

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



Escarificación térmica de semilla de dos variedades de Leucaena leucocephala (lam.) de wit. a cinco tiempos de inmersión en agua caliente.

**Por:
MAGUELI MAGDIEL MORALES VELÁZQUEZ**

TESIS

**Presentada como requisito parcial para
Obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Marzo de 2007**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

Escarificación térmica de semilla de dos variedades de Leucaena leucocephala (lam.) de wit. a cinco tiempos de inmersión en agua caliente.

POR:

MAGUELI MAGDIEL MORALES VELAZQUEZ

TESIS

Que se somete a consideración el H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**APROBADA
PRESIDENTE DEL JURADO**

M.C. MANUEL TORRES HERNÁNDEZ

SINODAL

SINODAL

Ing. JOSÉ A. DE LA CRUZ BRETON

M.C. ENRIQUE ESQUIVEL GUTIERREZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Ing. RODOLFO PEÑA ORANDAY

Buenavista, Saltillo, Coahuila; México.
Marzo de 2007

DEDICATORIAS

A DIOS NUESTRO SEÑOR...

Por darnos la vida y muchas bendiciones, por darme la virtud de ser Agrónomo.

A MI MADRE...

ELIA VELÁZQUEZ DOMÍNGUEZ. Por darme la vida, por que en los buenos y malos momentos siempre estas conmigo mamá. Por el apoyo tan grande que me brindas en cada momento de mi vida, por enseñarme a salir adelante. Este logro te lo dedico a ti con amor y cariño, le pido a Dios te cuide y te bendiga siempre.

A MI PADRE...

ADAN MORALES LÓPEZ. Por haberme instruido en cosas de la vida, por ser un buen amigo y un buen padre, porque me has enseñado a enfrentar las cosas difíciles de la vida, por tu grandioso apoyo en el transcurso de mi carrera. Este logro te lo dedico con amor y cariño, le pido a Dios te cuide y te bendiga siempre.

A MIS HERMANOS...

ARACELI Y AYMER. Por ser mis mejores hermanos por su comprensión y por el apoyo que me brindaron en mi carrera. ¡Dios cuide de ustedes y de su amable familia!

A MIS ABUELOS...

CARLOS VELAZQUEZ RECINOS⁽⁺⁾, LEONOR DOMINGUEZ GARCIA⁽⁺⁾, PRUDENCIO MORALES MORALES⁽⁺⁾, por los consejos, por todo el amor y el cariño que me brindaron ¡Gracias Abuelitos! Dios les bendiga. Especialmente, con

dedicatoria a mi abuelita MARÍA LÓPEZ VÁZQUEZ, por sus grandes consejos, su ternura, por ser una mujer admirable ¡Dios te Bendiga Mamita!

A MI FAMILIA...

Con dedicatoria, a los que integran mi gran familia ¡Dios les Bendiga!

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO SEÑOR...

Gracias Dios por cuidar siempre de mí y de los que me rodean, porque a cada paso que doy siempre ilumina mi camino y en mis tropiezos me hace aun más fuerte, Gracias por darme la vida.

A MI ALMA TERRA MATER...

A mi H. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, por ser una fragua de espíritus y forjadora de generaciones que me formo como profesionista. ¡Gracias, Alma Terra Mater!

A MI FAMILIA...

A todos los que forman parte de mi gran familia: Tíos, Tías, Primos, Primas, Sobrinos, Sobrinas, muchas gracias por su valioso apoyo, de todo corazón le pido a Dios que les bendiga. ¡Gracias Por ser mi familia!

A MIS MAESTROS...

Porque enseñar, que es lo más bello y honroso del mundo, gracias por contribuir con la formación de profesionistas.

Al M.C. MANUEL TORRES HERNANDEZ, Por compartir sus conocimientos y generar información muy valiosa de leucaena, Gracias por la atención, paciencia y el gran apoyo que me brindo para llevar acabo la realización de esta tesis, así como también por su valiosa amistad, por los consejos y por ser un buen amigo!

Muchas Gracias M.C. MANUEL TORRES! Dios le Bendiga a usted y a su amable familia.

Al M.C. ENRIQUE ESQUIVEL GUTIERREZ. Por la amistad y confianza que ha brindado, como también por el apoyo brindado en la realización de este proyecto ¡Gracias M.C. Enrique Esquivel!

Al Ing. JOSE A. DE LA CRUZ BRETON, y a la Q.F.B. CARMEN PEREZ MARTINEZ por el apoyo brindado en la realización de este proyecto, como también en la colaboración para llevar acabo la revisión de la tesis ¡Muchas Gracias!

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS...

Por compartir grandes momentos, ya que el mundo es fuerte y bello por los amigos, les agradezco por su gran apoyo brindado en el transcurso de mi carrera como en el transcurso de mi vida. Gracias amigas y amigos. Especialmente agradezco a las personas que han colaborado con la realización de este trabajo ¡Muchas Gracias Amigas y Amigos!

INDICE DE CONTENIDO

VII. ANEXOS	INDICE DE CUADROS	36
	INDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN		iii
I. INTRODUCCIÓN		1
Objetivos		2
Objetivo general		2
Objetivos específicos		2
Justificación		3
Hipótesis		3
II. REVISIÓN DE LITERATURA		4
Concepto de latencia		5
Clasificación de latencia		6
Métodos para superar la latencia		8
Concepto de semilla		10
Calidad de las semillas		12
Causas de latencia en semillas		12
Latencia en semillas		13
Importancias de las leguminosas en el trópico		14
Descripción botánica de la especie		15
Usos de la leucaena		17
Leucaena leucocephala: un árbol versátil fijador de nitrógeno		18
Cultivo de la leucaena leucocephala		20
III. MATERIALES Y MÉTODOS		21
Localización		21
Materiales empleados		22
Procedimiento experimental		23
Siembra		25
Diseño experimental		26
Variables evaluadas		26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		27
Resultados		27
Experimento 1		27
Experimento 2		28
Discusión		29
V. CONCLUSIONES		32
VI. LITERATURA CITADA		34

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2: Número de semillas germinadas en las variedades Peruana y Nativa de <i>Leucaena leucocephala</i>	27
Cuadro 3: Promedio de semillas germinadas en la variedad Peruana	37
Cuadro 4: Promedio de semillas germinadas en la variedad Nativa	38

Cuadro 1: Clasificación taxonómica de <i>Leucaena leucocephala</i>	17
--	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Semilla de Leucaena	11
Figura 2: Invernaderos de la UAAAN lugar donde se llevó acabo el proyecto de investigación	21
Figura 3: Semillas de leucaena. En mal estado (izquierda) y seleccionadas (derecha)	22
Figura 4: Total de semillas germinadas en cada tratamiento en las dos variedades evaluadas	31
Figura 5: Promedio de semillas germinadas en la variedad Peruana	37
Figura 6: Promedio de semillas germinadas en la variedad Nativa	38
Figura 7: temperaturas al momento de la inmersión en agua caliente de las semillas de Leucaena leucocephala	39
Figura 8: proceso de germinación variedad Nativa	40

RESUMEN

Con el propósito de evaluar el mejor tratamiento térmico para romper la latencia y acelerar la germinación de la de la semilla de la leguminosa *Leucaena leucocephala* (lam) de Wit, se condujeron dos experimentos en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. En el experimento 1 se evaluó la variedad Peruana cosechada en el Estado de Yucatán, México, y en el experimento 2 se evaluó la variedad denominada Nativa cosechada en la Ciudad de Saltillo, Coahuila, México. Bajo un diseño de bloques al azar en ambos casos, se utilizaron cuatro tratamientos (tiempos de inmersión en agua caliente) con 3 repeticiones por tratamiento (Olivares, 1993), siendo los tratamientos de inmersión en agua caliente a 92^oC iniciales por 5, 10, 15 y 20 minutos, constituyéndose cada repetición por 5 semillas, es decir, 15 semillas por tratamiento.

En el experimento 1(Peruana) el análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos de germinación ($P \leq 0.01$), resultando mejor el tratamiento de inmersión por 20 minutos con un total de 14 semillas germinadas, equivalente al 93.33 % y con una media de 4.667, en tanto que los tratamientos de inmersión por 5, 10 y 15 minutos resultaron similares entre sí ($P \geq 0.05$) con valores de 5 (33.33%), 7 (46.66%) y 9 (60.0%) en semillas germinadas.

En el experimento 2 (Nativa) los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \geq 0.05$), con valores de 7 semillas total germinadas (46.66%), en los tratamientos de inmersión de 15 y 20 minutos respectivamente, en tanto que los tratamientos 1 y 2 (inmersión por 5 y 10 minutos) alcanzaron un valor de 5 semillas germinadas (33.33%) en cada uno de ellos. Se observa que en ambos experimentos, el tratamiento de inmersión por un lapso de 20 minutos mostró la mejor respuesta, seguido por el tratamiento de 15 minutos de inmersión.

Con fundamento en estos resultados, se llegó a la conclusión de que el tratamiento de escarificación térmica de la semilla de *Leucaena leucocephala* mediante la inmersión en agua caliente propicia una alternativa viable para acelerar la germinación, siendo además, un método práctico y de fácil aplicación, Así mismo, se evidencia que al parecer, cada variedad de esta planta forrajera responde de manera particular al tratamiento de escarificación aplicado.

Palabras clave: Latencia, Escarificación, Térmica, Variedades, *Leucaena leucocephala*, Inmersión, Germinación.

INTRODUCCIÓN.

En México el clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel medio del mar), la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua.

Esta precipitación se refleja en una gran variabilidad climática que se manifiesta en épocas y áreas en las cuales la producción animal se ve abatida por la falta de agua y/o por las bajas temperaturas que inhiben la producción de forraje.

Para la alimentación animal, se recurre frecuentemente a la utilización de alternativas que permiten por un lado resolver la problemática del déficit de forrajes en las épocas críticas, generalmente invierno y verano donde la alimentación de los animales significa un verdadero reto para mantener la

producción y por otro reducir los costos de producción y obtener ganancias económicas aceptables.

Las plantas forrajeras disponibles para solventar esta problemática son principalmente pastos introducidos y comúnmente manejados bajo sistemas de riego, sin embargo, se dispone también de leguminosas forrajeras que bien manejados pueden coadyuvar a la producción animal.

Una de estas leguminosas es la *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. arbustiva de buen nivel nutricional, pero cuya semilla presenta un alto grado de latencia que dificulta su germinación y propagación masiva.

La latencia es una protección natural, que permite a la semilla sobrevivir al estrés del medio ambiente tal como sequías o temperaturas extremas, que regularmente aparecen después de la formación de la semilla en la planta. Aún cuando los mecanismos de la latencia varían considerablemente, entre las diferentes especies de plantas, representa una barrera para la germinación, por lo que se han encontrado muchas maneras artificiales para romper la latencia de semillas.

Objetivos:

Objetivo general.

Evaluar si a través de la escarificación se puede disminuir su latencia y acelerar la germinación de la semilla de *Leucaena leucocephala*.

Objetivos específicos.

Buscar con los tratamientos de escarificación térmica obtener un mayor número de semillas germinadas.

Determinar el tratamiento; tiempo de inmersión más adecuado y práctico para la escarificación de la semilla de *Leucaena leucocephala*.

Justificación

Proporcionar una solución al problema de siembra de semillas de leucaena.

Hipótesis

Al sumergir la semilla de *Leucaena leucocephala*, en agua caliente, se rompe la latencia y se acelera la germinación, variando el porcentaje de germinación con el tiempo de inmersión.

REVISIÓN DE LITERATURA.

La flora de la república mexicana es rica en leguminosas forrajeras y aún cuando son numerosas las especies de esta familia en las regiones áridas, semiáridas y templadas, la mayor diversificación se encuentra en la región tropical (Peralta et al, 1987). La gran variedad de especies leguminosas forrajeras nativas presentes en México se debe, en parte a la diversidad existente de climas y suelos. El potencial de estas leguminosas, sin embargo, no ha sido adecuadamente explotado.

Uno de los principales problemas para el establecimiento de leguminosas forrajeras es la latencia de semillas, la cual ha sido señalada como resultado de un exceso de inhibidores del crecimiento sobre las sustancias estimulantes, o por la presencia en la semilla de cutícula impermeable al agua y al oxígeno causando irregularidad en la germinación (Cruz, 1983).

Así mismo, la latencia puede ser considerada como la incapacidad de la semilla para germinar bajo condiciones normales de imbibición, temperatura y oxigenación. De esta manera, la latencia en semillas es frecuentemente definida como un estado de suspensión o reducción considerable de la actividad fisiológica; generalmente, este es un período transitorio, el cual puede ser relativamente largo, pudiendo ocurrir cambios metabólicos a medida que va disminuyendo la latencia (Come, 1980-1981). Se ha observado que la escarificación de las semillas disminuye su latencia y acelera la germinación de las mismas, independientemente del método utilizado. Algunos autores (Chaccur, 1986, Bengé, 1981, Anónimo, 1979) recomiendan la técnica de escarificación térmica para el establecimiento de algunas leguminosas. La escarificación térmica es fácil de usar por el productor y su costo es reducido (González y Ortega, 1986)

Concepto de 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).

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

Sin embargo estos autores (Villers 1975; Copeland y McDonald 1985; Delouche 1964; Amen 1963; Tran y Cavanagh 1984 y Germond 1978) coinciden en definir el término *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.

De esta manera parte de la población de semillas, puede evadir periodos estresantes como sequías prolongadas, inundaciones, heladas, fuegos no controlados, plagas, enfermedades, etc. Puesto que, 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).

En este sentido los autores Bernal 1976; Norman 1960; Tran y Cavanagh 1984 y Delouche 1964, han descrito las desventajas de la semilla latente, bajo lo siguiente.

El grado de latencia varía dentro del lote de semillas lo que crea dificultades en el ensayo de emergencia, debido a que cada semilla a tenido un historial diferente, lo que ocasiona diferente intensidad de latencia, asimismo, el establecimiento del cultivo no es uniforme, lo cual crea dificultades en la aplicación de prácticas agronómicas. Además contribuye a la longevidad de malezas y presencia de plantas espontáneas, incrementando así los esfuerzos de desmezcles.

Clasificación de latencia.

A través del tiempo han surgido varias clasificaciones, lo cual ha dado a teorías, hipótesis y modelos de los principios que inducen la teoría (Carvajal, 1993).

Khan (1997), 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, Pollack y Vivian, (1986) reportan que se han identificado más de 120 sustancias químicas que actúan como inhibidores de la germinación. Asimismo estas observaciones incluyen cambios en el contenido de hormonas, en los que se encuentran involucrados principalmente las giberelinas, citocinas y diferentes inhibidores, como el ácido abscisico, compuestos fenólicos, etc. Siendo otras observaciones, también, la forma activa versus, la forma inactiva del fitocromo. Los cambios en las vías oxidativas, y los cambios moleculares.

Otra clasificación de latencia, es mencionada por (Copeland y McDonald 1985), como latencia primaria y secundaria. Para dichos autores, 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. También consideran, que la latencia primaria puede ser exógena, si se debe a las propiedades de la cubierta, o endógena si se presenta a causa del embrión.

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 proporciona 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 le sean favorables). En especies forrajeras, las temperaturas demasiado altas o muy bajas para la germinación inducen latencia secundaria, igual que la baja presión de Oxígeno y alta presión de bióxido de carbono.

Otra clasificación 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 químicas, térmicas, renovación de inhibidores, etc.) y la última fase es de aptitud para la germinación.

Amen (1968), en atención de la composición química de la semilla, la clasifica en albuminosas y no albuminosas, indica que en las primeras, la latencia se encuentra influenciada por inhibidores de la germinación mediante bloqueo hormonal el cual regula la hidrólisis de los almidones y proteínas en el endospermo. En semillas no albuminosas, cuando la latencia existe, es debido por lo general, a impermeabilidad o dureza de las cubiertas.

Métodos para superar la latencia.

Algunos autores, como Roberts (1972); Jiménez (1984); Bernal (1976); Copeland y McDonald (1985); Stidhan et al (1980), e ISTA (1985), 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, removiendo asimismo, la restricción

mecánica. El método consiste en refregar, dañar o frotar las semillas con superficies abrasivas, como lija, piedra, carbonato de silicio, etc. Asimismo, la semilla puede ser golpeada con un martillo, taladro o dentro de una revolvedora 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 mecánica, se ha desarrollado en escala comercial en semillas de *Medicago*, *Melilotos*, *Leucaena*, *Bactisia*, *Centrosema*, *calopogonium*, *desmodum*, *Glicine*, *Stylosanthes* y *pueraria*.

Khan (1977), informa que al escarificar la semilla puede haber otros cambios, como por ejemplo, el incremento a la sensibilidad a la luz y temperatura, asimismo, la permeabilidad a gases, los cuales pueden tener un significado en el metabolismo y como consecuencia en la germinación.

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. En gramíneas forrajeras, el ácido disuelve la lemma y la pálea del cariósido 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)

Por otro lado, *la escarificación con agua* es también una de las técnicas más ampliamente usadas. 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 ambiente. Apunto de ebullición se usa en leguminosas forrajeras tropicales con testa dura.

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

El ácido giberélico, se usa para la latencia fisiológica ocasionada por los requerimientos de luz y temperatura. Este actúa en la inducción de enzimas de los cromosomas; también activa enzimas que intervienen en la movilización de las reservas. El ácido abscisico contrarresta el efecto de las giberélinas. Las citocininas, cuyos productos comerciales son la benciladenina, cinetina, tiurea y difenilurea, contrarresta el efecto de las giberélinas dejando funcionar a la giberélica. El etileno es de ocurrencia natural, promueve la germinación. El nitrato de potasio, se usa por lo general en zacates de clima templado, aunque no se conoce bien su acción.

Concepto de Semilla.

Delorit (1983), define a la semilla como un óvulo maduro que consiste en una planta joven durmiente y una provisión de alimentos, encerrados ambos por la cubierta de la semilla.

Moreno (1996), considera que en términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas. (Fig.1)



Fig. 1. semillas de Leucaena

Botánicamente, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutricio y protegido por el epispermo. Besnier (1989), define a la semilla como unidad de diseminación y reproducción sexual de las plantas superiores, procedentes del desarrollo de los óvulos de sus flores. Están compuestas de uno o varios embriones, reservas nutritivas y una o varias capas

protectoras originadas a partir de los tegumentos del óvulo, del ovario, de los tejidos de otras partes de la flor, e incluso, de la inflorescencia.

Metcalf (1976); Marroquín et al. (1981) y Felfoldi (1983), coinciden en definir a las semillas forrajeras como las espiguillas con lema y palea incluyendo una cariósida (*Panicum coloratum* y *Chloris gayana*); flósculos bisexuales con lema y palea, sin aristas, que contengan cariósida (*Cenchrus ciliaris* y *Dichanthium aristatum*); flósculos bisexuales inferiores sin arista, con cariósida y sin los flósculos masculinos estériles.

Calidad de Las Semillas

De acuerdo al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1991), la calidad de las semillas es el conjunto de cualidades fisiológicas, genéticas, físicas y sanitarias, que dan su capacidad para dar origen a plantas productivas.

Thomson (1979), menciona que los principales parámetros que determinan la calidad de la semilla son la pureza física, la calidad genética, el poder germinativo y vigor, la homogeneidad del lote, la latencia, el estado fitosanitario y el contenido de humedad.

Causas de Latencia en Semillas.

El hecho de que las semillas aparentemente maduras no germinen puede deberse a un factor o una combinación de factores (Weaver, 1996). Las causas principales del letargo de las semillas son:

Embriones rudimentarios, embriones fisiológicamente inmaduros, cubiertas o integumentos de semillas mecánicamente resistentes, cubiertas impermeables de semillas, presencia de inhibidores de la germinación.

Según Curtís y Clark, citados por Ayerza (1981), las causas de la latencia son: Impermeabilidad de las cubiertas, impermeabilidad al oxígeno, bajas temperaturas después de las cosechas, luz, inmadurez de los embriones.

Clasificación de las causas de la latencia de acuerdo a Nikolaeva (1977). Latencia por cubierta de la semilla, latencia morfológica, latencia interna, latencia doble y latencia secundaria.

Latencia de semillas.

Se entiende por latencia o dormancia al estado en el cual una semilla viable no germina aunque se la coloque en condiciones de humedad, temperatura y concentración de oxígeno idóneas para hacerlo. De la latencia se deduce, que las semillas pueden mantener su viabilidad durante largos períodos de tiempo. Gracias a ello, las semillas sobreviven en condiciones desfavorables y adversas, aunque no indefinidamente.

Las semillas no germinan porque las condiciones no son las más apropiadas para ello (latencia impuesta) las semillas no germinan, aunque se encuentren en un ambiente favorable, al existir ciertas condiciones propias de la semilla que se lo impiden (latencia innata). Este segundo mecanismo es el que, generalmente, se entiende como latencia de semillas.

Uno de los factores que pueden limitar el establecimiento es el letargo de la semilla, y Muchas Semillas de especies tropicales lo presentan debido a su testa dura y a su impermeabilidad lo que retarda e impide la germinación sin embargo esta puede promoverse mediante la escarificación ya sea química o mecánica (Ceja Chacur, 1986)

El otro factor que puede ser limitante de un buen establecimiento es la profundidad de siembra que dependerá del tamaño de la semilla y del tipo de suelo básicamente, por lo que es importante generar información al respecto.

Importancia de las leguminosas en el trópico

La importancia de las leguminosas en el trópico es muy grande debido, a su alta calidad nutritiva, que mejora la producción animal, así como también las leguminosas tienen la gran capacidad para fijar nitrógeno al suelo.

La *Leucaena leucocephala* la cual se le considera de mayor importancia debido a su fácil adaptación a una gran variedad de ambientes tropicales, crecen en suelos arcillosos, pedregosos o erosionados y con buena o deficiente humedad, debido que su sistema radicular alcanza gran profundidad para extraer agua y nutrientes,

aún durante el periodo de sequía, cuando la mayoría de las plantas han reducido o suspendido su producción (Flores, 1983).

Sus semillas deben escarificarse al ser plantadas para obtener una máxima y uniforme germinación. El método más simple es con agua caliente (Benge, 1981)

Su semilla es aplanada, de color café oscuro, variado tamaño y sumamente dura. Su propagación puede hacerse por semillas o por estacas, pero esta última es poco recomendable, ya que producen pocas raíces (Flores 1983).

La importancia de la *Leucaena radica* en que tiene arios usos; como son 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). 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 a la tierra.

El problema que presenta la *Leucaena* es la semilla, una vez sembrada, no germina, aún cuando las condiciones favorables (suelo, temperatura y humedad), es decir presenta latencia, debido a que la testa ó cubierta de la semilla presenta impermeabilidad al agua, es por eso que la *Leucaena* presenta semilla 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 (Anónimo, 1979).

Descripción Botánica de la especie

Según Yates, et al. (1975) es un arbusto siempre verde o árbol de 5 a 20 m de altura según la variedad. Posee hojas bipinnadas de 15 a 20 cm. de largo, con 4 a 10 pares de pinas, cada una, con 5 a 20 pares de folíolos con 7 a 15 mm. de largo y 3 a 4 mm. de ancho. Numerosas flores blancas se agrupan en capítulo globular de 1,5 a 3,0 cm. de diámetro, siendo de amplia auto polinización. Los frutos son vainas, planas, de 12 a 18 cm. de largo y 1,5 a 2,0 cm. de ancho, conteniendo 15 a 30 semillas. Sus semillas son elípticas, achatadas, brillantes, de coloración café, con 6 a 8 mm. de largo y 3 a 4 mm. de ancho (según la variedad, puede variar el tamaño).

La *Leucaena* es un arbusto de raíces profundas y decididamente resistentes a las sequías; mantiene sus hojas verdes durante los periodos secos. Este arbusto de ramoneo, proporciona sombra pero no excluye la luz del sol por lo que gramíneas tolerantes de la sombra como guinea y panizo verde, pueden crecer asociado a la *Leucaena*. Asimismo en virtud de su altura es difícil que estos arbustos sean dominados por las gramíneas. La leucaena es una planta muy vigorosa y bajo condiciones húmedas producen extremadamente altos rendimientos de materia seca (MS) con un promedio de contenido de proteína cruda (PC) de 20 a 25%. Sus hojas y pequeños pedazos de ramas de ¼ de pulgada (6mm) de grueso son bien aceptados por el ganado. Durante el primer año las plantas son consumidas cuando han alcanzado una altura de 2 a 3 pies (0.6 a 0.9 m.) y luego se dejan descansar para que se recuperen. En años posteriores se requerirán que sean consumidas en forma más intensa en ciertos

momentos, para mantener los arbustos bajo control. Su poda es necesaria si los arbustos se tornan leñosos. El uso de esta planta se recomienda para los rumiantes ya que contiene un alcaloide llamado *mimosina* que produce la caída del pelo de los caballos y de los cerdos. No es recomendable para ganado ovino.

La semilla de leucaena debe ser sembrada en tierra preparadas después de la iniciación de la temporada de lluvias. Idealmente debe ser sembrada en hileras con separación de 4 pies (1.2mts.) entre ellas y la cantidad de semillas es de 2 a 4 libras por acre (2.2 a 4 .4 Kg./ Ha.). Una vez que los arbustos han quedado establecidos se pueden sembrar gramíneas entre sus hileras (Yates et al., 1975). Su clasificación taxonómica es como se ilustra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Leucaena leucocephala*.

Reino	Vegetal
División	Embriophyta
Subdivisión	Fanerógamas
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotiledónea
Orden	Rosales
Tribu	Mimoseae
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Mimosoideae
Género	<i>Leucaena</i>
Especie	<i>Leucocephala</i> (lam de Wit)

(Fuente: Robles, 1990).

Usos de la leucaena.

Madera. Surgen “Bosques instantáneos” cuando las leucaenas son bien trasplantadas, con protección de toldo en 3 meses. Pueden crecer a una altura adulta de 13 a 18 m. en 3 a 5 años.

Leña. Es una especie muy apreciada como fuente de leña y producción de carbón, su fibra de madera tiene un valor calorífico de 4200 a 4600 kcal/kg, y rendimientos entre 30 a 40 m³/ha/año de leña.

***Leucaena leucocephala*: un árbol versátil fijador de nitrógeno.**

Entre cerca de 700 árboles que ahora son conocidos como fijadores de nitrógeno, ninguno es más versátil que la *Leucaena leucocephala*. Esta leguminosa de las tierras bajas tropicales americanas circundó el globo hace 4 siglos. En América Latina sirvió como fuente alimenticia (frijoles). Ahora sirve en todo el mundo como una fuente de leña y carbón, pulpa para papel y rayón, hojas para forraje y fertilizante, madera para construcción, muebles, postes y embalajes, sombra para árboles como el café y el cacao, semillas para artesanías, y goma para pegas (Hoja informativa, una guía útil para los árboles de uso múltiple FACT, Enero 1998).

La *Leucaena leucocephala* tiene un historial de algunos nombres botánicos, incluyendo *L. glauca* y *L. latisiliqua*. Estaba ampliamente difundida en México y Centro América al momento de la llegada de los españoles en 1520, y para finales del siglo, había viajado en sus galones a las Filipinas. De allí se difundió por el Mundo como sombra para el café y como leña y árbol de forraje. Sólo una variedad existió en el mundo antes de los años 1950s, el arbusto “común” tipo semiloso en la subespecie *leucocephala*. Existen malas nominaciones y sólo añaden confusión; por ejemplo: el tipo “Hawaiano” no es de Hawai, el tipo “Perú” no es de Perú, el tipo “Salvador” no es de El Salvador. (Revista Source F/Fred, 1992)

Las especies varían ampliamente de pequeños arbustos a hermosos árboles (20 mts. de altura por 40 cm. de ancho). Las hojas tienen de 20 cm. de largo y son compuestas bipinnadamente. Las flores son blancas y en mazos de cerca de 15 flores. Es completamente auto fértil y rara vez se cruza, lo que lo hace muy semiloso, con 4 a 10 vainas por ramo. Las vainas color café cuelgan verticalmente con cerca de 15 semillas por vaina. Hay de 10, 000 a 20, 000 semillas por kilogramo. Pocos países carecen de un nombre especial para esta especie y sus parientes. “Guaje” (español) y “huaxin” (Zapoteca), son la base para el nombre del estado de Oaxaca, México, cerca de su origen. Otros nombres incluyen “koahaole” (Hawai) “tangantangan” (Islas del Pacífico), “ipilipil” (Filipinas); “lamatoro” (Indonesia); “yin hue whan” (China), “subabul” o “kababul” (India) y “leucaena” (Internacional), están entre los mejor conocidos (Revista Source F/Fred, 1992)

Etimología: *Leucaena*, del griego *leuko* = blanco, aludiendo al color de sus flores. *leucocephala*, igualmente del griego *leuko* y *cephala* = cabeza, aludiendo a sus flores en cabezuelas de color blanco.

Descripción: Arbolito o arbusto que puede alcanzar 6 a 8 m. de altura, con las ramillas jóvenes pubescentes. Hojas bipinndas, con el pecíolo de 3,5 a 5 cm. de largo, con una glándula en la base del par de pinnas inferiores y el raquis de 7 a 13 cm. de longitud; pinnas de 4 a 8, cada una con 13 a 15 pares de foliólulos oblongo-lanceolados, asimétricos, agudos, de 11-18 x 3-4 mm. Flores en capítulos globosos, sobre pedúnculos de 3,5-4 cm. de largo. Tienen el cáliz 5-dentado y la corola con 5 pétalos libres; androceo con 10 estambres blanquecinos, exertos. Frutos solitarios o en grupos, dehiscentes, aplanados, glabros, lineares, de 11-30 cm de largo, de color pardo. Semillas de ovadas a elíptico-oblongas, de 7-11 mm de longitud, de color marrón o negruzcas, con una aréola central alargada.

Cultivo de la *Leucaena leucocephala*

Se multiplica con facilidad por semillas. Planta rústica de rápido crecimiento que vegeta bien en multitud de situaciones, ideal para repoblar zonas marginales, ya que se va multiplicando ella sola con rapidez, llegando incluso a convertirse en una mala hierba. Es planta forrajera para ganado Bovino

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización.

El presente trabajo se realizó en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Fig.2) localizados en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Las coordenadas geográficas de la “UAAAN” son: 25° 22’ de latitud Norte, 101° 11’ latitud Oeste. Los msnm son de 1723mts. Temperatura media anual es 19.8 °c, precipitación media anual es de 293.5 mm. Con régimen de lluvias de Junio a Octubre, Clima muy seco, semicálido con invierno fresco extremo (García, 1973).



Fig.2 Invernaderos de la “UAAAN”, lugar donde se llevó acabo el proyecto de investigación.

Materiales empleados.

Se utilizaron 8 mayas (pantimedias) de nylon para colocar las semillas y sumergirlos al agua en ebullición, un termómetro de mercurio con la capacidad de 110°C para medir la temperatura del agua en ebullición, se utilizó una estufa de termostato para calentar el agua hasta llegar al punto de ebullición, un recipiente de peltre con 2.5 Lts. de agua en la cual fueron sumergidas las semillas, y un cronometro para medir el tiempo de inmersión de las semillas.

De la misma manera se utilizaron 120 vasos desechables térmicos de 10 oz, para llevar acabo la siembra de las semillas. Se utilizó una regla graduada para medir el crecimiento de las plantas. Como sustrato para la siembra se utilizó tierra común mezclado con perlita y promix.



Fig. 3. Semillas de leucaena. En mal estado (izquierda) y seleccionadas (derecha)

Se utilizaron 2 variedades de *Leucaena leucocephala*, una cosechada en el Estado de Yucatán y la otra variedad cosechada en Saltillo, Coahuila, México. cuyas semillas fueron cosechadas en el año del 2004, a sí como también fueron seleccionadas para eliminar las semillas no aptas para el experimento, tales como semillas podridas, con manchas, semillas muy pequeñas (fig.3).

Procedimiento experimental.

Se realizaron dos experimentos en el periodo del 6 de julio del 2006 al 8 de agosto del 2006.

El trabajo se llevó a cabo utilizando dos variedades de *Leucaena leucocephala* (Guaje), se evaluó la germinación en cajas Petri de forma natural donde no se aplicó ningún tratamiento, e incluso se hizo remojando la semilla con agua a temperatura ambiente, de la cual se obtuvo un 50% de germinación.

Tomando como base el 50% de germinación. Se prosiguió a la selección de la semilla, se seleccionaron aquellas que no tuvieran defectos, tales como: semillas picadas o podridas, semillas manchadas, etc. Se seleccionó la semilla apta para el experimento.

Se continuó con la escarificación de la semilla, la cual se llevó a cabo el día 5 de julio del 2006. Para esto se tomaron 120 semillas de las cuales 60 fueron de la variedad peruana y 60 de la variedad nativa, se separaron 15 semillas por tratamiento en ambas variedades (Se utilizaron 4 tratamientos en cada experimento por variedad). Después se colocaron 15 semillas en cada malla de nylon (en total fueron 8 mallas de nylon).

Se colocó el recipiente de peltre con 2.5 lts. de agua en la estufa de termostato, se colocó a las 3:16 de la mañana, después de 41 minutos (3:57am.) el agua comenzó a hervir, se apagó totalmente la estufa, y se sumergieron las 8 mallas con las semillas en el agua hirviendo, se tomó la

temperatura (el termómetro marcó una temperatura de 92°C), así como también se tomó el tiempo, para sacar las semillas, según el tiempo correspondiente a cada tratamiento.

Se organizaron los tratamientos, de la siguiente Manera:

Experimento 1

VARIEDAD PERUANA

T1=inmersión a 5 minutos

T2=inmersión a 10 min.

T3=inmersión a 15 min.

T4=inmersión a 20 min.

Experimento 2

VARIEDAD NATIVA

T1=inmersión a 5 min.

T2=inmersión a 10 min.

T3=inmersión a 15 min.

T4=inmersión a 20 min.

A los 5 minutos de inmersión se retiró el tratamiento 1(T1) de la variedad Peruana y el tratamiento 1 (T1) de la variedad Nativa, para esto el termómetro registró una temperatura de 82°C; es decir disminuyó 10°C de la temperatura inicial, que fue de 92°C. ($92^{\circ}\text{C} - 82^{\circ}\text{C}=10^{\circ}\text{C}$).

A los 10 minutos de inmersión, se retiró el tratamiento 2 (T2) de la variedad Peruana y el tratamiento 2 (T2) de la variedad Nativa, en el transcurso de este tiempo el termómetro registró una temperatura de 76°C; es decir 16°C menos que la temperatura inicial ($92^{\circ}\text{C} - 76^{\circ}\text{C}=16^{\circ}\text{C}$).

A los 15 minutos de inmersión se retiró el tratamiento 3 (T3) de la variedad Peruana y el tratamiento 3 (T3) de la variedad Nativa, el termómetro registró una temperatura de 69°C; es decir 23°C menos que la temperatura inicial.

($92^{\circ}\text{C} - 69^{\circ}\text{C}=23^{\circ}\text{C}$).

Y por último, a los 20 minutos de inmersión, se retiró el tratamiento 4 (T4) de la variedad Peruana y el tratamiento 4 (T4) de la variedad Nativa, el termómetro registró una temperatura de 65°C; es decir 27°C menos que la temperatura inicial. ($92^{\circ}\text{C} - 65^{\circ}\text{C} = 27^{\circ}\text{C}$).

Se esperó a que se escurriera el agua y se colocaron las semillas en un sobre de papel, para proseguir con la siembra.

Siembra.

La siembra se llevó a cabo en el invernadero No. 2 de la "UAAAN" para esto se mezclaron la perlita, el promix y tierra propiamente seleccionada y cribada a la vez, se utilizó una fórmula de 2:1; es decir 2 unidades de tierra por 1 unidad de perlita y promix.

Se utilizaron 120 vasos desechables de unicel de 10 oz. Cuyos vasos fueron ordenados en base a los tratamientos y repeticiones que se utilizaron en el experimento. Se rellenaron los vasos con la mezcla y se colocaron a una altura de 25 cm. del suelo, y se le aplicó un riego ligero, para después realizar la siembra.

Se realizó una siembra de observación en la cual las semillas de ambas variedades no fueron escarificadas, se sembraron 15 semillas de la variedad Peruana y 15 semillas de la variedad Nativa; de las cuales, de la variedad Peruana germinaron 4 semillas, y de la variedad Nativa no germinó ninguna semilla.

La siembra de la semilla se llevó acabo el día 6 de julio del 2006, a las 10:00 a.m., con una temperatura dentro del invernadero de 25°C, a una profundidad de siembra de 2cm.

Diseño experimental.

Para la distribución de los tratamientos y el análisis de la información resultante se utilizó un diseño experimental de bloques al azar al azar con 4 tratamientos y con 3 repeticiones por tratamiento en cada una de las dos variedades (Olivares, 1993). Cada repetición se constituyó de 5 semillas cada una; es decir, 15 semillas por tratamiento.

.Variables evaluadas.

- Tiempo de germinación
- No. De semillas germinadas en cada tratamiento
- Aparición de las primeras hojas
- Tiempo a trasplante

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

Los resultados logrados en el presente trabajo, en cada una de las dos variedades evaluadas, se concentran en el cuadro 2.

Cuadro 2. número de semillas germinadas en las variedades Peruana y Nativa de *Leucaena leucocephala* .

TRATAMIENTO	PERUANA	NATIVA
1 inmersión 5 minutos	1.667a	1.667 ^a
2 inmersión 10 minutos	2.333a	1.337 ^a
3 inmersión 15 minutos	3.000ab	2.333 ^a
4 inmersión 20 minutos	4.667b	2.333 ^a

(Cifras con la misma literal en la misma columna, son estadísticamente iguales)

EXPERIMENTO 1.

En el experimento 1, realizado con la variedad Peruana, el análisis estadístico mostró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) entre los tratamientos de germinación, resultando mejor el tratamiento de la inmersión por 20 minutos con un total de 14 semillas germinadas equivalente al 93.33% y con una media de 4.667 semillas germinadas, en tanto que los tratamientos de la inmersión por 5 minutos, inmersión por 10 minutos y la inmersión por 15 minutos mostraron valores similares entre sí con el (33.33%), el (46.66%) y el (60%) de semillas germinadas. Los resultados descritos se aprecian con mayor objetividad en la figura 7, para ambas variedades.

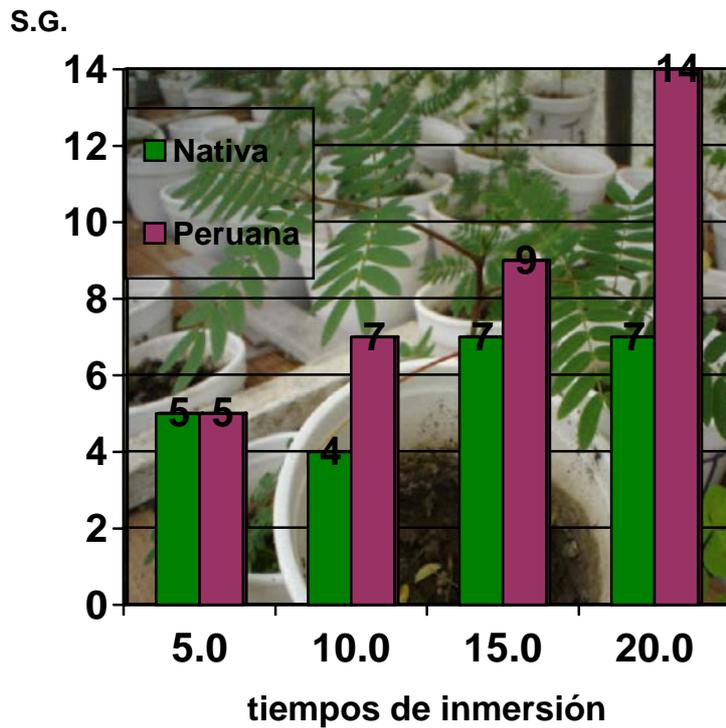


Fig. 7. Total de semillas germinadas en cada tratamiento en las 2 variedades evaluadas.

EXPERIMETO 2

En el experimento 2, en el cual se evaluó la variedad nativa, los resultados no arrojaron diferencia estadística significativa ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos de inmersión para escarificación térmica, observándose valores de 7 semillas total germinadas (46.66%) para los tratamientos T3 y T4, en tanto que los

tratamientos T1 y T2 mostraron valores de un total de semillas germinadas de 15 (33.33%) y 4 (26.66%) respectivamente.

Como se observa, en ambos casos el tratamiento de inmersión por un periodo de 20 minutos mostró mejor respuesta, seguido por el tratamiento de 15 minutos de inmersión, aún cuando en la variedad nativa no se registró diferencia entre los tratamientos. En las figuras 8 y 9 se puede apreciar el comportamiento promedio de germinación de las variedades Peruana y Nativa respectivamente.

DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos indican que la escarificación térmica puede acelerar efectivamente la germinación las semillas de *Leucaena leucocephala*, confirmando que las mismas tienen problemas de impermeabilización en la

cutícula, la cual ha sido señalado para diferentes variedades y especies de leguminosas (Santos et al., 1990).

En la especie de *Leucaena leucocephala*, en 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 de las tres variedades. Estos autores concluyen que la práctica de escarificación en estos cultivos es necesario previo a la siembra, ya que también aceleró el crecimiento del embrión.

Sanabria et al. (1996), realizaron un experimento con tres variedades de *Leucaena leucocephala* CIAT:17492 (originaria de El Salvador), 17475 (híbrido de *Leucaena leucocephala* x *Leucaena pulverulenta* (f1) retrocruzada dos veces con el cultivar Cunningham) y la variedad 9421 (Originaria de México), con cuatro métodos de escarificación a) inmersión de semillas en agua caliente al inicio de ebullición (100°C) no expuesta al fuego por cinco minutos. b) inmersión de semillas en agua hirviendo por cinco segundos contenidas dentro de un colador, manteniendo las semillas sobre el fuego. c) inmersión de semillas en agua hirviendo por 10 segundos. d) semillas sin introducir en agua caliente y sin remojo. (testigo), encontrando diferencias significativas en las semillas germinadas con el tratamiento inmersión de semillas en agua hirviendo por 10 segundos en las variedades 17492 y 17475 y en la variedad 9421 el mejor tratamiento fue a) inmersión de semillas en agua caliente al inicio

de ebullición (100°C) no expuesta al fuego por cinco minutos, donde mostró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en semillas germinadas.

Los resultados obtenidos en el trabajo realizado, son similares a los reportados por los autores mencionados, sin embargo, en el trabajo que se discute, la inmersión se cuantifico en minutos y no en segundos como es el caso de los trabajos revisados.

Así mismo, la diferencia en germinación entre variedades, responde a los señalamientos de la literatura, en el sentido de que cada variedad responde de manera particular al tratamiento térmico de escarificación.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente proyecto, para la especie de *Leucaena leucocephala*, se puede concluir lo siguiente:

- Las 2 variedades evaluadas respondieron aceptablemente a la escarificación térmica, a pesar de que las semillas, presentaban dos años de almacenamiento.
- En la variedad Peruana, el tratamiento cuatro reflejó mayor número de semillas germinadas, por lo cual se presume que esta variedad deberá escarificarse durante el tiempo de 20 minutos de inmersión en agua caliente para lograr los mejores resultados.
- La escarificación térmica con agua caliente (92°C) con un tiempo de exposición de 20 minutos con fuego apagado, es una buena opción para lograr una muy buena germinación en la semilla de *Leucaena leucocephala*.
- Al sumergir la semilla en agua caliente a ebullición (92°C) durante 20 minutos, la semilla de *Leucaena leucocephala*, propicio un incremento aceptable en la germinación de la semilla.
- El tratamiento 4 fue el mejor tratamiento, ya que en ambas variedades presentaron mayor número de semillas germinadas.
- El uso de la escarificación con agua caliente, resulta ser práctico, funcional y económico para acelerar la germinación en *Leucaena leucocephala*, que presenta latencia en la semilla, sin embargo, parece

ser necesario que cada variedad sea tratada de manera específica en el proceso de escarificación.

LITERATURA CITADA

Amen, R. D. 1963. The concept of seed dormancy. *American Scientist*. 51: 408-424.

Amen, D. R. 1968. A model of Seed Dormancy. The Botanical Review. Vol. 34
No. 1. 31 p. USA.

Anónimo, 1999 Hoja informativa, una guía útil para los árboles de uso múltiple
FACT, Enero 199

Comé, D. 1980, 1981. Problems of embryonal dormancy as exemplified by
apple embryo. Israel Jour. Bot. 29: 145- 57.

Corona, N. E. V. y Mael, Chávez-Ávila. 1982. Cultivo de Cactáceas

Carvajal, A. J. L. 1993, tesis: rompimiento de latencia en semilla de cuatro
leguminosas forrajeras tropicales. Programa de Graduados. "Universidad
Autónoma Agraria Antonio Narro" Saltillo, Coah. México. Pág. 8.

Copeland, L. O. and M. B. McDonald.1985. Principles of Seed Science and
Technology. 2a. De Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota.
USA.

García, E. 1987. Diagnóstico climatológico para la zona de influencia inmediata
de la UAAAN. Agrometeorología, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

International Seed Testing Association (ISTA) 1985. International Rules For
Seed Testing Seed Sci. And Tech. 4:1-177 Netherlands.

Jiménez, M. A. 1984. Escarificación, Inoculación y Peletizado de Semillas de
Gramíneas y Leguminosas Forrajeras Tropicales. Departamento de Zootecnia,
Universidad Autónoma de Chapingo. México. p. 383.

Khan, A. A. 1977. The Physiology And Biochemistry of Seed Dormancy and Germination. The Sevier/North Holland Biomedical Press, USA pp. 30-50.

Roberts, H. 1972. Dormancy: a Factor Affecting Seed Survival in the Soil. In Viability of Seeds. Ed. H. Roberts, Chapman y Hall, London. pp 321-359.

Santos G. de P. R. 1990. Método de escarificación en *Desmodium ovalifolium*. Reunión de la red internacional de evaluación de pastos tropicales (RIEPTA) Amazonia, 1. Lima, Perú, 1990.

Sanabria, 1996 Escarificación térmica de semillas de accesiones de *Leucaena leucocephala*. Nota Técnica. Zootecnia Tropical. Monagas, Venezuela, Diciembre 1996.

A N E X O S

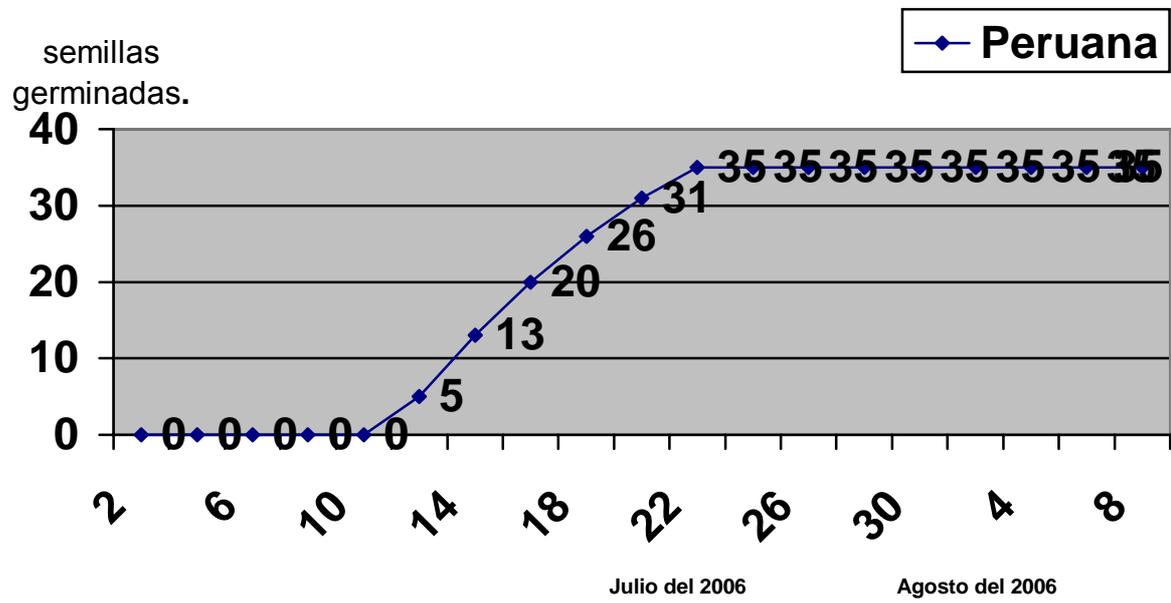


Fig. 2. proceso de germinación de la variedad Peruana

Gráfica No. 3 Proceso de germinación

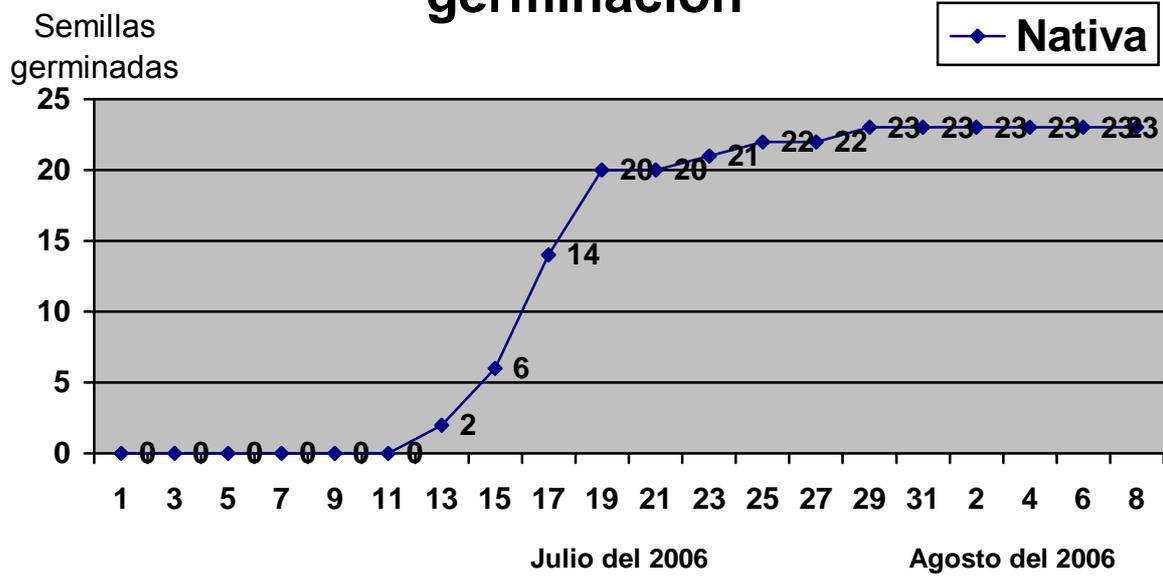


Fig. 3. proceso de germinación de la variedad Nativa.

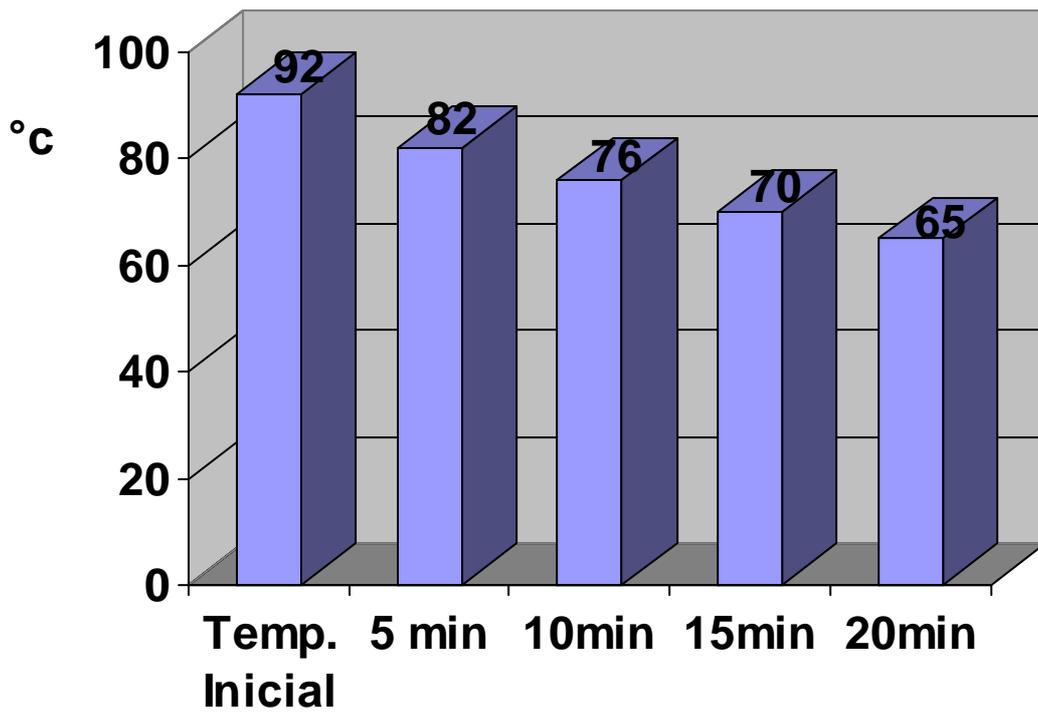


figura 4. Temperaturas al momento de la inmersión en agua caliente de las semillas de *Leucaena leucocephala*, la temperatura inicial fue de 92°C

$$92^{\circ}\text{C} - 82^{\circ}\text{C} = 10^{\circ}\text{C}$$

$$92^{\circ}\text{C} - 76^{\circ}\text{C} = 16^{\circ}\text{C}$$

$$92^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C} = 22^{\circ}\text{C}$$

$$92^{\circ}\text{C} - 65^{\circ}\text{C} = 27^{\circ}\text{C}$$

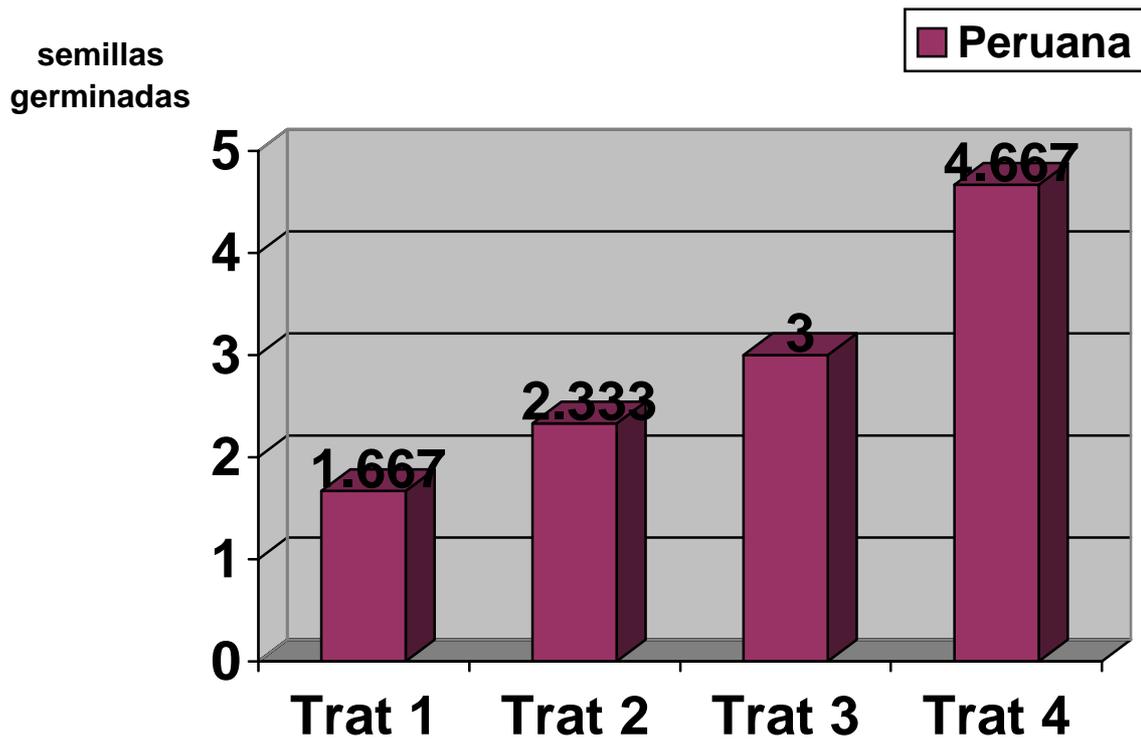


Fig. 8 Promedio de semillas germinadas en la variedad Peruana

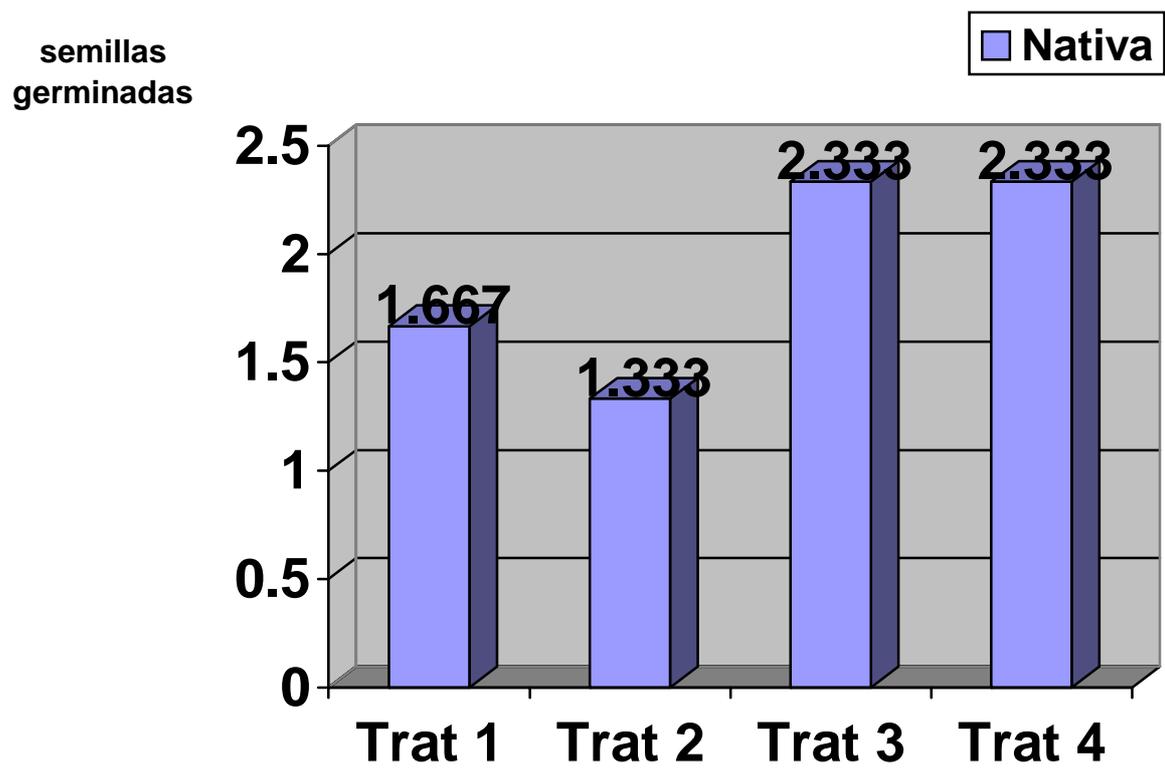


Fig. 9 Promedio de semillas germinadas en la variedad Nativa

VARIEDAD *PERUANA*

VARIEDAD *NATIVA*

#día	Fecha	T1	T2	T3	T4	Total	T1	T2	T3	T4	Total
1	6-07-06	00	00	00	00	00	00	00	00	000	00
2	7-07-06	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3	8-07-06	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
4	9-07-06	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
5	10-07-06	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
6	11-07-06	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
7	12-07-06	00	2	1	2	5	00	00	00	00	00
8	13-07-06	1	2	2	2	7	00	00	00	2	2
9	14-07-06	1	3	4	4	8	00	00	00	2	2
10	15-07-06	1	5	4	6	16	1	00	1	3	5
11	16-07-06	2	6	5	7	20	1	1	1	4	7
12	17-07-06	2	6	6	8	22	2	1	2	4	9
13	18-07-06	2	7	7	10	26	4	1	4	5	14
14	19-07-06	4	7	9	11	31	4	3	6	6	19
15	20-07-06	4	7	9	11	31	4	4	6	6	20
17	21-07-06	5	7	9	13	34	4	4	6	6	20
18	22-07-06	5	7	9	13	34	4	4	6	6	20
19	23-07-06	5	7	9	14	35	5	4	6	6	21
20	24-07-06	5	7	9	14	35	5	4	6	6	21
21	25-07-06	5	7	9	14	35	5	4	6	7	22
22	26-07-06	5	7	9	14	35	5	4	6	7	22
23	27-07-06	5	7	9	14	35	5	4	6	7	22
24	28-07-06	5	7	9	14	35	5	4	6	7	22
25	29-07-06	5	7	9	14	35	5	4	6	7	22
26	30-07-06	5	7	9	14	35	5	4	7	7	23
27	31-08-06	5	7	9	14	35	5	4	7	7	23
28	1-08-06	5	7	9	14	35	5	4	7	7	23
29	2-08-06	5	7	9	14	35	5	4	7	7	23
30	3-08-06	5	7	9	14	35	5	4	7	7	23
31	4-08-06	5	7	9	14	35	5	4	7	7	23
32	5-08-06	5	7	9	14	35	5	4	7	7	23
33	6-08-06	5	7	9	14	35	5	4	7	7	23
34	7-08-06	5	7	9	14	35	5	4	7	7	23
35	8-08-06	5	7	9	14	35	5	4	7	7	23

Proceso de germinación de *Leucaena leucocephala*, por tratamiento.