novia, Karina, por todo el amor, cariño y apoyo que me brindas siempre, alentándome a seguir adelante, porque formas una parte muy importante en mi vida, te agradezco por toda tu comprensión y paciencia que me

tuviste y has tenido, espero nunca cambies y sigamos adelante, gracias por ayudarme a lograr esta meta, no olvides lo mucho que ¡Te Amo Mi Vida, Dios Te Bendiga!!

A MIS HERMANOS...

Rosa Virginia, Francisco, Arturo, Maria Cristina y Cesar Mauricio, por su cariño y amor que me han dado desde que nací, por brindarme su ayuda y apoyo, por la atención que han tenido conmigo, por compartir tantos momentos juntos como una familia ¡Los Quiero Mucho!!

A MI FAMILIA...

A todos los que la conformamos, en general a cada uno de nuestra familia, porque lo mucho o poco que convivimos, ha sido parte fundamental, por el amor, cariño, apoyo y atención de cada uno de ustedes ¡Gracias y, Dios Los Cuide!!

AL Ing. CLAUDIO MARTINEZ NIÑO (†)...

Porque gracias a él tuve la oportunidad de estudiar esta licenciatura que ahora estoy terminando, por el apoyo y confianza que me brindo, porque gracias a él esta meta la he logrado y aunque físicamente no se encuentre con nosotros, siempre lo llevo en el corazón, ¡Gracias Por Todo Tío y Que Dios Lo Bendiga!!

AGRADECIMIENTOS

A NUESTRO DIOS...

Porque siempre ilumina mi camino, por darme vida, salud y permitirme llegar hasta donde he llegado ¡Gracias Dios Mío!!

A MI ALMA MATER...

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que me vio llegar con ilusiones, donde me permitió ser parte de sus alumnos, que me dio la oportunidad de prepararme como profesionista, además de instruirme en el camino de la vida para labrar mi propio destino ¡Gracias, Alma Terra Mater!!

AL Ing. MANUEL TORRES HERNANDEZ...

Por su apoyo e interés en que saliera adelante, por brindarme su amistad antes de ser mi profesor, por su confianza, dedicación, tiempo y paciencia en la realización de este trabajo, que sin él esta tesis no hubiese sido posible ¡Gracias Ing. Le Agradezco!!

AL Dr. JESÚS FUENTES RODRÍGUEZ E Ing. JOSE ANGEL DE LA CRUZ BRETON

Por el tiempo prestado, apoyo, paciencia, conocimientos y consejos que aportaron para mejorar el presente trabajo, además de la enseñanza y experiencias que en su momento compartieron conmigo ¡Muchas Gracias a Ambos!!

A MIS MAESTROS...

Por todo su apoyo y enseñanza que nos brindan, porque antes de ser nuestros profesores fueron nuestros amigos durante el transcurso de toda nuestra carrera, espero nuestra amistad perdure ¡Gracias a Todos Ellos!!

A MIS AMIGOS...

Porque siempre me apoyaron y han contribuido para lograr esta meta y sobre todo por su amistad, por los momentos de alegría y tristeza que serán difícil olvidar y muy grato recordar, por los grandes momentos que juntos vivimos ¡Gracias a Todos!!

GRACIAS, MUCHAS GRACIAS A TODOS

DIOS LOS BENDIGA Y CUIDE

ERNESTO MEUNIER ENRIQUEZ

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Justificación.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Factores relacionados con el establecimiento de las plantas.....	4
Latencia.....	4
Clasificación de latencia.....	5
Germinación.....	8
Factores externos que afectan la germinación.....	9
Factores internos que afectan la germinación.....	10
Emergencia.....	12
Características físicas del suelo.....	12
Patógenos, plagas y depredadores.....	12
Competencia.....	13

	Página
Prácticas culturales para el establecimiento de las plantas.....	13
Tratamiento de semilla.....	13
Método de siembra.....	13
Semillas duras o impermeables.....	14
Métodos para superar latencia.....	15
Escarificación con ácido sulfúrico.....	16
Escarificación con agua caliente.....	18
Leguminosa en estudio (<i>Leucaena leucocephala</i>)	19
Descripción botánica.....	19
Clasificación taxonómica.....	21
Distribución geográfica.....	21
Requerimientos ecológicos.....	23
Latitud y altitud.....	23
Temperatura.....	24
Agua.....	24
Suelo.....	25
Establecimiento y cultivo.....	25
Inoculación de la semilla.....	26
Siembra.....	26
Utilización.....	30
Agricultura.....	30
Mejorador del suelo.....	30

	Página
Sombra para cultivos.....	31
Control de erosión.....	31
Producción de forraje para alimentación del ganado.....	31
Reforestación.....	32
Producción de madera.....	33
Producción de pulpa para papel.....	34
Producción de combustible.....	34
Otros usos.....	34
MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
Localización.....	36
Material vegetativo.....	36
Procedimiento.....	36
Diseño experimental.....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
Tratamiento con agua caliente.....	39
Tratamiento con ácido sulfúrico.....	41
CONCLUSIONES.....	44
LITERATURA CITADA.....	45
APENDICE.....	54

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro No. 1 Clasificación taxonómica de <i>Leucaena leucocephala</i>	22
Cuadro No. 2 Medias por tratamiento de <i>Leucaena leucocephala</i> tratada con agua caliente.....	39
Cuadro No. 3 Medias por tratamiento de <i>Leucaena leucocephala</i> tratada con ácido sulfúrico.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura No. 1 Plantas de <i>Leucaena leucocephala</i>	20
Figura No. 2 Inflorescencia de la planta de <i>Leucaena leucocephala</i>	21
Figura No. 3 Semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> tratadas en laboratorio.....	37
Figura No. 4 Comportamiento de germinación de las variedades con agua hirviendo.....	40
Figura No. 5 Comportamiento de germinación de las variedades con ácido sulfúrico.....	42

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en los laboratorios e invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el propósito de investigar el mejor tratamiento de escarificación para la germinación de la semilla de las variedades Peruana y Nativa de *Leucaena leucocephala*, utilizando dos tratamientos para la escarificación de la semilla a tres diferentes tiempos de inmersión. Los tratamientos usados fueron agua caliente y ácido sulfúrico, a 5, 10 y 15 minutos de inmersión en cada caso.

Bajo un diseño de bloques al azar con arreglo factorial combinatorio para cada experimento, se encontró que en el primer caso (tratamiento con agua caliente) el tiempo de inmersión no arrojó diferencia significativa entre los tiempos 5, 10 y 15 minutos para la variedad Peruana con valores de 15.0, 14.0 y 15.3 semillas germinadas respectivamente; en tanto que para la variedad Nativa el tiempo de exposición de 5 minutos propició una germinación de 4.3 semillas ($P>0.05$) y los tiempos de 10 y 15 minutos arrojaron valores de 1.7 y 2.0 semillas germinadas respectivamente. La diferencia estadística entre variedades mostró superioridad de la variedad Peruana ($P<0.01$) sobre la variedad Nativa, teniendo una media general de 14.8 semillas germinadas (74%) contra 2.7 semillas germinadas (13.5%) de la Nativa.

En el segundo experimento consistente en la inmersión de la semilla de ambas variedades por tiempos de 5, 10 y 15 minutos en ácido sulfúrico concentrado, los

resultados arrojaron diferencias altamente significativas entre tiempos para la variedad Peruana con valores de 16.0, 14.3 y 9.7 semillas germinadas (de 20 semillas expuestas) para los tiempos de 15, 10 y 5 minutos respectivamente. Para la variedad Nativa los valores fueron de 13.0, 7.7 y 4.7 semillas germinadas respectivamente para los tiempos de 15, 10 y 5 minutos. Con respecto a la respuesta de las variedades, la variedad Peruana alcanzó una germinación promedio de 13.3 semillas germinadas, equivalente al 66.5%, valor menor al logrado con el tratamiento con agua caliente; en tanto que para la variedad Nativa logró una germinación de 8.5 semillas, lo que equivale al 42.5%, valor mayor al logrado con agua caliente que es de 13.5%.

En ambos experimentos la variedad Peruana mostró mejor respuesta en los tratamientos de inmersión. Así mismo, en el tratamiento con ácido sulfúrico, a mayor tiempo de inmersión mejor respuesta se obtuvo por parte de las dos variedades en estudio.

Es importante mencionar, que es más fácil o adecuado el manejo de agua caliente que utilizar o conseguir el ácido sulfúrico, debido a lo peligroso que puede ser para la salud humana, es por esto, que se hace más aceptable el utilizar el agua y hervirla, además de que no se requieren de tantos utensilios ni gastos económicos, como para lo que si es necesario cualquier tipo de ácidos.

INTRODUCCION

México cuenta con una gran diversidad de climas. Los requerimientos por el agua determinan la distribución de las plantas en amplias regiones de adaptación y aún en la adaptación natural de las plantas a pequeñas zonas, la precipitación no influencia únicamente la clase de plantas que se localizan en mas áreas, sino también su abundancia y volumen de producción. Esto se puede ilustrar en el contraste de zonas cubiertas únicamente por zacates con especies leñosas.

En donde se cuenta con humedad adecuada parte del año pero insuficiente el resto de él, se desarrollan áreas de pastizal. La precipitación y temperatura son los 2 factores medioambientales más significativos en la determinación de las plantas que crecen en una región. Otros factores como latitud, altitud, pendiente, exposición, presencia de días nublados y movimiento del aire, tienen un efecto significativo en el tipo de vegetación local.

En las zonas templadas se presenta una distribución de la precipitación muy diferente a la que sucede en las regiones tropicales. La humedad favorable y temperatura óptima cambian radicalmente de tal forma que los forrajes que se producen en las zonas templadas en el temporal, para corte y pastoreo directo, en su mayoría son de baja calidad y producción limitada. La explotación de las leguminosas brinda la alternativa de obtener buenos rendimientos y producir grandes cantidades de proteína de una forma económica, mejorando la calidad del forraje producido.

Las leguminosas constituyen una familia de plantas cuya explotación pecuaria, en algunos casos, es restringida por presentar desventajas pues los tallos contienen lignina, que los animales difícilmente pueden desdoblar; además de presentar espinas (hojas modificadas), y cera en hojas; hacen poco apetecible el consumo por el ganado, sin embargo, se ha demostrado que mediante algunos tratamientos se puede hacer apta para ser suministrada como fuente de proteína y así mejorar la alimentación del ganado. La Leucaena, es una especie de plantas de tipo arbustivo y arbóreo, originaria de México y Centroamérica. Además de ser una planta con un amplio rango de adaptación, su hábitat es en regiones tropicales, principalmente trópico seco, presenta agilidad para adaptarse a regiones desfavorables.

Su importancia radica en que tiene varios usos como son en el control de la erosión, conservación de suelos y agua, ornamental, reforestación, industrial y farmacéutica, además que las semillas tiernas son consumidas como alimento humano (Pérez, 1979). Es también un recurso importante para la producción de leña utilizada para la calefacción y cocina en periodos críticos.

Además de ser fuente proteica para la alimentación del ganado, las leguminosas son importantes para incrementar la fertilidad del suelo, al incorporar biológicamente nitrógeno atmosférico en la tierra. Esto es importante en las regiones áridas y semiáridas, dadas las características de estas áreas ganaderas, donde el uso inmoderado del suelo ha propiciado un estado deficiente de nutrientes.

El problema que presenta la *Leucaena* es la semilla, una vez sembrada, no germina, aún con las condiciones favorables (suelo, temperatura y humedad), es decir presenta latencia, debido a que la testa o cubierta muestra impermeabilidad al agua, es por eso que la semilla es dura, la ocurrencia o aparición de plántulas no se da uniforme, por lo tanto se busca hacer un tratamiento efectivo con la finalidad de romper o bien permitir que la semilla pueda germinar, dicho método es la escarificación. Así mismo, como salvedad a los muchos usos detallados, existe un obstáculo para la utilización de la *Leucaena* que debe ser tomado en cuenta: su forraje tiene un aminoácido conocido como mimosina que es un tóxico para animales cuando en las hojas representa el 10% de la ración (Anónimo, 1984).

Objetivos

Determinar el método mas adecuado y practico para la escarificación de la semilla de *Leucaena leucocephala*.

Justificación

Contar con una nueva opción para la producción de forraje de calidad para animales en la zona semiárida de Coahuila.

Hipótesis

Se asume que con al menos uno de los tratamientos, la semilla logrará el rompimiento de latencia para una germinación aceptable, además de que se le ayude a tener una buena germinación.

REVISIÓN DE LITERATURA

Factores relacionados con el establecimiento de las plantas

Humphreys (1978) señala que existen 4 problemas que impiden el establecimiento de una pastura, el primero es por pérdida física de la semilla, ya sea por depredadores o por su deposición accidental en profundidades inaccesibles durante la siembra; el segundo es por pérdida de su viabilidad asociada con su descomposición; el tercero manifestado por el fracaso de la semilla ya germinada para emerger del suelo debido a la tensión ambiental o a la mecánica del suelo y, por ultimo, la mortandad de plántulas causada por la tensión ambiental, competencia entre plántulas y el ataque de plagas y enfermedades. La germinación, emergencia, crecimiento y sobrevivencia son afectados por la cantidad de agua presente, ya que se debe considerar la velocidad de secado del suelo con relación a la velocidad de germinación. Dentro de los factores que afectan el establecimiento de las plantas se encuentran el agua, el oxígeno, la temperatura, la luz, características físicas del suelo, competencia entre plántulas, plagas, enfermedades y depredadores.

Latencia

La latencia es un término difícil de definir, debido a que se le ha relacionado a muchos fenómenos en diferente tiempo y espacio y que involucra al reino animal, vegetal y a microorganismos como hongos y bacterias. Esto hace que actualmente, el término se use con cierta ambigüedad (Amen, 1968).

Algunos autores han usado diferentes palabras que consideran como sinónimo de latencia. Aplicado a semillas Pollock y Vivian (1986) usan los términos obstaculizados, bloqueadas, en reposo y en condiciones inactivas, para dar a entender que la semilla se encuentra en latencia.

Sin embargo, otros autores (Amen, 1968; Copeland y McDonald, 1985; Delouche, 1964; Germond 1978; Tran y Cavanagh, 1984; Villiers, 1975) coinciden en definir la latencia de la semilla, como la no-germinación de semillas viables, cuando se encuentran en un medio natural o artificial que proporciona condiciones favorables de luz, humedad, aire y temperatura.

Una semilla latente, conserva la viabilidad aún bajo condiciones adversas de ambiente, además, distribuye la germinación en un buen lapso de tiempo, evadiendo de esta forma el frío invernal, los periodos de lluvia y sequía de los trópicos y la extrema aridez de los desiertos (Delouche, 1964).

Clasificación de Latencia

A través del tiempo han surgido varias clasificaciones, lo cual ha dado lugar a teorías, hipótesis y modelos de los principios que inducen latencia.

Khan (1977) enuncia que la clasificación ha surgido de las siguientes observaciones: la barrera que ofrece la cubierta o testa de la semilla. La presencia o ausencia de inhibidores, sobre lo cual, Pollock y Vivian (1986) señalan que se han

identificado más de 120 sustancias químicas que actúan como inhibidores de la germinación.

Otra clasificación de latencia, es mencionada por Copeland y McDonald (1985) como latencia primaria y secundaria. La primera es la más generalizada y está asociada a la dureza de la cubierta, la impermeabilidad a gases y agua y a la presencia de inhibidores. La latencia secundaria, de acuerdo a Bernal (1976), se presenta espontáneamente en algunas especies, debido a cambios fisiológicos y bioquímicos. Algunas veces se induce si se proporcionan a las semillas todas las condiciones, excepto una (por ejemplo, si no se le suministra luz a especies que lo requieren, aunque las otras condiciones les sean favorables).

Una clasificación más es dada por Amen (1968) involucrando cuatro fases: la inductiva, de mantenimiento, de desactivación (manifestada por un periodo de sensibilidad a un ambiente específico o a condiciones fotoquímicas, termoquímicas, renovación de inhibidores, etc.) y la última fase es de aptitud para la germinación.

Por lo general, la mayoría de los autores (Delouche, 1964; Hartmann *et al.*, 1990; Jiménez, 1984; Mayer y Poljakoff, 1975; Ramírez *et al.*, 1988; Villiers, 1975), clasifican la latencia de acuerdo a la forma o mecanismo que la ocasiona. De esta manera se han enunciado los siguientes tipos:

1) *Semillas impermeables al agua*. Las capas exteriores de la semilla impiden la penetración del agua. Estas semillas se conocen como semillas duras. Esta es una

característica principal de las leguminosas forrajeras tropicales, en malezas y arbustos. En este caso el embrión no se encuentra latente.

2) *Semillas impermeables al aire*. Es la imposibilidad de las capas extraembrionicas para el intercambio gaseoso. Característica principalmente de zacates forrajeros u otras gramíneas. Las membranas del pericarpio y paredes celulares restringen el intercambio de oxígeno, evitando así la germinación. En este caso el embrión no se encuentra latente.

3) *Latencia mecánica*. En las semillas que las presentan, las cubiertas son demasiado gruesas o fuertes que impiden o restringen la expansión del embrión durante el proceso germinativo, aquí, la semilla puede permitir el acceso al agua, sin embargo, la germinación no puede ocurrir, así como el intercambio de oxígeno.

4) *Latencia morfológica*. Puede ser por embrión rudimentario (apenas un proembrión, es muy pequeño, y no presenta estructuras bien definidas) o por embrión inmaduro (más grande que el anterior, pero no ha madurado lo suficiente, no llena la cavidad de la semilla).

5) *Semillas fotoblásticas*. Requieren condiciones especiales de intensidad, duración y calidad de luz para germinar, que cuando no se les proporciona, la germinación es impedida.

6) *Latencia del embrión*. Puede estar ubicada totalmente o únicamente en alguna parte de él, por ejemplo, en epicótilo, hipocótilo y radícula, y puede ser ocasionada por inhibidores químicos. Se encuentra más generalizada en árboles de clima frío y plantas ornamentales; también existe en zonas templadas, en donde en forma natural, las especies invernan y germinan en primavera.

7) *Combinación de dos o más mecanismos*. En este caso la latencia puede ser de la cubierta o del embrión (o alguna parte de él), primero se debe inhibir la impermeabilidad y después promover al embrión. Se presenta en áreas con inviernos fríos, principalmente en árboles y arbustos.

Germinación

La germinación consiste en una serie de reacciones metabólicas en la fisiología de la semilla que culmina con la salida de una planta embrionaria. La germinación de la semilla es descrita como la salida de la planta de sus estructuras esenciales (Copeland y McDonald, 1985).

Durante el inicio del proceso de germinación, las células del embrión se hidratan y sintetizan giberelina que es secretada a las células del endospermo, induciendo la síntesis de amilasas, por lo que las reservas de la semilla (almidón) son hidrolizadas para la obtención de energía. Se forman citocininas, que estimulan la división celular de los meristemos apicales y a partir de las reservas se producen aminoácidos y ácido indolacético que inducen el alargamiento de las células (Rojas, 1979).

Huss y Aguirre (1983) mencionan que el primer proceso visible de la germinación es la emergencia de la radícula, y que al entrar en contacto con el suelo inicia la absorción de agua requerida para su metabolismo. El segundo paso es la emergencia de los cotiledones y hojas para iniciar el proceso de fotosíntesis y proveer energía a la plántula.

Factores externos que afectan la germinación

1) *Agua*. Normalmente las semillas contienen aproximadamente del 5 al 20% de agua de su peso total (Bidwell, 1979). Cuando una semilla seca se deposita en un medio húmedo, absorbe agua en 3 estadios; un periodo llamado imbibición que es de rápida toma de agua, otro más o menos rápido en el cual existe poca asimilación de agua y, por ultimo, un estadio de absorción que está en relación con el crecimiento del embrión (Febles, 1975).

2) *Oxígeno*. A medida que la semilla germina, la cantidad de oxígeno se manifiesta en un periodo de rápido incremento en la absorción de este elemento, seguida después de un periodo lento casi constante para posteriormente observar un aumento en la actividad respiratoria (Febles, 1975). Asimismo, el exceso de agua limita la disponibilidad de oxígeno al competir por el espacio físico de la semilla, impidiendo la germinación.

3) *Temperatura*. Las diferentes especies de semillas presentan variados rangos de temperatura para su germinación, siendo que a temperaturas extremas la germinación se ve afectada (Bidwell, 1979). En especies forrajeras tropicales se requieren

generalmente temperaturas óptimas más altas (25° a 30° C) para la germinación que las especies de clima templado (Humphreys, 1978).

4) *Luz*. La acción de la luz en la germinación ha sido estudiada por diversos investigadores, concluyendo que solamente algunas especies de semillas presentan respuesta a la luz para iniciar el proceso de germinación. Humphreys (1978) menciona que se requieren bajos niveles de intensidad de luz para estimular la germinación en la mayoría de los zacates tropicales.

Factores internos que afectan la germinación

Dentro de los factores internos que afectan la germinación está el vigor de la semilla y puede definirse como el potencial de una semilla para una germinación rápida y uniforme, así como un crecimiento acelerado de la plántula bajo condiciones generales de campo. El vigor incluye velocidad y uniformidad de germinación, desarrollo de planta, su habilidad para emerger del suelo, resistencia de la semilla y plántula a suelos fríos, húmedos e infectados y, por último, el desarrollo morfológico normal de la plántula (Copeland y McDonald, 1985).

Los factores que afectan el vigor (Copeland y McDonald, 1985) son:

1) *Conformación genética*. Las diferencias en vigor existen entre especies, variedades y aún entre una sola variedad. La influencia del control genético del vigor de la planta se muestra por el mayor vigor expresado en plantas híbridas sobre las plantas diploides y entrecruzadas de las mismas especies.

2) *Madurez de la semilla.* Conforme la semilla madura, su potencial para una germinación rápida y vigorosa se incrementa. El contenido de humedad es usado como un índice de madurez de la semilla.

3) *Ambiente.* Factores ambientales tales como la disponibilidad de agua, temperatura y nutrientes afectan el desarrollo de la semilla, así como el vigor de la planta. La disponibilidad de agua durante el desarrollo de la semilla afecta a su composición química; en el caso de la temperatura, si sube o baja del óptimo, el desarrollo del embrión se retrasa; la fertilidad del suelo en el que la planta crece repercute en la composición química de la semilla y consecuentemente en su metabolismo y vigor.

4) *Tamaño de la semilla.* La densidad y peso de la semilla parecen tener gran influencia en la aparición temprana de la germinación. El incremento en la cantidad de proteína mitocondrial de plántulas producidas de semillas pesadas es un indicativo de una velocidad de respiración más alta y de una producción mayor de energía (ATP), dándole a las semillas pesadas un potencial más grande de crecimiento en comparación con las semillas ligeras.

5) *Daño mecánico.* Todo el proceso de manipulación a través del trillado, limpiado, tratado, empaçado, transportación y plantación, pueden causarles golpes a las semillas, dando como resultado alguna lesión. Cualquier impacto puede causar ruptura o lesión fisiológica, resultando en una pérdida del vigor aunque esta lesión no sea visible.

6) *Edad y deterioración.* Al envejecer la semilla, disminuye su vigor potencial y su capacidad de desarrollo y esto depende directamente del ambiente del almacenaje.

Emergencia

La palabra emergencia es una traducción del inglés y es definida, según Morris (1975) como el desarrollo superficial de la plántula. La emergencia se ve afectada por los siguientes factores:

Características físicas del suelo

Su importancia ha sido ampliamente reconocida como factor del medio para la germinación y establecimiento de las plantas (Febles, 1975). Los suelos arcillosos, debido a su agregación compacta, ofrecen mayor resistencia al coleóptilo que los suelos arenosos, dando como resultado el fracaso del establecimiento de los pastos, así se ha observado que las radículas gruesas de las leguminosas son poco hábiles para profundizarse en el suelo, al contrario de lo que sucede con las gramíneas que son delgadas; sin embargo, las semillas de leguminosas contienen mayor cantidad de reservas que hacen que no se agoten y puedan emerger (Humphreys, 1978).

Patógenos, plagas y depredadores

Dentro de los factores que afectan la germinación y emergencia de las plantas, se considera el ataque por microorganismos presentes en el suelo, dando como resultado una elevada mortandad, particularmente en suelo húmedos (Febles, 1975).

Se considera que cada región presenta particularidades en enfermedades y plagas que afectan la germinación y emergencia de las plántulas, dependiendo de la estación del año. La época de siembra y sus procedimientos pueden ser modificados para reducir la incidencia de organismos que se originan por la saturación del suelo por agua (Humphreys, 1978).

Competencia

Humphreys (1978) señala que la competencia entre plántulas está primeramente influenciada por su germinación, profundidad de siembra y del tiempo en que las plántulas emerjan, ya que éstas inician con desventaja, debido a que las semillas de las malas hierbas tienen una rápida germinación y emergencia.

Prácticas culturales para el establecimiento de plantas

Tratamiento de semilla

El tratamiento de la semilla comprende escarificación, inoculación y desinfección. Definiéndose escarificación como cualquier proceso de ruptura, rayado o alteración física de la semilla para hacerla permeable al agua o gases (Hartmann y Kester, 1976). La finalidad de la escarificación de semillas es la de romper su letargo y reducir su tiempo de germinación (las alternativas se describen más adelante) (Humphreys, 1978).

Método de siembra

Entre los factores que se consideran para la siembra de una pradera están la época, la humedad del suelo, profundidad y método de siembra. El uso de maquinaria

para un control de profundidad es deseable, aunque se establezcan plantas al voleo, mas como regla general, se ha determinado que la profundidad de siembra depende del tamaño de la semilla. Humphreys (1978) indica que para semillas de leguminosas una profundidad de 2.5 cm es la adecuada, dando como resultado un mejor control de la humedad del suelo alrededor de la semilla.

Semillas duras o impermeables

Las semillas duras o impermeables son aquellas que no inhiben cuando se encuentran en un sustrato húmedo. Por lo general, es una característica de las leguminosas forrajeras, Malváceas y algunas otras especies, principalmente árboles. La impermeabilidad se debe a la acumulación de sustancias hidrofóbicas en la cubierta, como cutina, lignina, pectina, suberina, calosa, hemicelulosa (Tran y Cavanagh, 1984). Estas sustancias forman capas de células conocidas como de empalizada o macroesclereidas que aíslan el entorno de la semilla.

La impermeabilidad o dureza de la semilla es variable, puede ser modificada o alterada por la especie, el cultivar, las condiciones ambientales durante la maduración de la semilla y las condiciones de almacenamiento (Hartmann *et al.*, 1990). Asimismo, el grado de impermeabilidad de la testa se encuentra relacionado con la humedad de la semilla y el genotipo (Roberts, 1972).

Condiciones de temperatura y humedad imperantes en el campo durante la maduración de la semilla, tienen efecto en el grado de impermeabilidad de la semilla. Puesto que temperaturas altas durante la maduración, incrementan la dureza y esto

según Hartmann *et al.* (1990) se debe a la contracción de las células de la capa de empalizada, conforme la semilla se seca.

Métodos para superar la latencia

Algunos autores, como Bernal (1976), Copeland y McDonald (1985), Delouche (1964), ISTA (1985), Jiménez (1984), Maguire (1976), y Roberts (1972), han descrito tratamientos para vencer la latencia:

La escarificación mecánica es usada en semillas duras y/o impermeables, con el objetivo de alterar la integridad física del pericarpio, o de la cubierta con la consiguiente absorción de agua y oxígeno. El método consiste en refregar, dañar o frotar las semillas con superficies abrasivas, como lija, piedra, carbonato de silicio, etc. Así mismo, la semilla puede ser golpeada con martillo, taladro o dentro de una revoladora utilizada para arena y grava. El tiempo de escarificación es variable para cada especie, lo cual depende del grosor y resistencia de la cubierta. El exceso de escarificado daña la semilla reduciendo el poder germinativo.

La escarificación química, es usada igualmente para el tratamiento de semillas duras. Generalmente se usa ácido sulfúrico. La semilla se remoja en una solución concentrada por periodos de tiempo que varían para cada especie, de pocos minutos hasta varias horas. El ácido disuelve el lema y la palea de la cariósida y además agrieta, debilita y adelgaza los tegumentos, disminuyendo la impermeabilidad. El tiempo óptimo de escarificación es importante determinarlo para cada especie, para evitar daños al embrión. Copeland y McDonald (1985) indican que actualmente,

además del ácido, se han usado enzimas como celulosa y pectinaza, que alteran la cubierta y permeabilizan la semilla.

La escarificación con agua es una técnica ampliamente usada; consiste en sumergir la semilla en agua durante cierto tiempo, para acelerar el proceso de imbibición o para mejorar las características de la cubierta. Este método, también puede lixiviar inhibidores químicos. El agua puede ser caliente o a temperatura ambiental. A punto de ebullición se usa en leguminosas forrajeras tropicales con testa dura.

El uso de hormonas y otros compuestos, como ácido giberélico, ácido abscísico, citocininas, etileno, nitrato potasio, hipoclorito de sodio y cloroformo, pueden promover también la germinación.

Escarificación con ácido sulfúrico

En la literatura, el uso de ácido sulfúrico, ha sido más popular que el agua caliente en la escarificación de semillas forrajeras tanto de gramíneas como de leguminosas, esto, tal vez atribuido a que el primero provoca menos estrés que el segundo y con el se obtienen mejores beneficios.

En este sentido, Whiteman y Mendra (1982) realizaron un ensayo con semilla nueva y de 10 meses de edad en la semilla del pasto *Brachiaria decumbens*, dieron tratamientos de escarificación de 0, 5, 10, 15, y 20 minutos en ácido sulfúrico. Sus resultados indican, que las aplicaciones de ácido en semillas nueva no incrementaron

la germinación; sin embargo, sí encontraron un aumento sustancial en la semilla de 10 meses de edad, al usar 20 minutos de escarificación con el ácido.

Otros estudios en la misma especie (*Brachiaria decumbens*), fueron hechos por Ramos y Romero (1986) sin indicar la edad de la semilla, sus resultados reportan incrementos con relación al testigo, el uso de la escarificación de 2.5 hasta 20 minutos en ácido fue igual en la germinación y peso seco de plántula.

Por la relevancia que presenta *Brachiaria decumbens* como forraje tropical, ha sido motivo de varios estudios, Johnston y Harty (1981) indican que la germinación es estimulada con ácido sulfúrico concentrado sumergiendo por 13 minutos la semilla y posteriormente lavada con agua durante 2 minutos.

Así mismo, el ácido sulfúrico es útil en otras especies. Vora (1989) condujo un experimento para incrementar la germinación en 24 especies de arbustos nativos del sureste de Texas; observó que el ácido sulfúrico incrementó significativamente la emergencia en 7 especies (*Acacia smallii*, *A. schafneri*, *Pithecellobium flexicaule*, *P. pallens*, *Leucaena pulverulenta*, *Parkinsonia aculeata* y *Sapindus trummodii*).

La escarificación con ácido sulfúrico puede ser afectada por la edad de la semilla y por la especie que se trate, en este contexto Garwood (1986) estudió 39 especies de Panamá y Costa Rica y observó que 6 especies fueron estimuladas y en 14 afectó su germinación y además hubo efecto por tiempo de almacenamiento.

Escarificación con agua caliente

El uso de la escarificación con agua caliente resulta práctico, funcional y económico para algunas especies que presentan impermeabilidad de cubierta; sin embargo, su uso se encuentra restringido para aquellas semillas que la toleran con facilidad. Oakes (1984) indica que la temperatura del agua tiene más efecto que el tiempo de inmersión; señala también como ventaja que este tratamiento se puede realizar en pequeñas o grandes cantidades y con mínimos riesgos y poco equipo.

En la especie de *Leucaena*, con las variedades Peruana, Cubana y Regional, Quero *et al.* (1986) evaluaron como método de escarificación el agua a 80° C durante 10 minutos de remojo y encontraron un incremento significativo en la germinación en las 3 variedades. Concluyen que la práctica de escarificación de estos cultivos es necesaria previo a la siembra, ya que también aceleró el crecimiento del embrión.

Igualmente en semillas de forrajeras tropicales con impermeabilidad de cubierta (*Centrosema pubescens* y *Pueraria phaseoloides*), Jiménez (1984), logró incrementar la germinación de 26 a 37 por ciento, cuando expuso las semillas de *Centrosema* a un minuto de remojo en agua a ebullición. Para el caso de *Pueraria*, las germinaciones fueron de 70 por ciento para el testigo y 89 por ciento para el tratamiento de 3 minutos de remojo.

Sin embargo, el beneficio del agua no siempre funciona en semillas impermeables, puesto que en *Acacia* sp. no hubo respuesta con el uso de agua a 72° C y 92° C durante 3 y 6 minutos, ya que esto no eliminó la dureza sin matar las

semillas, pero el uso de ácido sulfúrico concentrado durante 60 y 75 minutos produjeron más del 80 por ciento de germinación (Camacho *et al.*, 1991).

El uso del agua, a la vez que permeabiliza la semilla, es útil también como solvente de sustancias inhibitoras de la germinación (Nelson *et al.*, 1984).

Leguminosa en estudio (*Leucaena leucocephala*)

La importancia de las leguminosas en el trópico es muy grande, debido a su alta calidad nutritiva, que mejora la producción animal, a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, que las beneficia tanto a ellas como a los cultivos explotados en los mismos suelos y tienen otros usos como cercas y producción de madera.

Descripción botánica

A la *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit (figura 1) se le conoce como guaje, huaxe, guashin, guaxin o simplemente como Leucaena. Es una planta caducifolia de tipo arbustivo y arbórea, sin espinas, de rápido crecimiento y hábito gregario, de color verde seco, sabor amargo y olor similar al de ajo; de copa redondeada, de menos de 5 metros de diámetro con un tallo y ramas de corteza lisa o ligeramente fisurada; puede llegar a medir hasta 18 metros de altura con un sistema radicular profundo y raíz pivotante de 2 a 3 metros la cual le permite extraer agua del subsuelo favoreciendo el desarrollo durante los periodos secos y permanecer siempre verde. Sus raíces contienen nódulos con *Rhizobium* y los pelos radiculáres están infectados con micorrizas; presentan hojas pequeñas alternas, bipinnadas con 4 a 9 pares de pinas por hojas con foliolos que miden de 2 a 50 mm, presenta una inflorescencia en

cabezuela de color blanco, rojilla o amarilla (figura 2); de forma redonda de 1.5 a 2 mm, estambres de 10 mm y con la antera pilosa; la planta tiende a florecer durante los meses de octubre a diciembre; el fruto en racimos de 15 a 60 vainas aplanadas dehiscentes que miden de 6 a 26 cm de largo por 1.5 a 2 mm de ancho, dentro de las cuales se alojan de 8 a 10 semillas planas que miden a 6 a 10 mm, cuando madura son de color café oscuro (Eguiarte, Betancourt y Herrera, 1986; Pennington y Sarukhan, 1968).



Figura 1. Plantas de *Leucaena leucocephala*.

Clasificación taxonómica

Aún cuando han sido reportadas 51 especies, los estudios de herbario y de campo sugieren que este número se puede agrupar en 10 especies de validez irrefutable, 9 de las cuales son nativas de México, entre ellas la de *Leucaena leucocephala* (Brewbaker, 1983). En el cuadro 1, podemos observar la clasificación de la especie en estudio.



Figura 2. Inflorescencia de la planta de *Leucaena leucocephala*.

Distribución geográfica

En 1565, después de la conquista de México por los españoles, los conquistadores, a través del comercio con las Filipinas, llevaron la *Leucaena* a ese archipiélago; más tarde, por su diversidad de usos se introdujo en las plantaciones de Indonesia, Malasia y otros países de la región Sudoriental de Asia. En el siglo XIX se llevó a Hawai, Australia Septentrional, India, África Oriental y Occidental y a las Islas

del Caribe y actualmente se encuentra extendida por todos los trópicos (National Academy of Science, 1977).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Leucaena leucocephala*.

Reino	Vegetal
División	Embriophyta
Subdivisión	Fanerógamas
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotileodonea
Orden	Rosales
Tribu	Mimosea
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Mimosoideae
Genero	<i>Leucaena</i>
Especie	<i>Leucocephala</i> (Lam. de Wit)

(Fuente: Robles, 1990).

Brewbaker (1984) señala que actualmente se encuentra distribuida en toda América Latina. En México esta planta forma parte de la vegetación secundaria de las selvas medianas subcaducifolias y caducifolias (Pennington y Sarukhan, 1968). Esta especie tiene una amplia distribución en la zona tropical de México, encontrándose desde el norte de Veracruz y sur de Tamaulipas hasta la península de Yucatán y en la

vertiente del pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas. Brewbaker (1983) señala que su mayor distribución se encuentra en la península de Yucatán.

Pérez (1979) menciona que *Leucaena leucocephala* es la especie más importante y la que más ha sido estudiada debido entre otras cosas a su amplia distribución en los trópicos, reportando la existencia en toda la república mexicana, excepto en los estados de Baja California Norte, Chihuahua, Aguascalientes, Zacatecas, Quintana Roo y Guanajuato.

En la región noreste de México, *L. leucocephala* es una especie que se distribuye en Nuevo León y Coahuila, encontrándose en cañones y laderas generalmente formando asociación vegetal con matorral submontano espinoso (Foroughbakhch y Hauad, 1989).

Requerimientos ecológicos

Latitud y altitud

Eguiarte, Betancourt y Herrera (1986) mencionan que *Leucaena leucocephala* se desarrolla en diversas latitudes y altitudes, observándose en alturas de más de 1500 msnm. NAS (1977) menciona que la planta crece vigorosamente solo en tierras bajas, observándose un retraso en su crecimiento a elevaciones superiores de 500 msnm, agrega que en los países donde más se observa el retardo del crecimiento son los cercanos al Ecuador. Foroughbakhch y Hauad (1989) señalan que crece en las altitudes de 1200 msnm, pero es una especie para tierras bajas preferentemente por abajo de los 800 msnm.

Temperatura

La temperatura es quizá el factor más importante que limita la distribución establecimiento y desarrollo de la especie, siendo las extremas las que causan mayores daños, y particularmente se ve más restringida por las bajas temperaturas, afectando su crecimiento en la altura, reduciendo su potencial como producto forestal y energético (leña). Sin embargo, en ocasiones, las heladas actúan como podas que estimulan un rebrote vigoroso a nivel radicular o basal. Las plantas a través de las generaciones continúan evolucionando y su tolerancia a las bajas temperaturas se va modificando poco a poco hasta sufrir una selección natural llegando a sobrevivir las más aptas como una estrategia de la secuencia evolutiva vegetal. A largo plazo, la población de una localidad consistirá de individuos adaptados a condiciones de ese medio ambiente en particular. Es posible que existan diferencias significativas en la tolerancia entre los individuos de una población y entre las poblaciones dentro de las especies (Baltazar 1991).

Agua

Robles (1990) señala que la *Leucaena* es resistente y tolerante a sequías, no requiere usualmente de irrigación después de iniciado el periodo de establecimiento, pero es indudable que la mayor producción se logra bajo buenas condiciones de riego, considera la aplicación de agua durante el periodo de establecimiento ya que es cuando esta se hace especialmente importante, en ocasiones los riegos pueden dar la diferencia entre el éxito o fracaso durante los periodos secos. Bajo condiciones severas de sequías, el desarrollo es lento debido a que la planta sufre una reducción en altura y diámetro, y debido a la caída de las hojas una buena distribución de lluvias.

Pérez (1979) agrega que la planta destaca por sus menores necesidades en la frecuencia de riegos en relación con los pastos y otras leguminosas de zonas semiáridas, esta cualidad es más importante ahí donde el recurso agua empieza a ser, o es, un limitante. Eguiarte *et al.* (1986) señalan que el umbral crítico de la planta se localiza entre los 400 y 500 mm de lamina, sin embargo puede constituir una vegetación dominante en áreas donde la precipitación media anual es de 300 mm, pero crece mejor en zonas cuya precipitación es superior a los 500 mm.

Suelo

El mejor y más rápido crecimiento de la especie *Leucaena leucocephala* ocurre en los suelos arcillosos, profundos, de neutros a alcalinos y con buena fertilidad y humedad, sobresaliendo su habilidad para prosperar en terrenos con pendientes pronunciadas, con escasa a nula capa arable, pedregosos y de baja fertilidad (Pérez, 1979). Eguiarte y Rodríguez (1985) confirman esta versión agregando que la planta no soporta periodos prolongados de inundación y crece mal en suelos ácidos.

Establecimiento y cultivo

Anónimo (1988) señala que las labores agrícolas necesarias dependen de las condiciones topográficas, iniciándose con un barbecho profundo y uno o dos pasos de rastra para su posterior surcado y siembra. En algunos casos con lomeríos profundos, rocosos o compactos pueden hacerse labores con cualquier herramienta penetrante para aflojar el terreno donde será depositada la semilla. Para el caso de la utilización de plántula, el procedimiento más sencillo y práctico es cavar un hoyo lo suficientemente grande para que quepa el sistema radicular de la plántula.

Inoculación de la semilla

La Leucaena al igual que la mayoría de las leguminosas, vive en simbiosis con una bacteria del género *Rhizobium*, capaz de absorber grandes cantidades de gas nitrógeno del aire que hay en el suelo y transformarlo en compuestos orgánicos e inorgánicos aprovechables para la planta (NAS, 1977).

El uso de inoculantes en la siembra de la Leucaena no es determinante para un buen establecimiento pero si es importante en lugares donde esta planta no crece en forma natural, especialmente en suelos ácidos, ya que estos inhiben la nodulación (Morales *et al.*, 1973). Pérez (1979) menciona que la inoculación representa un incremento en la productividad por lo que recomienda esta práctica como un paso del establecimiento de Leucaena.

Siembra

a) Época de siembra

Para el establecimiento de Leucaena se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Época del año con mayor incidencia de plagas y enfermedades
- Época con mayor incidencia de malas hierbas
- Las bajas temperaturas

En las regiones del trópico seco, bajo condiciones de riego, la mejor época de siembra es en marzo y abril y en zonas temporales no existe otra alternativa más que sembrar al inicio de la temporada de lluvias (Anónimo, 1988).

Eguiarte y Rodríguez (1985) mencionan que cuando existe agua disponible el rango de siembra es más amplio y solo se evitará sembrar durante el invierno y en temporal recomiendan sembrar cuando las lluvias se hayan establecido, preferentemente entre los meses de julio y agosto.

b) Densidad y métodos de siembra

En la modalidad de siembra con semilla, Pérez (1979) indica que la cantidad de semilla y método a utilizar varía de acuerdo al uso u objetivo específico deseado. A continuación se describen algunos de los métodos utilizados:

- Lotes compactos para corte. El método es utilizado para la alimentación del ganado para ser ofrecida en corrales como forraje verde, con el fin de obtener un cultivo más uniforme y un mejor control de las malas hiervas, además de que se obtiene una mejor distribución de la humedad; se recomienda depositar la semilla a una profundidad de 1 a 5 cm, y a un tercio del borde del surco con separación entre ellos de 60 a 90 cm, con una distancia entre planta y planta de 5 a 8 cm, debiéndose emplear de 15 a 20 kg de semilla por hectárea (INIFAP, 1986).
- Lotes compactos para pastoreo. Cuando la siembra se haga para ser pastoreada en forma controlada, se recomienda sembrarla en hileras de 90 a 150 cm de separación y una distancia entre plantas de 4 a 10 cm, utilizando para tal fin de 8 a 12 kg/ha de semilla (INIFAP, 1986).
- Franjas. Este método es utilizado principalmente para el control de la erosión, sembrándose en áreas con pendientes pronunciadas, dentro o a la orilla de terrazas, o también demarcando curvas a nivel. La metodología

consiste en sembrar series de 2 surcos separados 40 cm uno de otro y entre semillas de 2.5 cm o bien en franjas de contorno de 30 a 50 m de ancho y a una distancia de 10 a 20 m.

- Líneas. Este método es utilizado con fines forestales, producción de semilla y sombra para cultivos, entre otros. Se recomiendan 5000 plantas por hectárea con una separación de 2 metros entre surcos y un metro entre planta y planta (Pérez, 1979).

c) Fertilización

La práctica de fertilización es la fase más descuidada para el establecimiento de la *Leucaena*. Sin embargo, la NAS (1977) menciona que la extracción de madera y/o forraje limita a la planta de algunos elementos nutritivos por lo que exige una cuidadosa fertilización, especialmente en fósforo, azufre, calcio, molibdeno y zinc. Oakes (1986) recomienda la aplicación de pequeñas cantidades de nitrógeno para ayudar al establecimiento de la planta (máximo 60 kg/ha). Para el caso del fósforo, las necesidades son mayores, Eguiarte y Rodríguez (1985) recomiendan emplear el superfosfato simple de calcio debido entre cosas a que contiene azufre que favorece la formación de proteína para el buen establecimiento de la planta, sugiere se aplique en la siembra en cantidades que varían de acuerdo a la disponibilidad de agua y de este elemento en el suelo, solo se debe evitar el contacto con la semilla ya que al germinar puede “quemarse” la planta; durante el cultivo, si es que se aplica, se puede hacer al voleo o dirigido en cantidades que van de 80 a 120 kg/ha. La *Leucaena* requiere de microelementos, la necesidad de estos varía también de acuerdo a su disponibilidad en el suelo, lo cual se relaciona con el pH y debe determinarse

mediante un análisis del suelo o por la respuesta del crecimiento a pequeñas aplicaciones de estos. Esquivel (1965) menciona que pequeñas cantidades de boro, molibdeno y cobre aplicadas al inicio de la siembra han tenido efectos positivos, por ejemplo el boro y molibdeno aumentan el número de nódulos. La *Leucaena* tiene la capacidad de absorber el zinc que es relativamente inprovechable en suelos alcalinos. En cuanto a deficiencias de hierro, se ha observado en varias leguminosas pero no en *Leucaena*. La planta tiene cierta tolerancia a suelos alumínicos.

d) Control de malas hierbas

La planta de *Leucaena* en su etapa inicial de establecimiento es de crecimiento lento y por tanto es fácilmente afectada por las malas hierbas, lo que complica su arraigo hasta tal grado que pueden provocar un fracaso total de la plantación; por lo que para lograr un buen establecimiento es necesario mantener el cultivo libre de malezas, sobre todo en los primeros 4 meses de su establecimiento mediante labores manuales de deshierbe y un control químico de todos los depredadores (Eguiarte *et al.*, 1986). Una vez que las plantas inician su crecimiento, forman un dosel tupido con su follaje y al cerrar las copas el efecto de sombra impide el desarrollo de malezas (Foroughbakhck y Hauad, 1989).

e) Plagas y enfermedades

Foroughbakhck y Hauad (1989) mencionan que la *Leucaena* es muy resistente a plagas y enfermedades. Oakes (1986) manifiesta que en México se han reportado 3 tipos de chahuixtles que atacan las hojas de la planta. Las fungosis afectan poco a la *Leucaena*, atribuible entre otras cosas a su hábito erecto de la planta a diferencias de

otras leguminosas rastreras que acumulan un exceso de humedad favoreciendo la proliferación de hongos.

Sánchez *et al.* (1985) mencionan que la planta puede ser afectada en 2 o 3 épocas al año por fungosis. Las semillas maduras suelen ser atacadas por diferentes tipos de gorgojos. Los roedores atacan frecuentemente las plantas jóvenes. La clave es la detección oportuna y el combate a tiempo del problema o en su defecto las medidas preventivas, son lo más indicado.

Utilización

Agricultura

Son muchos los usos en la agricultura, destacando la utilización como mejoradora del suelo, sombra para cultivos y en programas de control de la erosión

Mejorador del suelo

Las hojas de *Leucaena* al caer al suelo e incorporarse al mismo se descomponen en humus, constituyendo un fertilizante orgánico comparable con el estiércol. Algunos experimentos efectuados en Indonesia por científicos holandeses estiman que mil árboles de *Leucaena* en una hectárea podados cada 2 meses, proveen al suelo el equivalente a una tonelada de sulfato de amonio y cien kilogramos de superfosfato triple. Su profundo y extenso sistema radicular desintegran capas del subsuelo impermeable, lo cual mejora las características físicas del suelo y la penetración de la humedad (Pérez, 1979).

Sombra para cultivos

El follaje de la Leucaena es utilizado para dar sombra a cultivos como café, cacao, coco, palma de aceite, piña, hule, vainilla y pimienta, la cual puede en ocasiones ser podado con el fin de controlar la intensidad de sombra y satisfacer las necesidades particulares de cada cultivo; además la incompatibilidad de Leucaena con un buen número de cultivos se debe en gran parte a la profundidad a la cual penetran sus raíces evitando la competencia por nutrientes con las raíces superficiales de los cultivos a los que sombrea (Oakes, 1986).

Control de la erosión

su extenso y profundo sistema radicular le permite a la Leucaena tener un buen anclaje por lo que se le considera una planta altamente resistente al viento, pudiendo ser cultivada para cortinas rompevientos, así mismo el humus formado por la defoliación de la planta contribuye a reducir la erosión causada por el agua en suelos desnudos de vegetación, disminuyendo al mismo tiempo la evaporación y conservando más la humedad del suelo (Oakes, 1986).

Producción de forraje para alimentación de ganado

La Leucaena es una planta con gran productividad y digestibilidad comparable a la alfalfa. Su tolerancia a la sequía incrementa las posibilidades para aumentar la producción de carne y leche, principalmente en los trópicos secos (NAS, 1977).

Las producciones reportadas bajo condiciones adecuadas de precipitación o riego consideran una media entre 10.6 y 24 ton/ha/año de materia seca, y hasta 102.5

ton de forraje verde (Pérez, 1979). El forraje, por su alto valor nutritivo, es un valioso ingrediente principalmente para ganado vacuno. Su contenido de proteína varía de 4 a 23% en base natural y de 5 a 30% en base seca. Además de ser rica en calcio y potasio es una fuente de carotenos, vitamina A y K, superior a los de la alfalfa. Sin embargo, el consumo en exceso produce efectos tóxicos causados por un aminoácido aromático denominado mimosina, que produce entre otras cosas la caída del pelo de los animales, lo que ha limitado su mayor difusión y aprovechamiento en la alimentación animal. Por lo anterior es conveniente balancear la dieta, con otros forrajes (la proporción de Leucaena no debe exceder de 30 a 50%) y en los potreros las rotaciones de los animales en otro tipo de praderas por periodos largos (Pérez, 1979).

Reforestación

El rápido crecimiento de Leucaena, su capacidad para prosperar en terrenos erosionados pedregosos, con pendientes pronunciadas, con estaciones secas prolongadas y en general por su sorprendente resistencia a condiciones naturales adversas, la constituyen como una planta valiosa en programas de reforestación (Pérez, 1979).

En México las plantaciones con Leucaena prácticamente están comenzando, si se compara con las experiencias de otros países donde ya se tienen reportes de miles de hectáreas; sin embargo, existen muchas áreas en donde por sus características edáficas y climáticas principalmente, se provoca inseguridad para el establecimiento de muchos cultivos, siendo Leucaena una buena alternativa para dichas áreas, todo

esto basado en los resultados exitosos hasta ahora, los cuales reflejan la capacidad de la *Leucaena* para hacer frente a las necesidades de los agricultores mexicanos y convertirse en una planta popular, pionera y un cultivo efectivo (Robles, 1990).

Producción de madera

Leucaena leucocephala por su alta velocidad de crecimiento se coloca como una especie importante en la producción de madera. Los rendimientos reportados están basados en pequeñas plantaciones experimentales; en general se puede decir que los rendimientos por arriba de 15 m³/ha/año, se consideran muy buenos. En regiones que tienen bajo pH y en donde las temperaturas son frías se tienen los reporte de 1 m³/ha/año, pero estos son tomados con mucha precaución hasta que se tengan bien verificadas las técnicas experimentales empleadas (Robles, 1990). La madera es semidura, densa, comparada con otras maderas duras tropicales. En suelos adecuados y lluvias bien distribuidas en el año, la planta alcanza alturas hasta de 18 m y diámetros de 21 a 27 cm en 4 a 8 años. La madera es de corteza delgada de color ligeramente colorada; las *Leucaenas* que provienen de sitios pobres presentan nudos (Anónimo, 1984).

Así mismo, la madera de *Leucaena* tiene la ventaja de absorber fácilmente productos preservativos, por lo que si se trata es muy resistente al ataque de termitas (Pancraccio, 1983).

Producción de pulpa para papel

La madera de *Leucaena* es una de las mejores especies tropicales adecuadas para la pulpa para papel, la cual es alta en holocelulosa y baja en sílice, cenizas, lignina, alcohol y benceno soluble; todas estas características son importantes en la fabricación de pulpa. El rendimiento que se obtiene es alto (50-52%); las fibras de la madera son cortas, pero caen dentro del rango aceptable para tal propósito, la calidad es comparable con otras maderas duras de rápido crecimiento y su papel es comparable con el obtenido con maderas suaves (Anónimo, 1984).

Producción de combustible

CATIE (1986) menciona que *Leucaena leucocephala*, resulta ser una de las especies más adecuadas para la utilización como combustible debido a la gran altura y diámetro que llegan a alcanzar.

Desde tiempos muy remotos, en México y en algunos otros países del mundo se han utilizado los tallos y ramas de *Leucaena* para combustible, la explotación ha sido de forma irracional lo que ha venido provocando una alarmante disminución de las poblaciones de la especie. Sin embargo, su capacidad de regeneración y el rápido crecimiento de la planta, la mantienen como una valiosa especie productora de leña y aun dominante en grandes extensiones del trópico subhúmedo (Pérez, 1979).

Otros usos

Además de los usos de mayor interés económico señalados, se tienen los siguientes:

Como planta se ha utilizado ampliamente en la construcción de cercas vivas o como postes secos, como soporte para plantas trepadoras, como planta ornamental y sombra ya sea en las calles, casas o en las orillas de las carreteras (Robles, 1990).

Los retoños, tallos jóvenes, yemas florales y las semillas han sido consumidas como alimento humano ya sea en forma de salsas como condimento en los frijoles, tacos, hervidas como verduras, curtidas con vinagre o en forma natural. En algunos lugares las semillas maduras son consumidas como sustituto del café. Su consumo ayuda a la prevención y/o tratamiento de amibiasis ya que la mimosina inhibe el crecimiento de bacterias patógenas y tiene efecto en el control de ciertos tumores. En Yucatán la viruela aviar en guajolote es tratada suministrándoles en la dieta hojas de *Leucaena*.

La corteza y vaina pueden ser utilizadas como colorantes de sarapes y para la obtención de taninos para la curtiduría. Así mismo, las semillas maduras son utilizadas para la manufactura de artesanías en la fabricación de collares y pulseras (Pérez, 1979).

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en los laboratorios del departamento de Producción Animal y en los invernaderos del departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizados en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Sus coordenadas geográficas son 25° 22' de latitud norte y 101° 11' de longitud oeste. La altitud sobre el nivel del mar es de 1723 mts, temperatura media anual de 19.8° C., y precipitación media anual de 293.5 mm, con régimen de lluvias de junio a octubre, clima Bw hx (X') (e), muy seco, semicálido con invierno fresco y extremo (García, 1973).

Material vegetativo

Se utilizaron las variedades de *Leucaena peruana* (cosechada en Yucatán) y nativa (cosechada en Saltillo), mismas que fueron seleccionadas y purificadas para eliminar impurezas y las semillas no consideradas adecuadas para el experimento.

Procedimiento

El trabajo se realizó en dos experimentos consistentes el primero de ellos en evaluar la germinación de la semilla mediante el tratamiento con agua caliente (ebullición) y el segundo tratando la semilla con ácido sulfúrico concentrado. En ambos casos, la semilla tratada se sembró en cajas Petri (figura 3), sembrando 20 semillas en cada caja con 3 repeticiones en cada caso. Las cajas Petri se pusieron en

una germinadora a 25° C por un periodo de 72 horas, para proceder al conteo de semillas germinadas desde la siembra hasta los días posteriores y así obtener las medias por tratamiento y por repetición.



Figura 3. Semillas de *Leucaena leucocephala* tratadas en laboratorio.

De los experimentos de germinación se escogieron los mejores tratamientos para probar en el invernadero, la nacencia, crecimiento, vigor de las plantas según el tratamiento dado a la semilla; datos que solo se evaluaron mediante observación.

Diseño experimental

Ambos experimentos se condujeron bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial combinatorio, con el siguiente arreglo:

Experimento 1. Tratamiento con agua caliente por periodos de 5, 10 y 15 minutos, como se indica:

Factor A: Semilla de Leucaena

A₁ – Nativa

A₂ – Peruana

Factor B: Tiempo en agua caliente

B₁ – 5 minutos

B₂ – 10 minutos

B₃ – 15 minutos

Experimento 2. Tratamiento con ácido sulfúrico por periodos de 5, 10 y 15 minutos, como se indica:

Factor A: Semilla de Leucaena

A₁ – Nativa

A₂ – Peruana

Factor B: Tiempo en ácido sulfúrico

B₁ – 5 minutos

B₂ – 10 minutos

B₃ – 15 minutos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados en el trabajo que se describe se consignan en los cuadros 2 y 3 para las variedades evaluadas en los tratamientos de agua caliente y ácido sulfúrico respectivamente.

Tratamiento con agua caliente

Cuadro 2. Medias por tratamiento de *L. leucocephala* tratada con agua caliente.

Variedad	Tiempo (minutos)			
	5	10	15	ξ
Nativa	4.3 ^a	1.7 ^b	2.0 ^b	2.7 ^b
Peruana	15.0 ^a	14.0 ^a	15.3 ^a	14.8 ^a

Letras diferentes en la misma línea representa significancia $P>0.05$

Letras diferentes en la misma columna representa significancia $P<0.01$

Como se observa en el cuadro 2, la diferencia estadística entre variedades resultó altamente significativa ($P<0.01$) siendo superior la variedad Peruana alcanzando 14.8 semillas germinadas, lo cual representa un 74% de germinación, en tanto que la variedad Nativa solo alcanzó 2.7 semillas germinadas, representando un 13.5%. Por lo que respecta al tiempo de inmersión, para la variedad Peruana los tiempos de exposición resultaron similares entre sí ($P>0.05$) con valores de 15.0, 14.0 y 15.3 semillas germinadas en los tiempos de exposición de 5, 10 y 15 minutos respectivamente; en tanto que para la variedad nativa la mejor respuesta se obtuvo a un tiempo de exposición de 5 minutos con 4.3 semillas germinadas, en tanto que en

los tiempos de 10 y 15 minutos de exposición solamente se obtuvieron 1.7 y 2.0 semillas germinadas respectivamente.

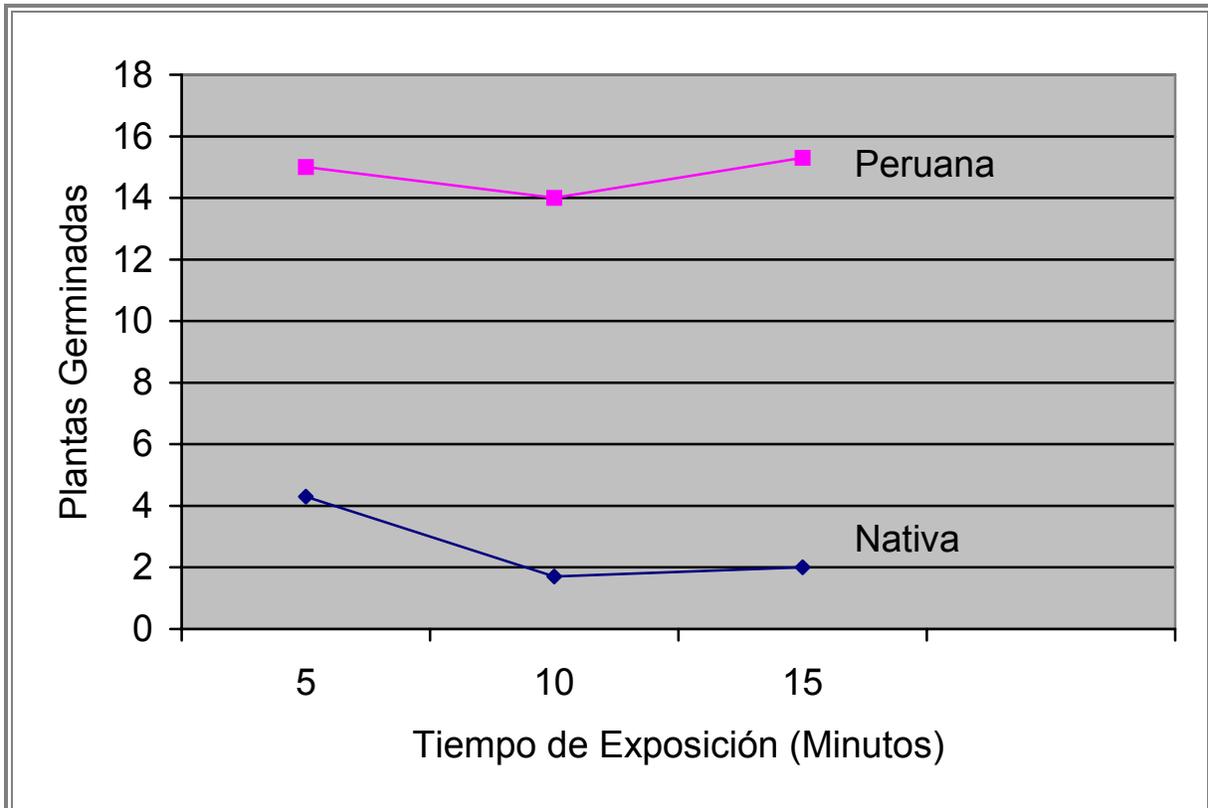


Figura 4. Comportamiento de germinación de las variedades con agua hirviendo.

Este resultado en porcentaje de germinación es similar a lo señalado por FAO (s/f) quien menciona que mediante el tratamiento de inmersión de la semilla en agua por 3 a 4 minutos después de la ebullición propicia en promedio una germinación de 80%. Así mismo, Quero *et al.* (1986) encontró que el tratamiento de las semillas de *Leucaena* Peruana, Cubana y Regional con agua caliente a 80° C por un periodo de exposición de 10 minutos produjo un incremento significativo en la germinación, sin ser mencionado en la literatura. Jiménez (1984) encontró que la inmersión de la

semilla de *Centrosema pubescens* en agua en ebullición por un periodo mínimo (sin mención de tiempo), propició un incremento en la germinación de entre 26 a 37%.

Las líneas de tendencia (figura 4), señalan no interacción entre las variedades y tiempo de exposición, se puede observar con claridad el comportamiento de cada una de las variedades evaluadas conforme a los tiempo de exposición.

Tratamiento con ácido sulfúrico

Cuadro 3. Medias por tratamiento de *L. leucocephala* tratada con ácido sulfúrico.

Variedad	Tiempo (minutos)			
	5	10	15	ξ
Nativa	4.7 ^b	7.7 ^b	13.0 ^a	8.5 ^b
Peruana	9.7 ^b	14.3 ^a	16.0 ^a	13.3 ^a

Letras diferentes en la misma línea representa significancia $P > 0.05$

Letras diferentes en la misma columna representa significancia $P < 0.01$

En el cuadro 3 se observa que la germinación entre variedades bajo el tratamiento con ácido sulfúrico concentrado mostró diferencia significativa ($P > 0.05$) mostrando la variedad Peruana una germinación de 13.3 semillas germinadas de 20, representando un porcentaje de germinación de 66.5% (valor menor al logrado con el tratamiento con agua caliente), en tanto que la variedad Nativa alcanzó 8.5 semillas germinadas, con un porcentaje de germinación de 42.5% (valor superior al logrado con agua caliente que solo fue de 13.5%). En cuanto al tiempo de exposición al ácido sulfúrico concentrado, la variedad Peruana mostró el mejor comportamiento al tiempo

de exposición de 15 minutos con 16.0 semillas germinadas de 20 expuestas, en tanto que la variedad Nativa alcanzó una germinación de 13 semillas en el tiempo señalado. Para los tiempos de 5 y 10 minutos, la variedad Peruana alcanzó una germinación de 9.7 y 14.3 semillas respectivamente, en tanto que la Nativa mostró valores de 4.7 y 7.7 semillas germinadas en los tiempos señalados, respectivamente.

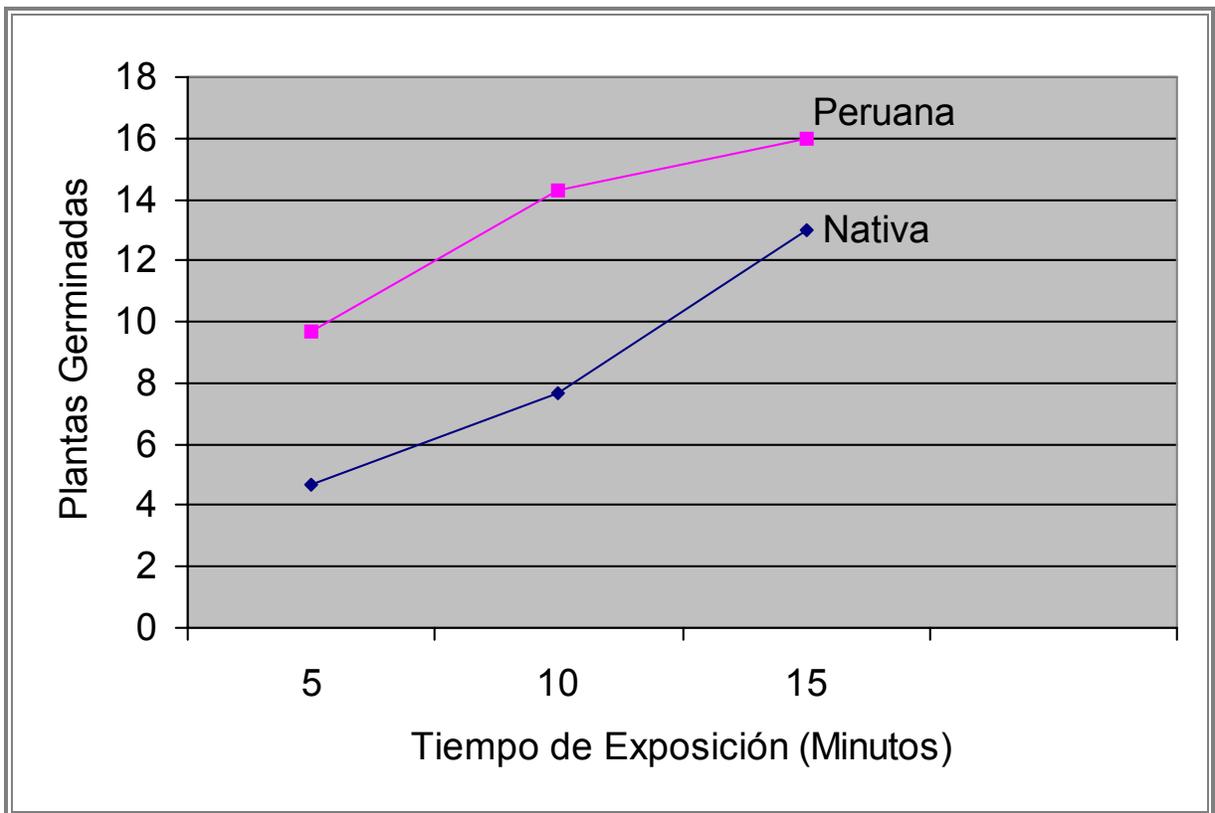


Figura 5. Comportamiento de germinación de las variedades con ácido sulfúrico.

Whiteman y Mendra (1982) en ensayos con semillas de pasto *Brachiaria decumbens* con ácido sulfúrico en tiempos de 0, 5, 10, 15 y 20 minutos de exposición, encontraron que la exposición durante 20 minutos provocó un incremento sustancial en el porcentaje de germinación. Ramos y Romero (1986) trabajando con esta misma especie de pasto, encontraron que la exposición durante 20 minutos al ácido sulfúrico

acarrea un incremento considerable en la germinación de la semilla con relación al testigo. Vora (1986) evaluó la germinación de la semilla de 24 especies arbustivas tratadas con ácido sulfúrico encontrando un incremento significativo en *Leucaena pulverulenta*. Garwood (1986) estudiando el efecto del tratamiento de ácido sulfúrico sobre la germinación de 39 especies, encontró que 6 de ellas fueron estimuladas positivamente, en tanto que 14 fueron afectadas negativamente en su germinación, es decir, que no siempre el tratamiento con ácido sulfúrico va a propiciar efectos positivos sobre la germinación de las semillas de testa dura, sino que puede, en algunos casos, resultar contraproducente.

Las líneas de tendencia en este caso, no muestran interacción entre variedades y tiempos, pudiendo observarse que nuevamente, al igual que en el tratamiento con agua caliente, la variedad Peruana mostró la mejor respuesta al tratamiento con ácido sulfúrico.

CONCLUSIONES

Conforme a los resultados encontrados en los experimentos llevados a cabo, se puede concluir lo siguiente:

1. La variedad Peruana fue la que mostró la mejor respuesta al tratamiento con relación a la variedad Nativa, hecho que quizá pudiera estar influenciado por la edad de la semilla.
2. El tratamiento de la semilla de *Leucaena leucocephala* con agua caliente a punto de ebullición propició un incremento aceptable en la germinación de la semilla cuando se expuso durante periodos de 5, 10 y 15 minutos, resultando suficiente, por lo tanto, la exposición durante 5 minutos.
3. El tratamiento con ácido sulfúrico concentrado dio resultados similares a los obtenidos con agua caliente para ambas variedades, resultando mejor tratamiento durante 15 minutos para ambas, y siendo mejor en su respuesta la variedad Peruana.
4. Como actividad practica y menos riesgosa, el tratamiento con agua caliente parece ser la mejor opción para lograr una buena germinación de la semilla de *Leucaena*, con un tiempo de exposición total de 5 minutos.

LITERATURA CITADA

Amen, D. R. 1968. The concept of seed dormancy. American Scientist. Pp 408-425. USA.

Anónimo. 1984. Leucaena: Promising Forrage and tree Crop for the Tropics. N. A. S. Segunda edición. 115 p. Washington, D. C.

Anónimo. 1988. Colección Enciclopedia de los municipios de México, "Los Municipios de Coahuila", Universidad Nacional Autónoma de México. 120 p. México.

Baltazar, S. G. 1991. Resistencia a las Bajas Temperaturas de Plantas de Leucaena spp. Bajo Condiciones de Laboratorio. Tesis Profesional, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 82 p. México.

Bernal, J. E. 1976. Algunos aspectos de fisiología de semillas forrajeras. Investigaciones Agropecuarias, serie de informes de conferencias, cursos y reuniones. (29):25-27. Maracay, Venezuela.

Bidwell. R. G. S. 1979. Fisiología vegetal. AGT editor. Pp 409-460. México, D. F.

Brewbaker, J. L. 1983. Systematic, Self Incompatibility, Breeding, Systems and Genetics Improvement of *Leucaena* spp. In *Leucaena Research in the Asian-Pacific Region: Proceeding of a Workshop Held in Singapore*. 23 - 26 November 1982. IDRC. 192 p. Ottawa, Ontario, Canadá.

Brewbaker, J. L. 1984. Revision of the Genus *Leucaena* (Mimosoideae Leguminiseae). 5th edition. Meeting International in "Allertonia". 23 p. Ontario, Canadá.

Camacho, M., F. González y M. E. López. 1991. Ruptura de la dormancia de semillas y crecimiento en vivero de Chapulixtle y de dos Huisaches. Simposio Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las plantas útiles de desierto. SARH-INIFAP-UAAAN. México.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1986. *Silvicultura de Especies Promisoras para Producción de Leña en América Central*. Informe Técnico No. 86. 228 p. Turrialba, Costa Rica.

Copeland, I. O. y M. B. McDonald. 1985. *Principles of Seed Science and Technology*. 2nd. Edition. Burges Publishing. Minneapolis, Minnesota. USA.

Delouche, J. 1964. *Latencia de semillas*. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. Mississippi. USA.

Eguiarte, V. J. y C. Rodríguez. 1985. Producción de Forrajes. Memorias del tercer día del ganadero del CEP "Clavellinas". INIP-SARH-UGRT-Gobierno del Estado de Jalisco. 69 p. México.

Eguiarte, V. J., J. Betancourt e I. Herrera. 1986. Potencial Forrajero de la *Leucaena leucocephala* en el Trópico Seco. Centro de Investigaciones Pecuarías del Estado de Jalisco, Campo Experimental "Gilberto Flores Muñoz", Nayarit. 21 p. México.

Esquivel, S. C. 1965. Factores que Afecta la Nodulación de las Leguminosas en los Trópicos. 268 p. Turrialba, Costa Rica.

FAO. s/f. Generalidades de *Leucaena leucocephala*. Folleto divulgativo. 4 p.

Febles, G. 1975. Factores que afectan la germinación II. Factores ocurrentes en el momento o después de la siembra. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 9:197-207. Cuba.

Foroughbakhch, P. y M. Hauad. 1989. Potencial Forrajera de tres Especies de *Leucaena* en el Norte de México: Respuesta a Diferentes Esparcimientos. Reporte Científico No. 12. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares Nuevo León. 31 p. México.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2ª Edición. Instituto de geografía. UNAM. Pp 46-52. México.

Garwood, N. C. 1986. Effects of acid and hot water pretreatments and seed burial on the germination of tropical moist forest seeds. 36(4):479-484. Turrialba, Costa Rica.

Germond, H. 1978. Physiological aspects of seed germination. Seed Science and Technology. 6:625-639. The Netherlands.

Hartmann, H. T. y D. E. Kester. 1976. Propagación de plantas. Compañía editorial Continental. 810 p. México, D. F.

Hartmann, H. T., D. E. Kester y F. T. Davies. 1990. Plant Propagation. Principles and practices. Fifth Edition. Prentice Hall. 810 p. New Jersey. USA.

Humphreys, L. R. 1978. Tropical pastures and fodder crops. Department Agriculture University of Queensland. Pp 57-77. Australia.

Huss D. y E. Aguirre. 1983. Fundamentos de manejo de pastizales. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Pp 181-182. Monterrey, Nuevo León. México.

INIFAP. 1986. Actualización sobre Producción de Forrajes en la Costa del Pacífico. Campo Experimental Pecuario "El Macho", Tecuala, Nayarit. 39 p. México.

International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology. Pp 299-590. The Netherlands.

Jiménez, M. A. 1984. Escarificación, inoculación y peletizado de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Universidad Autónoma de Chapingo. Depto de Zootecnia. Pp 1-21. México.

Johnston, M.E. y R.L. Harty. 1981. Resource of the germination committee working group and tropical and subtropical seed. Seed Science and Technology. International Seed Testing Association (ISTA). Nineteenth International Seed Testing Congress. 9:136-140. The Netherlands.

Khan, A. A. 1977. The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. The Servier/North Holland Biomedical press. Pp 30-50. Holland.

Maguire, J. D. 1976. Advances in Research and Technology of Seeds. Part 2. J. R. Thomson Edition. Center for agricultural publishing and documentation. Pp 7-27. Wageningen, The Netherlands.

Mayer, A. M. y Poljakoff-Mayber. 1975. The germination of seed. 3rd Edition. Pergamon Press, Oxford. Pp 46-65. London.

Morales, V. M., P. H. Graham y R. Cavallo. 1973. Influence of Inoculation Method and Liming of the Soil at Carimagua on the Nodulation of Legumes. 87 p. Turrialba, Costa Rica.

Morris, W. 1975. The heritage illustrated dictionary of the English Language. Mc Graw Editor. New York, USA.

National Academy of Science (N.A.S.). 1977. *Leucaena*: Promising Forage and Tree Crop for the Tropics. 115 p. Washington, D. C.

Nelson, J., A. Jenkins y G.C. Sharples. 1984. Soaking and other seed pretreatment effects on germination and emergence of sugarbeets at high temperatures. *Journal of Seed Technology*. 9(1):79-86. USA.

Oakes, A. J. 1984. Scarification and germination of seeds of *Leucaena leucocephala* (lam) de Wit, *Tropical Agriculture*. 2:4. USA.

Oakes, A. J. 1986. *Leucaena leucocephala*: Description, Culture, Utilization. 114 p. New Delhi, India.

Pancracio, V. B. 1983. Research on *Leucaena* Wood of the Forest Products Research and Development Institute (FPRDI). Philippines. In *Leucaena Research in the Asian-Pacific Region: Proceeding of a Workshop Held in Singapore*. 23 – 26 November 1982. IDRC. 192 p. Ottawa, Ontario, Canadá.

Pennington, T. D. y J. Sarukhan. 1968. Manual para la Identificación de Campo de los Principales Árboles Tropicales de México. Secretaria de Agricultura y Ganadería. 413 p. México, D. F.

Pérez, G. Z. 1979. *Leucaena*, Leguminosa Tropical Mexicana. Uso Potencial. Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo. 98 p. México.

Pollock, B. M. y Vivian. 1986. Post maduración, período de reposo y latencia en semillas. Centro regional de ayuda técnica. Agencia para el desarrollo regional. Compañía Editorial Continental S.A. de C. V. Pp 201-213. USA.

Quero, C. A., V. J. Eguiarte y C. F. Carrete. 1986. Medición de la germinación en tres variedades de *Leucaena* en el norte de Nayarit. Reunión anual de investigación pecuaria en México. INIFAP-SARH. 50 p. México.

Ramírez, A., E. Salazar y J. I. Roa. 1988. Técnicas de multiplicación por semilla de especies forrajeras. Programa de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 40 p. Cali, Colombia.

Ramos, A. N. y C. Romero. 1986. Efecto del almacenamiento y escarificación en la germinación del pasto *Brachiaria decumbens*. Programa de fisiología vegetal. Instituto Colombiano Agropecuario. Pp 66-81. Colombia.

Roberts, E. H. 1972. Dormancy: a factor affecting seed survival in the soil. Viability of seeds. Roberts Editor. Chapman and Hall. Pp 321-359. London.

Robles, A. C. 1990. Leucaena: Árbol de Uso Múltiple (Estudio de Caso en el Oriente del Estado de Morelos). Tesis Profesional, Universidad Autónoma de Chapingo. 98 p. México.

Rojas, G. M. 1979. Fisiología vegetal aplicada. 2da. Edición. Mc Graw Hill. Pp 186-190. México, D. F.

Sánchez, A. R., F. Carrete, J. Eguiarte y A. Quero. 1985. Comparación de Cuatro Alturas de Corte en la Producción de Forraje de Leucaena en el Trópico Seco. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria. INIP-SARH-UNAM. 147 p. México.

Tran, V. N. y A. K. Cavanagh. 1984. Structural aspects of dormancy. Seed Physiology. Volume 2. David R. Murray Editor. Academic press. Pp 1-75. New South, Wales.

Villiers, T. A. 1975. Dormancy and the survival of plants. The Institute of Biology. Núm. 57. Printed in Great Britain by Butler and Tamner Ltd. Pp 1-68. Rome and London.

Vora, S. R. 1989. Seed germination characteristics of selected native plants of the lower Rio Grande Valley, Texas. *Journal of Range Management*. 42(1):36-40. USA.

Whiteman, P. C. y K. Mendra. 1982. Effects of storage and seed treatments on germination of *Brachiaria decumbens*. *Seed Science and Technology*. 10:233-242. The Netherlands.

A P E N D I C E

Experimento 1. Agua caliente.

Análisis Estadístico

No. Tratamiento	Tiempo (minutos)	Variedad	BLOQUES			Σ Trats. Xij.	ξ Trats.
			I	II	III		
1	5	Nativa	6	3	4	13.0	4.3
2	10	Nativa	1	0	4	5.0	1.6
3	15	Nativa	3	2	1	6.0	2.0
4	5	Peruana	15	15	15	45.0	15.0
5	10	Peruana	13	14	15	42.0	14.0
6	15	Peruana	16	17	13	46.0	15.3
Σ por Bloque X..R			54.0	51.0	52.0	157.0	
ξ por Bloque			9.0	8.5	8.6	X...	

Calculo de la interacción Tiempo / variedad

Variedad	Tiempo (minutos)			Σ por Variedad Xi..
	5	10	15	
Nativa	13.0	5.0	6.0	24.0
Peruana	45.0	42.0	46.0	133.0
Σ por Tiempo	58.0	47.00	52.00	157.0

Promedios en Base a la Unidad Experimental

Variedad	Tiempo (minutos)			ξ_i
	5	10	15	
Nativa	4.3	1.7	2.0	2.67
Peruana	15.0	14.0	15.3	14.76
ξ_j	9.65	7.85	8.65	8.76

Cuadro de Análisis de Variación

Causas de Variación		G. L.	S. C.	C.M.	F Calc.	F.05	F.01
Bloques	$n - 1$	2	0.8				
Tratamientos	$ab - 1$	5	675.6	135.12	64.3	3.11	5.06
Factor A	$a - 1$	1	660.0	66.0	314.3	4.75	9.33
Factor B	$b - 1$	2	10.1	5.05	2.4	3.88	6.93
Inter. A x B	$(a-1)(b-1)$	2	5.1	2.75	1.31	3.88	6.93
Error	$(ab)(n-1)$	12	25.2	2.21			
Total	$abn - 1$	17	701.6				

Variedades	A	2
Tiempo Exposición	B	3
Repeticiones	n	3

Experimento 2. Ácido sulfúrico.

Análisis Estadístico

No. Tratamiento	Tiempo (minutos)	Variedad	BLOQUES			Σ Trats.	ξ Trats.
			I	II	III	Xij.	
1	5	Nativa	6	2	6	14.0	4.7
2	10	Nativa	6	9	8	23.0	7.7
3	15	Nativa	13	13	13	39.0	13.0
4	5	Peruana	9	10	10	29.0	9.7
5	10	Peruana	14	13	16	43.0	14.3
6	15	Peruana	15	16	17	48.0	16.0
Σ por Bloque X..R			63.0	63.0	70.0	196.0	
ξ por Bloque			10.5	10.5	11.7	X...	

Calculo de la interacción Tiempo / variedad

Variedad	Tiempo (minutos)			Σ por Variedad
	5	10	15	Xi..
Nativa	14.0	23.0	39.0	76.0
Peruana	29.0	43.0	48.0	120.0
Σ por Tiempo	43.0	66.0	87.00	196.0

Promedios en Base a la Unidad Experimental

Variedad	Tiempo (minutos)			ξ_I
	5	10	15	
Nativa	4.7	7.7	13.0	8.5
Peruana	9.7	14.3	16.0	13.3
ξ_j	7.2	11.0	14.5	10.9

Cuadro de Análisis de Variación

Causas de Variación		G. L.	S. C.	C.M.	F Calc.	F.05	F.01
Bloques	$n - 1$	2	5.5				
Tratamientos	$ab - 1$	5	279.1	55.8	39.3	2.69	4.16
Factor A	$a - 1$	1	107.6	107.6	75.8	4.75	9.33
Factor B	$b - 1$	2	161.5	80.8	56.9	3.88	6.93
Inter.. A x B	$(a-1)(b-1)$	2	10.0	5.0	7.04	3.88	6.93
Error	$(ab)(n-1)$	12	17.2	1.42			
Total	$abn - 1$	17	301.8				

Variedades	A	2
Tiempo Exposición	B	3
Repeticiones	n	3

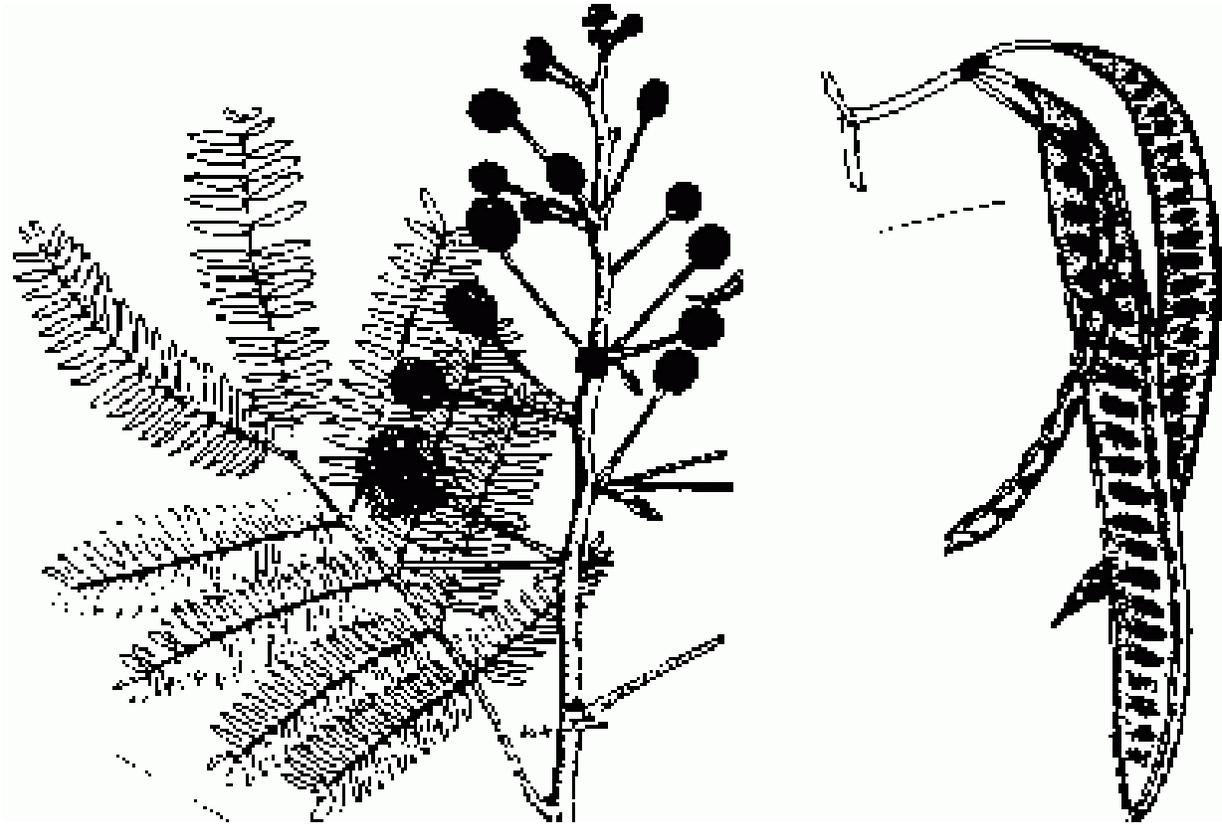


Figura de *Leucaena leucocephala* representando las hojas, la flor y vainas con semilla.

