

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



Escarificación de Semillas de
Leguminosas y Gramíneas en el
Trópico Húmedo

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

Ingeniero Agronomo

P R E S E N T A

TOMAS LASSO GOMEZ

GUADALAJARA, JALISCO 1975

DEDICATORIA.

A mis padres, que con su infinita comprensión y paciencia me han formado y por cuyas vidas ejemplares me he guiado.

A la memoria de mi querido tfo.

A mis hermanos.

A mis maestros.

A mis compañeros.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

A la Escuela de Agricultura de la
Universidad de Guadalajara.

AGRADECIMIENTO.

El presente trabajo forma parte del programa de investigación que lleva a cabo el departamento de forrajes del Colegio Superior de Agricultura Tropical.

Agradezco las facilidades que se me han brindado para su elaboración.

De una manera especial al M. C. Francisco Meléndez Nava por sus múltiples y atinadas recomendaciones y sus valiosos consejos para la realización de este trabajo.

De igual forma a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de éste.

INDICE GENERAL.

	Página
CAP. I. INTRODUCCION.	1
CAP. II. REVISION DE LITERATURA.	3
1. Descripción de características fenológicas de la semilla.	
1.1. <i>Leucaena leucocephala</i> .	
1.2. <i>Panicum maximum</i>	
2. Causas y factores que afectan la germinación.	
2.1. Causas físicas.	
2.2. Causas químicas.	
3. Métodos para la escarificación - de semillas.	
3.1. Métodos químicos.	
3.2. Métodos físicos.	
3.3. Métodos mecánicos.	
CAP. III. MATERIALES Y METODOS.	13
1. Tratamientos utilizados.	
1.1. Acido sulfúrico.	
1.2. Agua caliente.	
2. Diseño experimental.	
CAP. IV. RESULTADOS.	17
1. Escarificación de pasto guinea.	
1.1. Tratamiento con ácido sulfúrico.	
1.2. Tratamiento con agua caliente.	
1.3. Acido sulfúrico VS. agua caliente.	
2. Escarificación de <i>leucaena</i> .	
2.1. Tratamiento con agua caliente.	
2.2. Tratamiento con ácido sulfúrico.	
2.3. Acido sulfúrico VS. agua caliente.	

CAP. V.	DISCUSION.	36
	1. Escarificación de pasto guinea.	
	2. Escarificación de leucaena.	
CAP. VI.	CONCLUSIONES.	43
CAP. VII.	RESUMEN.	44
CAP. VIII.	APENDICE.	46
CAP. IX.	LITERATURA CONSULTADA.	49

INDICE DE CUADROS.

No.	DESCRIPCION	PAGINA
1	Análisis de varianzas para la escarificación de pasto guinea bajo diferentes concentraciones y tiempos de inmersión en ácido sulfúrico.	18
2	Porcentajes de germinación por día del pasto guinea bajo diferentes concentraciones y tipos de inmersión en ácido sulfúrico.	20
3	Porcentaje final de germinación de pasto guinea bajo diferentes concentraciones y tiempos de inmersión en ácido sulfúrico.	21
4	Análisis de varianza para la escarificación de pasto guinea bajo diferentes temperaturas y tiempos de inmersión en agua caliente.	22
5	Porcentaje de germinación por día del pasto guinea bajo diferentes temperaturas y tiempos de inmersión en agua caliente.	24
6	Mejores tratamientos de escarificación para pasto guinea bajo diferentes temperaturas y concentraciones con diversos tiempos de inmersión en agua caliente y ácido sulfúrico.	26
7	Análisis de varianza para escarificación de Leucaena bajo diferentes temperaturas y tiempos de inmersión en agua caliente.	27
8	Porcentaje de germinación por día de Leucaena bajo diferentes temperaturas y tiempos de inmersión en agua caliente.	28
9	Porcentaje final de germinación de Leucaena-	29

	bajo diferentes temperaturas y tiempos de inmersión en agua caliente.	
10	Análisis de varianza para la escarificación de Leucaena bajo diferentes concentraciones y tiempos de inmersión en ácido sulfúrico	31
11	Porcentaje de germinación por día de Laucaena bajo diferentes concentraciones y tiempos de inmersión en ácido sulfúrico.	33
12	Porcentaje final de germinación de Leucaena - bajo diferentes concentraciones y tiempos de inmersión en ácido sulfúrico.	34
14	Mejores tratamientos de escarificación para - Leucaena bajo diferentes temperaturas y diferentes concentraciones con diversos tiempos - de inmersión en agua caliente y ácido sulfúrico.	35

APENDICE:

CUADRO No. I	Análisis de varianza para la escarificación de pasto guinea bajo diferentes <u>con</u> centraciones y diferentes temperaturas - con diversos tiempos de inmersión en <u>áci</u> do sulfúrico y agua caliente.	47
CUADRO No. II	Análisis de varianza para la escarificación de Leucaena bajo diferentes concentraciones y diferentes temperaturas con diversos tiempos de inmersión en ácido - sulfúrico y agua caliente.	48

CAPITULO I.
I N T R O D U C C I O N .

En el trópico húmedo de México, la creciente demanda por especies forrajeras con un alto índice de productividad, calidad nutritiva y agresividad, ha propiciado el estudio sobre el aprovechamiento de las plantas forrajeras, así como la producción y multiplicación de sus semillas, tanto de gramíneas como leguminosas.

Estas familias, por su eficiencia en varios aspectos de las empresas agropecuarias, ocupan un lugar preponderante dentro de la economía nacional y mundial. Es por ello que se emplean con indiscutible éxito en la alimentación del hombre y de los animales; en algunos casos como medida preventiva en la erosión del suelo, en otros como mejoradores e incorporadores de materia orgánica y nitrógeno, como es este último el caso de las leguminosas, así como los más diversos usos tanto domésticos como industriales.

Muchas de las semillas tropicales tanto de pastos como leguminosas forrajeras, poseen cubiertas superficiales duras y otras también se encuentran en un estado de dormancia que en ambos casos pueden limitar con frecuencia una adecuada germinación. Debido a esto el método de propagación por semillas de los forrajes tropicales es muy restringido, pues se han reportado casos en los cuales se ha fracasado en el establecimiento de praderas por no haber germinado la semilla utilizada o porque se obtuvo un bajo porcentaje de germinación.

Por lo antes mencionado se plantea la investigación de someter semillas de leguminosas y gramíneas a tratamientos de escarificación que nos permita elevar el porcentaje de germinación de esas semillas.

El objetivo del presente estudio es encontrar el método más práctico y efectivo para aumentar el porcentaje de germinación de uno de los pastos de mayor uso en las áreas tropicales como lo es el pasto Guinea (Panicum maximum Jacq), así como de una de las leguminosas con mayor futuro como lo es el Guaje (Leucaena leucocephala Lam) antes Leucaena glauca.

CAPITULO II.
REVISION DE LITERATURA.

1. DESCRIPCION DE ALGUNAS CARACTERISTICAS ANATOMICAS DE -- LAS SEMILLAS EN ESTUDIO.

La formación de las semillas en las plantas superiores dependen del proceso de la reproducción sexual en la flor; este proceso se realiza de la siguiente manera:

- A). Formación de estambres y pistilo en la yema de la flor.
- B). La floración- que indica la madurez sexual de estos órganos.
- C). La polinización- que consiste en transportar polen de los estambres al pistilo, el cual germina y forma el tubo polínico.
- D). La fecundación- del núcleo del huevo y de los núcleos polares, por los núcleos espermáticos a través del tubo polínico.
- E). El crecimiento del huevo fecundado y su diferenciación en un embrión además de una capa envolvente; lo cual da origen a la semilla madura que cuenta generalmente con una acumulación de reservas (14).

1.1 Leucaena leucocephala, Lam.

Especie perteneciente a la familia leguminosae Sub-familia - Mimosaceae y su semilla se caracteriza por tener las siguientes -- partes:

- A). HILIO. Es una cicatriz oval grande que resulta de la separación de la semilla del pedicelo o flósculo.
- B). MICROPILO. Pequeña abertura en la cubierta de la semilla- (tegumento) a través del cual el tubo polínico se introduce al óvulo.
- C). RAFE. Representa la base del fonículo que esta fusionado- con los tegumentos.
- D). COTILEDONES. Cuenta con dos.
- E). HIPOCOTILO. Es un eje que se encuentra debajo de los cotiledones.

F). EPICOTILEDON. Eje corto que se encuentra por encima de los cotiledones llevando diminutas hojas y la raíz o radícula, la cubierta que envuelve la semilla en gruesa textura correosa. (19).

1.2 Panicum maximun, Jacq.

Especie perteneciente a la familia gramínea, sub-familia panicoideae, tribu Paniceae. Planta de fecundación apomítica de flósculos mas o menos compresos, dorciventral en panículas abiertas o -- compactas, raramente racimos, consta de una o dos glumas herbáceas nervadas usualmente desiguales, la primera a menudo menor que la -- segunda, ambas típicamente estériles. Lema y palea de un color ver de pálido y duras (22).

El fruto es coriósido indehisente seco, que consta de las siguientes partes:

A). ENDOSPERMO. Compuesto en su periferia externa por una capa de hileras sencillas de células que recibe el nombre de capa de aleurona, las células amiláceas del endospermo están compuestas -- por carbohidratos.

B). EMBRION. Consta de un eje con dos ápices, uno de los ápices del vástago rodeado por una vaina del coleóptilo y otro ápice de la raíz rodeado por otra vaina de la coleoriza.

C). COTILEDONES. Consta de un solo cotiledón llamado escutelo que está en contacto con el endospermo. El cotiledón de las gramíneas nunca se transforma en hoja como sucede en el caso de las leguminosas (19).

2. CAUSAS Y FACTORES QUE AFECTAN LA GERMINACION.

Estas causas pueden ser físicas y/o químicas.

2.1 CAUSAS FISICAS QUE AFECTAN LA GERMINACION DE LAS SEMILLAS, se deben a los tejidos que rodean al embrión, proporcionando le protección contra daños mecánicos y ataques de microorganismos; pero actúan también como obstáculos para la germinación (14).

Estos obstáculos son los siguientes:

2.1.1 ENVOLTURAS DURAS E IMPERMEABLES:

Estas envolturas impiden el paso del agua al interior de los cotiledones, lo cual no permite que ocurra la germinación. Las semillas con estas características se encuentran dentro de las familias de las malváceas y leguminosas.

Las envolturas impermeables tienen una hendidura a lo largo del surco del Hilio que funciona como una válvula higroscópica; -- cuando las semillas están rodeadas por aire seco, la hendidura se abre y permite que salga el vapor de agua, lo contrario sucede -- cuando rodea a la semilla aire húmedo ya que en presencia de éste, la hendidura se cierra. De esta forma el secado de la semilla es mayor por medio de la difusión exterior del vapor del agua; mientras que se impide una nueva entrada de agua. Las semillas son características de envolturas duras e impermeables al agua, permanecen en este estado fisiológico hasta que las envolturas son rotas y de esta forma dan paso a el agua que acciona el proceso de germinación (14).

2.1.2 PERMEABILIDAD AL OXIGENO.

La mayoría de semillas necesitan durante el proceso de germinación abundante cantidad de oxígeno, las cubiertas y membranas -- restringen el abastecimiento de este elemento en algunas semillas impidiendo así la entrada del oxígeno al embrión y la posible salida del bióxido de carbono; ocasionando de esta forma un obstáculo para la realización de los cambios resultantes del metabolismo de la semilla provocando un letargo de ésta. (14).

2.1.3 TEMPERATURAS CARDINALES.

Son las temperaturas mínima, óptima y máxima para la germinación de semillas. Muchas semillas sin embargo pueden no germinar a la temperatura de más rápida germinación de otras semillas. Considerándose por lo tanto un término medio entre el alto porcentaje de germinación y la germinación más rápida. (14) .

La mayoría de las semillas germinan lentamente a bajas temperaturas; Serpa (20) utilizó para escarificación en semillas de Centrosema pubescens, temperaturas constantes de 28°C por un período de catorce días; concluyendo que esas semillas no presentaron problema de dormancia.

Las temperaturas que impiden la germinación, varían con la -- clase de semillas y con las condiciones bajo las cuales maduran -- (14).

2.1.4 LUZ.

El factor luz en la dormancia germinativa de la semilla no in fluye generalmente en la totalidad de ellas, pero en ciertas especies el fenómeno de la germinación está controlado por la ausencia o presencia de ella (14).

OKIGBO (16) estudió en semillas de Cynodon dactylon y C. plec tostachyus. La germinación de éstas con respecto al factor luz, -- con cubiertas de semillas de color azul, naranja y blanca. Y bajo condiciones de luz continua con cubiertas de color roja y violeta-claro, con una comparación de varios tipos de cubierta el estudio-concluye que la germinación en el campo fue más lenta que en las -cajas de semillas.

La actuación germinativa de las semillas se obtiene mediante la luz roja en un rango relativamente corto de longitud de onda. - Esta luz roja así como la ultra roja se encuentran presentes en la luz solar y en la mayoría de las luces artificiales. Sin embargo - existen semillas como las de Lamiun amplexicaule que son tan sensi bles a la luz ultra roja que su germinación se impide al ser ex -- puestas en forma prolongada a la luz solar o a la incandescencia - (14).

Las causas físicas de dormancia en las semillas, expuestas an teriormente no se deben considerar como efectos independientes sino que puede influir la interacción de ellas sobre la dormancia de la semilla.

2.2 CAUSAS QUIMICAS QUE AFECTAN LA GERMINACION. ✓

Estas causas actúan de dos formas (14):

A). Substancias químicas inhibidoras que se encuentran en los tejidos de la cubierta y membrana de la semilla.

B). Substancias químicas inhibidoras que se encuentran rodeando al embrión.

En el primero de los casos debido a las substancias químicas-inhedoras, generalmente las semillas no germinan, sino hasta -- que la mayor parte de la cubierta del ovario o la pared del fruto se han desprendido; las semillas por regla general no germinan dentro del fruto. Sin embargo en el caso de las substancias químicas que están presentes rodeando el embrión, su presencia como obstáculo de la germinación es una hipótesis; no obstante los esfuerzos de numerosos investigadores por corroborar dicha hipótesis su evidencia no es siempre clara, debido a que es sumamente difícil aislar e identificar a un inhibidor. De lo anteriormente enunciado se concluye que las substancias químicas inhibidoras del crecimiento pueden muy bien controlar la germinación, sin embargo no son los -- únicos posibles mecanismos que afectan la germinación con respecto a cubiertas, membranas y embrión de la semilla, aunque crecientes conocimientos del desarrollo y del metabolismo, indican que la mayor parte de estos fenómenos resultan de procesos químicos (14).

2.2.1 CAMBIOS EN LA ORGANIZACION CELULAR QUE AFECTAN LA -- GERMINACION.

Tiedeman (21) trabajando con doce especies de gramíneas, realizó pruebas de germinación en el año de 1961. Las semillas en tratamiento fueron cosechadas durante los años de 1933 a 1939 habiendo sido almacenadas sin cuidado alguno.

De las doce especies de semillas en tratamiento, ocho de --- ellas no presentaron incidencia de germinación aunque en el año de ser cosechadas presentaron del 26 al 91% de germinación. De las -- cuatro especies restantes del experimento se obtuvo una germinación de un 20%. Estos resultados son atribuidos según la teoría -- muy aceptada, a que la gradual degeneración en el núcleo de las células

lulas de la cromatina y el delicado mecanismo de la mitosis, actúan afectando la germinación de las semillas.

3. METODOS PARA LA ESCARIFICACION DE SEMILLAS.

Se han efectuado estudios para romper el letargo de la semilla por medio de muchos y variados métodos para escarificación, no obstante lo variado de los métodos, caen dentro de tres tipos básicos de escarificación que son:

- A). METODOS QUIMICOS.
- B). METODOS FISICOS.
- C). METODOS MECANICOS.

3.1 METODOS QUIMICOS PARA ESCARIFICACION.

BLANKENSHIP (3) trabajando con métodos químicos de escarificación utilizó como medio escarificante ácido sulfúrico para semillas de Parrys clover con los siguientes tratamientos: concentraciones de ácidos al 35, 55 y 75% y con diferentes tiempos de inmersión de semillas. El mejor tratamiento para el estudio fue con ácido al 75% y con tiempos de inmersión de 10 a 20 minutos lográndose un 86% de germinación.

Similares resultados fueron reportados por RIOS ET AL (18) -- cuando sometió a escarificación con ácido sulfúrico concentrado, -- las semillas de las leguminosas Leucaena leucocephala Lam, Centrosema pubescens, Hindigofera irsuta y Pueraria phaseoloides.

GROF (9) utilizó ácido sulfúrico concentrado para la escarificación de las semillas de Bracharia decumbens logrando aumentar la germinación de las sencillas en un 32% con respecto al testigo que presentó el 1%. Este incremento se logró cuando las semillas fueron sometidas a inmersiones en ácido sulfúrico, concentrando por un -- tiempo de 15 minutos.

Similares resultados fueron obtenidos por Mc Lean Et Al (14) - al someter para escarificación semillas de pasto Kennedy ruzi con ácido sulfúrico por tiempos de inmersión de 15 minutos.

GAMBOA Y GUERRERO (8) usando ácido sulfúrico para escarificar-

semillas de zacate bahía (*Paspalum notatum*) encontraron como óptimo tratamiento concentraciones de ácido al 60% con tiempos de inmersión de semillas de 23 minutos, logrando con este tratamiento un incremento de germinación final de 42% respecto al testigo.

3.2 METODOS FISICOS.

Dentro de los métodos físicos para la escarificación de semillas Plumer (16) realizó un estudio de escarificación con doce especies de gramíneas, sometidas a las siguientes temperaturas (14°, 20°, 21° y 30°C). El mejor tratamiento fue cuando se sometió a las semillas a temperaturas variables de 30°C por 6 horas y 20°C por 18 horas para su escarificación, habiéndose obtenido un porcentaje de germinación del 98% a los catorce días después de la siembra.

Este resultado es corroborado por OKIGBO (15) al obtener germinaciones de 59.3% después de haber sometido para escarificación semillas de *Cynodon dactylon* y *C. plectostachus* con un tratamiento de temperatura a 35°C por 6 a 18 horas alternantes de exposición.

Sin embargo los autores FEBLES Y PADILLA (8) al trabajar con temperaturas fijas y alternas para escarificación en semillas de *P. maximun* afirman que el mayor porcentaje de germinación fue obtenido por el testigo.

Resultados semejantes encontró ARTEAGA (2) trabajando con temperaturas de 44, 50 y 56°C en atmósferas de N₂ y O₂ para la escarificación de semillas de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris L.*), concluyendo que los porcentajes de germinación de las semillas después de haber sido sometidas a los diferentes tratamientos no fueron mayores que el testigo.

CARDENAS (5) realizó estudios de germinación en semillas de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris L.*), para escarificación, con temperaturas de 40, 50, 60 y 70°C y con diferentes tiempos de exposición, concluye que el mayor porcentaje de germinación que fue del 81.8% se encontró cuando las semillas en estudio fueron tratadas a 50°C por ocho semanas y puestas a germinación por veinticinco días en una germinadora a 32°C.

En los métodos físicos para escarificación de semillas anteriormente descritas como se puede observar, se han logrado aumentos en los porcentajes de germinación, sin embargo refiriéndose a un aspecto de gran importancia como es la aceleración de germinación de semillas.

CUSHWA ET AL (6). Mencionan que el tratamiento para escarificación de semillas Angropyron desertum con temperaturas fijas de -17.2°C , por tiempo de 60 a 70 horas de exposición acelera la germinación por cuarenta horas con respecto al testigo. Dentro de los métodos físicos para escarificación, gran importancia tiene el tratamiento de semillas con agua caliente. RUPER ET AL (17) aumentó el porcentaje de germinación en semillas I. nogelii usando temperaturas de 50 a 56°C por tiempos de inmersión de 5 a 30 minutos.

BENT (4) llevó a cabo estudios de escarificación en semillas de Leucaena leucocephala con agua caliente utilizando los siguientes tratamientos de temperaturas:

Temperatura de 100°C por tiempos de inmersión de 1 a 40 segundos.

Temperatura de 80°C por tiempos de inmersión de 30 segundos a 3 minutos.

Temperatura de 70°C por tiempos de inmersión de 30 segundos a 3 minutos.

Después de haber sido sometidas dos muestras de semillas en estudio en los diferentes tratamientos, concluyó que la segunda muestra fue la mejor, habiendo obtenido un 70% de germinación.

ARTEAGA (2). Sometió semillas de zacate Buffel (Cenchrus ciliaris L.) a escarificación con agua caliente a temperaturas de 50 , 60 , 70 , 80 y 90°C , por tiempos de 15, 30, 60 y 120 segundos, y concluyó que estos tratamientos no afectan el letargo de la semilla.

Sin embargo Cushwa et al (6), afirman que cuando la semilla de Cassia nictitans fue tratada para escarificación con agua ca --

liente a una temperatura de 70°C por 30 minutos, si se logró aumentar la germinación.

3.3 METODOS MECANICOS PARA ESCARIFICACION.

ARREDONDO (1) sometió semillas de zacate Buffel (Cenchrus ciliaris L.) a esscarificación mecánica por medio de una licuadora -- normal de cocina. Posteriormente a las semillas tratadas las puso a germinación en cajas de Petri durante ocho días, a una temperatura de 32°C.

Los resultados obtenidos fueron aumentos de germinación del 61% y un marcado aceleramiento de nacencias en las semillas. Concluyendo que a mayor tiempo de tratamiento de esscarificación, el porcentaje de germinación se ve incrementado.

CUSHWA ET AL (6) afirman que cuando las semillas de Cassia nictitans, son sometidas a esscarificación mecánica por medio de -- frotamiento con papel lija, se logra aumentar la germinación.



**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

**CAPITULO III.
MATERIALES Y METODOS.**

LOCALIZACION DEL AREA EXPERIMENTAL. El presente trabajo forma parte del programa de investigación que lleva a cabo el departamento de forrajes del Colegio Superior de Agricultura Tropical (C.S.A.T.) y se realizó en los laboratorios del C.S.A.T. que está situado en el municipio de Cárdenas, Tabasco; comprendido entre los 18° de latitud norte y 93°30' de latitud oeste y a una altitud de 15 m.s.n.m.

MATERIAL EXPERIMENTAL. Se usaron como materiales para el estudio, semillas de Leucaena leucocephala, Lam. (guaje) y Panicum maximum, Jacq. (Guinea).

Las semillas de ambas especies fueron cosechadas de los campos de producción de semillas del C.S.A.T. en el mes de abril de 1975.

Las semillas de guaje y guinea fueron seleccionadas en forma manual en función de su tamaño y pureza.

ARREGLO DE TRATAMIENTOS. Los tratamientos de escarificación en estudio para las semillas de guaje y guinea fueron:

FACTOR	CONC. Y/O TEMP. (niveles)	TIEMPO DE INMERSION minutos.
Acido Sulfúrico	50%	1, 10, 20 y 30
	60%	" " " "
	70%	" " " "
Agua Caliente.	60°C.	0.5, 1, 3 y 5
	80°C.	" " " "
	100°C.	" " " "

DESARROLLO DEL EXPERIMENTO. Las concentraciones del ácido fueron determinadas en función de volúmen, las inmersiones de las semillas se hicieron en un vaso de precipitado de 500 cc.

Para el tratamiento de escarificación con agua caliente se utilizó un equipo de baño maría con termostato, de una capacidad de 15 Lts. de agua; este aparato nos permitió mantener la temperatura constante del agua, la cual se estuvo checando con auxilio de un termómetro de máximo graduado.

Se tomaron aproximadamente 250 semillas por tratamiento para cada especie, las cuales se envolvieron en una tela de alambre de tipo mosquitero, para facilitar el contacto de las soluciones escarificantes con las semillas en el momento de la inmersión, en los diferentes tratamientos usados en estudio.

Una vez efectuados los tratamientos con ácido sulfúrico y agua caliente, las semillas fueron lavadas con agua corriente a temperatura ambiente secándose al ser expuestas a condiciones de medio ambiente. Posteriormente se procedió a obtener por conteo veinticinco semillas por especie y por tratamiento; dicho número de semillas fue considerado como el tamaño de la unidad experimental.

Las semillas de cada tratamiento fueron colocadas en cajas de Petri, teniendo como sustrato papel absorbente y procurando mantener la humedad adecuada; esto se logró mojando el papel absorbente diariamente durante el período de germinación. Las cajas de Petri se tuvieron tapadas bajo las condiciones de medio ambiente prevalientes en el laboratorio en donde se realizó el experimento.

Las observaciones sobre la germinación en cada tratamiento se hicieron por conteos del número de semillas germinadas, por tratamiento y por repetición. Estos conteos se hicieron diariamente y a una misma hora durante doce días a partir del 16 de abril de 1975, para el tratamiento con agua caliente; y del día 20 de mayo de 1975 para el ácido, fechas en las que fueron colocadas las semillas a germinación.

DISENO EXPERIMENTAL. Los tratamientos fueron arregla-

dos en un factorial 4X3 con un diseño completamente al azar, en forma independiente para los tratamientos de ácido y de agua caliente, siendo el modelo matemático el siguiente:

$$Y_{ij} = M + L_i + T_j + (LT)_{ij} + E_{ij}$$

en donde

Y_{ij} = cualquier observación

M = efecto de la media.

L_i = efecto del i ésimo tratamientos de tiempo

T_j = efecto del j ésimo tratamiento de concentración en ácido a temperaturas de agua.

$(LT)_{ij}$ = efecto de la interacción del i ésimo nivel del --- tiempo por el j ésimo concentración del ácido o temperatura del agua.

E_{ij} = efecto aleatorio del error en forma independiente para cada especie.

Se seleccionaron posteriormente los dos mejores tratamientos de ácido, así como de agua caliente a fin de compararlos entre sí (cuadros 13 y 14). Dichos tratamientos se analizaron bajo un modelo completamente al azar con siete repeticiones por tratamiento, siendo el modelo matemático el siguiente:

$$Y_i = M + T_i + E_i$$

en donde

Y_i = cualquier observación.

M = efecto de la media.

T_i = efecto del i ésimo tratamiento.

E_i = efecto aleatorio del error experimental.

CAPITULO IV.
R E S U L T A D O S .

1. ESCARIFICACION DE PASTO GUINEA.

1.1 Tratamiento con ácido sulfúrico.

El análisis de varianza realizado a los porcentajes de germinación del pasto Guinea, obtenido con los diferentes tratamientos de ácido se muestran a continuación.

CUADRO No. 1 Análisis de varianzas para la esscarificación de pasto guinea bajo diferentes concentraciones y tiempos de inmersión en ácido sulfúrico.

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADROS	G.L.	CUADRADO MEDIO	Fc.	Ft.
TRATAMIENTOS	291.67	11	26.51	5.66	+ +
CONCENTRACIONES	69.6	2	34.8	0.21	NS
TIEMPOS	125.96	3	41.98	8.96	+ +
INTERACCION CONC. X TIEMPO	96.11	6	16.01	3.41	+ +
ERROR EXPERIMENTAL	337.29	72	4.68		
T.O T A L.	3802.29	83			

+ +. Indica diferencia significativa ... ($P > 0.01$)

N S. Indica diferencia no significativa ($P < 0.05$)

C V = 34.3%.

Como se observa en este cuadro se tiene que las diferencias obtenidas entre tratamientos fueron significativas ($P > 0.01$); ahora bien descomponiendo los factores que integran los tratamientos, se ha observado que las diferentes concentraciones del ácido sulfúrico no fueron diferentes ($P < 0.05$) mientras que el factor, tiempo de inmersión de la semilla en el ácido sulfúrico, presentó diferencias -

altamente significativas ($P > 0.01$), lo cual también aconteció -- con la interacción, concentración de ácidos por tiempo de inmer -- sión de la semilla, esto nos indica que para una buena germinación de la semilla del pasto guinea, en cada concentración del ácido -- se requiere un tiempo determinado de inmersión.

En todos los tratamientos de escarificación con ácido sulfúrico, inclusive en el tratamiento testigo (cuadro 2), la germinación de la semilla de guinea se inicia al tercer día de haber colocado la semilla en cajas de Petri, sin embargo en este primer día de -- germinación, ya se manifiestan diferencias notorias en los diferen -- tes tratamientos de ácido sulfúrico respecto al testigo.

Con la concentración de 60% y tiempos de inmersión de 1 y 20 minutos, se obtuvo al tercer día 56% de germinación en ambos trata -- mientos, mientras que en la concentración de 50% y 20 minutos de -- inmersión, se obtuvo el 5.68%, obteniendo el testigo en ese tiempo 3.2%. Cabe señalar que al final del período de observación, (doceavo día) los más bajos porcentajes de germinación observados en el -- tercer día, no necesariamente obtuvieron los valores más bajos, ha -- ciendo la misma consideración para los valores más altos, lo cual -- puede corroborarse claramente en el cuadro No. 3.

Se puede considerar que entre el tercero y séptimo día de ob -- servación, es cuando la mayor parte de las semillas germinadas pa -- ra el caso de todos los tratamientos de escarificación, excepto el de 60% por un minuto (4.56%) con respecto a las semillas que no -- fueron tratadas, que obtuvieron al séptimo día 6% de germinación, -- que equivale a menos del 50% de la germinación observada por los -- demás tratamientos.

En el cuadro 3 se presentan concentrados los porcentajes fina -- les de germinación de la semilla de pasto guinea.

CUADRO No. 2.

PORCENTAJES DE GERMINACION POR DIA DEL PASTO GUINEA, BAJO
DIFERENTES CONCENTRACIONES Y TIPOS DE INMERSION EN ACIDO-
SULFURICO

TRATAMIENTO		DIAS DE GERMINACION											
Concentración en %	Tiempo en Min.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50	1	0	0	5.12	8.56	9.68	14.28	17.12	18.84	18.84	21.12	21.12	22.84
50	10	0	0	4.00	6.28	6.84	11.40	14.28	14.84	16.00	18.28	20.00	22.84
50	20	0	0	5.68	7.40	8.56	14.28	17.12	18.28	18.84	20.56	20.56	21.68
50	30	0	0	3.4	5.68	7.40	12.00	16.00	17.68	18.28	20.00	20.00	20.00
60	1	0	0	0.56	1.68	1.68	2.28	4.56	5.12	6.84	10.28	11.40	12.00
60	10	0	0	2.28	4.00	7.40	9.68	12.00	14.28	16.56	19.40	19.40	21.68
60	20	0	0	0.56	2.28	5.68	12.00	16.56	18.28	21.68	26.28	26.28	29.12
60	30	0	0	1.68	4.00	10.84	15.40	20.00	21.12	26.84	33.12	33.12	33.68
70	1	0	0	1.68	2.84	5.68	8.56	13.12	14.28	16.00	20.00	20.56	21.68
70	10	0	0	3.40	5.68	8.56	10.28	14.28	14.28	17.12	21.12	21.12	23.40
70	20	0	0	4.56	7.40	13.68	18.28	26.28	28.56	32.00	36.00	37.68	38.84
70	30	0	0	4.56	8.56	12.56	15.40	21.68	23.40	27.40	33.12	34.28	36.55
TESTIGO		0	0	3.20	4.00	6.00	6.00	6.00	10.80	14.40	17.20	21.20	22.80

CUADRO No. 3 Porcentaje final de germinación de pasto guinea - bajo diferentes concentraciones y tiempos de inmersión en ácido sulfúrico.

T I E M P O EN MINUTOS.	CONCENTRACION DE ACIDO SULFURICO			
	%			
	50		60	70
1	22.84	c	12.00	d
10	21.12	cd	21.68	cd
20	21.68	cd	29.12	bc
30	20.00	cd	33.68	b
T E S T I G O	22.80	cd		

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%.

Analizando los datos por concentración, se obtiene que los diferentes tiempos de inmersión a una concentración de 50% no son significativamente diferentes entre sí y el testigo ($P < 0.05$) se observa dentro de esta concentración la tendencia, que a medida que aumenta el tiempo de inmersión de la semilla, disminuye la germinación. Con una concentración de 60%, se tiene que únicamente el tiempo de inmersión de 30 minutos (33.68% de germ.) es significativamente superior a los demás tiempos y al testigo, así como a todos los tratamientos de 50% de concentración en esta concentración se observa claramente la tendencia, que a medida que aumenta el tiempo de inmersión paralelamente aumenta el porcentaje de germinación del guinea.

Quando se tuvo una concentración de 70% de ácido sulfúrico el tiempo de inmersión de 20 minutos es el que resultó ser de mayor porcentaje de germinación (38.8%) significativamente superior con respecto al resto de todos los demás tratamientos ($P > 0.05$), inclu

yendo al testigo, excepto el de 30 minutos a 70% (ver cuadro 3),-- dentro de esta concentración (70%) se tiene que a mayor tiempo de inmersión hasta 20 minutos aumentó el porcentaje de germinación de la semilla.

1.2 TRATAMIENTO CON AGUA CALIENTE.

El análisis de varianza realizado a los porcentajes de germinación del pasto guinea obtenido en los diferentes tratamientos de las semillas con agua caliente, se muestran en el cuadro siguiente.

CUADRO No. 4 Análisis de varianza para la escarificación de -- pasto guinea bajo diferentes temperaturas y tiempos de inmersión - en agua caliente.

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADO	G. L.	CUADRADO MEDIO	Fc.	Ft.
Tratamientos	68.95	11	6.068	1.56	N.S
Temperatura	5.45	2	2.725	0.68	N.S
Tiempo	9.71	3	3.237	0.30	N.S
Interacción Temp. por tiempo	53.79	6	8.965	2.27	+
Error experimental.	289.86	72	4.026		
T O T A L.	358.81	83			

+. Indica diferencia significativa ($P > 0.05$)

N.S. Indica no significativo.

C.V. = 31.5%

Como se puede observar, las diferencias obtenidas entre tratamientos resultaron ser no significativas, lo cual también ocurrió con los factores temperatura y tiempos ($P < 0.05$); sin embargo la -

interacción entre el factor temperatura del agua y tiempo de inmersión de la semilla resultó ser significativa ($P > 0.05$), lo cual nos indica que para que se manifieste el efecto de las temperaturas de escarificación, éstas estarán ligadas estrechamente a un tiempo de inmersión de la semilla del guinea.

En el cuadro 5 se muestran los porcentajes de germinación obtenidos por cada día durante el período de observación de las semillas del pasto guinea tratado con agua caliente para su escarificación. En dicho cuadro se observa una lenta germinación en todos los tratamientos en general hasta el octavo día post-tratamiento de escarificación de las semillas en contraste con el testigo que, al octavo día; obtuvo una germinación de 10.2%, mientras que el mejor tratamiento (agua a 80°C por un minuto de inmersión) hasta ese día de prueba tenía 6.28%. Sin embargo durante los cuatro restantes días para finalizar el período de observación de la germinación de las semillas en tratamiento, se observa un aumento significativo de germinación en todos los tratamientos, mientras que el testigo, que al octavo día había obtenido el mayor porcentaje de germinación, durante este último período presentó un aumento gradual y constante, aunque ya no obtuvo el mayor porcentaje de germinación al final de la prueba.

En el siguiente cuadro se presentan los porcentajes finales de germinación de pasto guinea.

CUADRO. No.6 Porcentaje final de germinación de pasto guinea bajo diferentes temperaturas y tiempos de inmersión en agua caliente.

TIEMPO EN MINUTOS	TEMPERATURAS EN °C.		
	60	80	100
.5	31.44 a	24.00 abc	25.12 abc
1	20.00 c	22.28 bc	29.16 abc
3	21.12 bc	30.23 ab	29.16 abc
5	24.00 abc	26.84 abc	22.84 abc
TESTIGO.	22.80 bc		

Medidas seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%.

CUADRO No. 5

PORCENTAJES DE GERMINACION POR DIA DEL PASTO GUINEA BAJO
 DIFERENTES TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE INMERSION EN AGUA -
 CALIENTE

TRATAMIENTO		DIAS DE GERMINACION											
Temperatura en °C	Tiempo en Min.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60	.5	0	0	0	0.56	3.40	5.12	5.12	5.68	0.12	17.68	20.56	31.40
60	1	0	1.12	1.68	1.68	2.84	5.68	1.68	1.68	9.68	10.28	13.68	0.20
60	3	0	0.56	0.56	1.12	1.68	3.40	4.56	4.56	9.12	0.12	13.68	18.28
60	5	0	0	0	0.56	0.56	2.28	3.40	5.68	10.84	13.68	18.28	0.24
80	.5	0	0.56	0.56	1.12	1.12	1.12	3.40	0.04	5.68	11.40	18.84	0.24
80	1	0	1.12	1.68	1.68	2.28	2.84	0.04	5.68	10.84	12.56	18.28	22.28
80	3	0	0	1.12	1.12	1.12	1.68	1.04	6.28	12.56	14.28	25.68	30.28
80	5	0	0.56	0.56	1.68	1.68	2.28	2.84	5.12	13.12	14.84	24.56	26.84
100	.5	0	0	0	0	0.56	1.68	2.84	5.68	12.56	16.00	21.68	25.12
100	1	0	0.56	0.56	0.56	0.56	3.40	3.40	4.56	13.68	16.56	25.12	29.12
100	3	0	0.56	0.56	0.56	0.56	2.28	2.28	3.40	9.12	13.12	22.84	29.12
100	5	0	0	0	0.56	0.56	1.12	1.12	3.40	6.84	10.84	18.84	22.84
TESTIGO		0	0	3.20	4.00	6.00	6.00	6.00	10.80	14.40	17.20	21.20	22.80

Como se puede observar en el cuadro 6, se tiene que, con una temperatura del agua a 60°C y 0.5 minutos de inmersión de las semillas, se obtuvo el más alto porcentaje de germinación con respecto a los tiempos de 1 y 3 minutos, así como el testigo; sin embargo - resultó obtener estadísticamente una germinación igual a la obtenida con un tiempo de inmersión de 5 minutos, también hay que señalar que se observa cierta tendencia que a medida que se aumenta el tiempo de inmersión en las temperaturas de 60 y 80°C, disminuye el porcentaje de germinación de la semilla. En el tiempo de inmersión de las semillas en agua caliente a 80°C se tiene que las diferencias observadas entre tiempos de inmersión no son diferentes --- (P 0.05), inclusive tres de los tiempos obtuvieron un porcentaje igual estadísticamente de germinación que el de 60°C por .5 minutos de inmersión.

Para el caso de las temperaturas de 100°C, se tiene que todos los porcentajes no difieren entre sí significativamente de su porcentaje de germinación así como contra las mejores germinaciones - obtenidas en temperaturas de 60 y 80°C.

1.3 ACIDO SULFURICO VS. AGUA CALIENTE.

De cada método de escarificación se seleccionaron los dos mejores tratamientos con respecto a su mayor porcentaje de germinación de las semillas de guinea y fueron comparadas entre sí (cuadro No. 13). Resultando por medio del análisis de varianza de esta comparación diferencias no significativas ($P < 0.05$) cuadro 1 del apéndice.

Ahora bien, aunque las diferencias no fueron significativas, - cabe señalar que existe una clara tendencia a obtener un mayor porcentaje de germinación en las semillas tratadas con ácido sulfúrico que con agua caliente.

CUADRO No. 6 Mejores tratamientos de escarificación para pasto guinea bajo diferentes temperaturas y diferentes concentraciones con diversos tiempos de inmersión en agua caliente y ácido sulfúrico.

F A C T O R	TIEMPO EN MINUTOS.	% DE GERMINACION
<u>TEMPERATURA DEL AGUA.</u>		
60°C	0.5	31.44
80°C	3	30.28
<u>CONCENTRACION DEL ACIDO.</u>		
70%	20	38.84
70%	30	36.56

2. ESCARIFICACION DE *L. leucocephala*.

2.1 TRATAMIENTO CON AGUA CALIENTE.

El análisis de varianza realizado para este factor indica una diferencia altamente significativa ($P > 0.01$) en los factores temperatura, tiempo de inmersión y la interacción de ellos. (Como se observa en el cuadro siguiente).

CUADRO No. 7 Análisis de varianza, para la escarificación de *Leucaena* bajo diferentes temperaturas y tiempos de inmersión en agua caliente.

FUENTE DE VARIACION.	SUMA DE CUADRADOS.	G. L.	CUADRADO MEDIO.	Fc.	Ft.
Tratamientos	3265.71	11	296.882	39.83	++
Temperatura	2555.64	2	1277.82	171.47	++
Tiempo	191.14	3	63.713	8.54	++
Interacción Temp. por tiempo.	518.93	6	86.488	11.60	++
Error experimental	536.58	72	7.452		
T O T A L.	3802.29	83			

++. Indica diferencia altamente significativa. ($P > 0.01$)

C.V. = 20.7%

Lo cual significa que cualquier tratamiento de temperatura del agua para escarificación con sus respectivos tiempos de inmersión de las semillas logran cambios significativos en la germinación.

Los porcentajes de germinación por día se presentan en el cuadro 8, en donde se observa que a partir del primer día, con excepción única de factor agua caliente a 60°C por tiempo de inmersión de las semillas de 0.5 mins. se inició la germinación de las semillas de todos los tratamientos incluyendo al testigo.

CUADRO No. 8

PORCENTAJE DE GERMINACION POR DIA DE LEUCAENA, BAJO DIFERENTES
TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE INMERSION EN AGUA CALIENTE.

TRATAMIENTO		DIAS DE GERMINACION											
Temperatura en °C	Tiempo en Min.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60	.5	0	4.56	8.56	10.84	11.40	12.56	13.12	13.68	14.84	14.84	15.40	15.40
60	1	2.28	7.40	11.40	11.40	12.56	13.12	14.28	14.28	14.28	14.28	14.28	14.84
60	3	2.28	13.12	20.56	22.28	22.84	23.40	23.40	23.40	23.40	23.40	23.40	24.00
60	5	1.68	20.56	25.68	26.84	28.56	28.56	30.28	30.84	30.84	32.00	32.00	32.00
80	.5	5.12	31.40	42.28	46.84	50.84	53.12	53.68	54.84	55.40	58.28	58.84	59.40
80	1	30.84	44.56	50.84	55.40	56.00	57.68	57.68	60.00	60.00	62.28	62.28	62.28
80	3	8.00	34.28	57.68	62.28	68.00	70.28	72.56	72.56	73.68	74.84	75.40	76.00
80	5	9.12	42.84	64.56	76.56	74.40	81.12	84.00	85.12	86.28	86.28	86.84	86.84
100	.5	2.84	24.56	36.00	41.12	43.40	47.40	49.68	50.28	51.40	52.56	53.68	54.28
100	1	16.56	48.56	62.28	69.12	72.00	74.28	77.12	78.84	79.40	80.56	80.56	81.12
100	3	6.84	38.28	57.68	66.84	71.40	73.68	74.28	76.56	77.12	78.28	78.28	78.84
100	5	1.68	13.68	28.00	39.40	41.68	42.28	42.84	44.56	45.12	45.68	45.68	45.68
TESTIGO		0.40	1.20	2.80	4.00	6.00	6.80	8.00	8.80	10.80	10.80	11.60	11.60

Esta precoz germinación es seguida de una acelerada germinación de las semillas sometidas a los diferentes tratamientos, acelera -- ción que no se presenta sobre el testigo. Misma que se acentúa del -- segundo al séptimo día de haber colocado las semillas a germinar.

Inclusive en el quinto día de algunos tratamientos (80°C por 3- minutos y 100°C con 1 y 3 minutos) ya tenían valores mayores de 70% de germinación muestras que las semillas sin escarificar presenta-- ban el 6%. Posterior a estos días, los subsiguientes aumentos de -- germinación se presentaron en forma gradual e inclusive constante - hasta el doceavo día en que terminó el período de observación de la germinación.

En el siguiente cuadro se presentan los porcentajes promedio fi -- nales de germinación de los diferentes tratamientos para escarifica -- ción de la semilla de leucaena.

Cuadro No. 9 Porcentaje final de germinación de leucaena bajo - diferentes temperaturas y tiempos de inmersión en agua caliente.

TIEMPO EN MINUTOS.	TEMPERATURAS EN ° C.		
	60	80	100
0.5	15.40 e	59.4 b	54.28 bc
1	14.84 e	62.28 b	81.12 a
3	24.00 d	76.00 a	78.84 a
5	32.00 d	86.84 a	45.68 c
T E S T I G O.	3.57 e		

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente di -- ferentes de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%.

Analizando los datos por concentración, se tiene que a una temperatura de 60°C y tiempo de inmersión de 0.5 a 1 minuto, no son diferentes entre sí y el testigo ($P < 0.05$), sin embargo a medida que aumentan los tiempos de inmersión (3 y 5 minutos) la germinación aumenta significativamente respecto a los demás tiempos y el testigo ($P > 0.05$). Respecto al tratamiento de agua caliente a 80°C. acontece el mismo efecto que en el caso anterior de temperatura del agua a 60°C, sin embargo las germinaciones obtenidas con los diferentes tiempos de inmersión a 80°C son significativamente superiores a las de 60°C y al testigo.

Para los tratamientos de agua caliente a 100°C se observó la tendencia de incrementar los porcentajes de germinación a mayores tiempos de inmersión de las semillas hasta 3 minutos, siendo los tratamientos de 1 y 3 minutos por tiempo de inmersión, mayores -- significativamente en el porcentaje de germinación de la leucaena con respecto a los otros dos tiempos (0.5 y 5 minutos).

Cabe señalar que con tiempos constantes y variando las temperaturas en los tiempos que van desde 0.5 a 3 minutos en agua caliente se logra un aumento lineal de la germinación con respecto a la temperatura, lo cual no ocurre en el tiempo de inmersión de 5 minutos.

2.2. TRATAMIENTO CON ACIDO SULFURICO.

El análisis de varianza para el factor de escarificación con ácido sulfúrico en semillas de leucaena se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO No. 10. Análisis de varianza para la escarificación de leucaena bajo diferentes concentraciones y tiempos de inmersión en ácido sulfúrico.

FUENTE DE VARIACION.	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	Fc.	Ft.
Tratamientos	79.52	11	7.229	3.51	++
Concentraciones	43.45	2	21.725	10.55	++
Tiempo	1.04	3	0.346	0.168	N.S.
Interacción	35.03	6	5.838	2.83	+
Error experimental	148.29	72	2.059		
T O T A L.	227.81	83			

++ . Indica diferencia significativa ($P > 0.01$).

+ . Indica diferencia significativa ($P > 0.05$)

N.S. Indica no significativa.

C.V. = 48.6%.

En este cuadro, como se puede observar, las diferencias obtenidas entre tratamientos fueron altamente significativas ($P > 0.01$), igualmente aconteció entre componentes del factor concentración.

Mientras que para el factor tiempo, las diferencias observadas no fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$).

En cambio en la interacción de las semillas resultó con una diferencia significativa ($P > 0.05$).

Lo anterior nos indica que los tiempos de inmersión solo influyen significativamente bajo determinadas concentraciones.

En algunos tratamientos de la escarificación con ácido sulfúrico como se observa en el cuadro 11, la germinación de las semillas se presenta al primer día de observación, como es el caso de las se

millas tratadas con una concentración del ácido al 50% y tiempos de inmersión de las semillas de 1 y 10 minutos. Cabe señalar que esta precoz germinación les permitió a los tratamientos mencionados, obtener al final los más altos porcentajes de germinación.

De lo anterior se deduce, como se observa en los cuadros 11 y 12 una tendencia de germinación más rápida y mayor a bajas concentraciones del ácido y bajos tiempos de inmersión incluyendo al testigo, que también inició su germinación en el primer día de la prueba; solamente que éste no logró incrementar significativamente su germinación en los subsiguientes días de la prueba, pues obtuvo al doceavo el 11.6% de germinación en contraste con los dos tratamientos antes mencionados que lograron el 15.4% y el 21.1%.

En el siguiente cuadro se presentan concentrados los porcentajes promedio finales de germinación de leucaena.

CUADRO No. 11

PORCENTAJE DE GERMINACION POR DIA DE LEUCAENA BAJO DIFERENTES
CONCENTRACIONES Y TIEMPOS DE INMERSION EN ACIDO SULFURICO.

TRATAMIENTO		DIAS DE GERMINACION.											
Concentracion en %.	Tiempo en min.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50	1	0.56	4.00	7.40	8.00	10.28	10.84	10.84	12.00	12.56	13.12	13.12	15.40
50	10	0.56	5.68	9.68	15.40	16.00	17.12	17.68	18.84	19.40	20.56	2.56	21.12
50	20	0.	4.00	5.68	6.84	9.12	10.84	11.40	11.40	11.40	12.56	13.12	14.84
50	30	0.	2.28	5.12	6.84	7.40	7.40	8.56	9.12	9.68	10.28	10.84	12.00
60	1	0	11.20	4.00	4.00	5.12	6.28	6.28	7.40	7.40	8.00	8.00	8.00
60	10	0	1.12	1.68	2.28	4.00	5.12	6.84	8.56	8.56	9.12	9.12	9.12
60	20	0	2.28	4.56	6.28	7.40	7.40	8.56	9.68	10.84	10.84	10.84	11.40
60	30	0	1.12	4.00	5.12	6.84	9.12	10.28	11.40	12.00	12.00	12.00	12.00
70	1	0	0.56	3.40	5.68	6.84	8.56	9.68	10.28	10.84	13.12	13.12	13.12
70	10	0	0	1.12	2.84	4.00	4.00	4.00	4.56	4.56	5.12	5.68	5.68
70	20	0	1.68	2.28	5.68	6.28	7.40	8.00	9.68	9.68	9.68	9.68	9.68
70	30	0	0	2.84	5.68	8.00	8.56	9.12	9.12	9.12	9.12	9.12	9.12
TESTIGO		0.4	1.2	2.80	4.00	6.00	6.80	8.00	8.80	10.80	10.80	11.60	11.60

CUADRO No. 12 Porcentaje final de germinación de leucaena bajo diferentes concentraciones y tiempos de inmersión en ácido sulfúrico.

TIEMPO EN MINUTOS	CONCENTRACIONES DE ACIDO SULFURICO EN. %.		
	50	60	70
1	15.40 ab	8.00 cd	13.12 bc
10	21.12 a	9.12 bcd	5.68 d
20	14.84 bc	11.40 bcd	9.68 bcd
30	12.00 bcd	12.00 bcd	9.12 bcd
TESTIGO	14.28 bc		

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%.

Analizando los datos por concentración del 50% y por tiempos de inmersión de la semilla de 10 minutos, se logró el mayor porcentaje de germinación de todos los tratamientos (21.12), siendo este tratamiento superior significativamente ($P > 0.05$) con excepción del tratamiento de 50% por 1 minuto, a todos los demás tratamientos incluyendo el resto de las otras concentraciones e inclusive al testigo.

Como ya se había apuntado anteriormente se observa dentro de esta concentración (50%) un porcentaje mayor de germinación al someterse a inmersiones más breves a la semilla en el ácido, ocurriendo lo mismo con las demás concentraciones. En general se puede decir que a menor tiempo de inmersión de las semillas en ácido sulfúrico y a menores concentraciones del mismo para efectos de escarificación, la germinación es incrementada y se mantiene superior al testigo.

2.3. ACIDO SULFURICO VS. AGUA CALIENTE.

Al igual que para el caso del pasto guinea se seleccionaron --

los dos mejores tratamientos de ácido sulfúrico así como de agua caliente para la escarificación de las semillas de leucaena y fueron comparadas entre sí. Resultando del análisis de varianza de esta comparación, diferencias altamente entre los tratamientos (cuadro 2 del apéndice).

En el cuadro 14 se observa claramente que los tratamientos de escarificación con agua caliente son superiores significativamente ($P > 0.05$) a los del ácido sulfúrico, ya que se obtuvieron mayores porcentajes de germinación de la leguminosa leucaena.

CUADRO No.14. Mejores tratamientos de escarificación para leucaena bajo diferentes temperaturas y diferentes concentraciones con diversos tiempos de inmersión en agua caliente y ácido sulfúrico.

F A C T O R	TIEMPO EN MINUTOS	% DE GERMINACION.
<u>TEMPERATURA DEL AGUA.</u>		
80°C	5	86.84
100°C	1	81.12
<u>CONCENTRACION DE ACIDO.</u>		
50%	10	21.12
50%	1	15.14

CAPITULO V.

DISCUSION .

1. ESCARIFICACION DE PASTO GUINEA.

Cuando fueron sometidas a escarificación las semillas de pasto guinea con ácido sulfúrico a diferentes concentraciones y diversos tiempos de inmersión se encontró, como se puede observar en el cuadro 3, que a mayores concentraciones del ácido sulfúrico y prolongados tiempos de inmersión, la germinación del guinea fue incrementada. Esto puede atribuirse; ya que la semilla de pasto guinea presenta cubiertas florales (lema y palea) duras, a que el efecto del ácido a altas concentraciones y prolongados tiempos de inmersión en el proceso de escarificación, logró quemar estas cubiertas permitiendo así que se vieran la plumula y la radícula sin ninguna barrera que obstruyera su libre emergencia, lo cual se ve reflejado en una mayor germinación en las semillas de este pasto. Sin embargo los autores Febles y Padilla (8) al trabajar con semillas de pasto guinea y utilizando como medios escarificantes: sulfato de cobre, temperaturas e inoculantes, sugieren que la dormancia de la semilla no se debe exclusivamente a las cubiertas florales, pues encontraron que el testigo fue el mejor en la prueba, habiendo obtenido un 29.5% de germinación.

Por otro lado la eficacia del ácido sulfúrico en la escarificación de semillas es probada ampliamente; así se tienen diversidad de estudios como los de Groff (10) que logró mediante inmersiones en ácido sulfúrico para la escarificación de semillas de Bracharia decumbens germinaciones del 32% de igual forma Rios Et Al - (13), Gamboa y Guerrero (9) al realizar estudios de escarificación con ácido sulfúrico en diferentes especies de semillas, han encontrado resultados similares al del presente estudio de escarificación en semillas de pasto guinea.

Al someter semillas de guinea, de la misma cosecha que las del anterior método de escarificación bajo diferentes temperaturas de agua caliente y diversos tiempos de inmersión, se encontraron ciertas tendencias en general que a mayor temperatura y tiempo de inmersión disminuía el porcentaje de germinación en la semilla del pasto guinea.

Lo anterior puede explicarse señalando que por un lado la mayor temperatura y/o tiempo de inmersión pueden haber afectado en algunos casos los embriones de la semilla, como en el caso de la temperatura de 60° y tiempos de inmersión de 1 a 3 minutos y de 80°C y 1 minuto de inmersión; que resultaron con un porcentaje de germinación inferior al obtenido por el pasto no escarificado. Mientras en otros casos es probable que la temperatura y/o el tiempo de inmersión no hayan sido lo suficientemente prolongados como para remover las cubiertas florales (lema y palea) en un número apreciable de semillas. Lo cual podría haber acontecido por ejemplo en los tratamientos a temperaturas de 100°C con tiempos de inmersión de 0.5 a 3 minutos.

El factor de escarificación con agua caliente ha sido provocado en varias especies de semillas de gramíneas, como es el caso de zacate Buffel (*C. ciliaris*) que después de haber sido sometida por Arteaga (2) para escarificación con similares tratamientos de agua caliente o los de este estudio, concluye que los tratamientos de escarificación con agua caliente no son capaces de lograr romper la dormancia provocada por las cubiertas florales duras de este pasto. No logrando por tanto aumentos significativos en la germinación de esas semillas.

Estos intentos hasta ahora fallidos para incrementar la germinación en semillas de gramíneas con el factor de escarificación con agua caliente, son debidos quizá a que el agua caliente no logra remover las cubiertas florales, sino a temperaturas y tiempos muy específicos que deben ser objeto de mayor investigación.

ACIDO SULFURICO VS. AGUA CALIENTE EN LA ESCARIFICACION. De la comparación en efectividad de ambos métodos para escarificación de semillas de pasto guinea como se observa en los cuadros 3 y 6, el ácido sulfúrico fue el mejor; esto puede deberse, por un lado, a que el agua caliente a las temperaturas y tiempos de inmersión usados no lograron remover las cubiertas florales para así proporcionar la germinación y por otro, bien puede deberse a que el ácido además de actuar sobre la semilla quemando sus cubiertas florales, tuvo incidencia sobre ésta logrando estimularla-

químicamente sobre los inhibidores químicos de la germinación presentes en la semilla de guinea.

Esta estimulación química en la semilla de guinea es citada - por Feblesy Padilla (8), al trabajar para escarificación con ácido sulfúrico en semillas de P. maximun.

2. ESCARIFICACION DE L. leucocephala.

Los valores obtenidos para el porcentaje de germinación de esta semilla durante los 12 días de germinación post-tratamiento de escarificación con agua caliente, presentaron una tendencia diferente a la observada en el pasto guinea (cuadros 6 y 9), ya que -- los resultados de la escarificación expresada como porcentaje de -- germinación de la semilla fueron mayores en todos y cada uno de -- los tratamientos con respecto al testigo.

Es indudable que las envolturas duras que envuelven los cotiledones de las semillas de leucaena no permiten la entrada del -- agua que pondrá en marcha el mecanismo de germinación (Cushwa et al 6) lo cual inhibe a su vez también la emergencia de la raíz y la plúmula, que desarrollados dan origen a la nueva planta. El -- efecto de la temperatura del agua caliente y el tiempo de inmersión de la semilla es claro que actúa sobre esa cutícula al provocar una hinchazón de la semilla, la cual da como resultado el re-- blandecimiento y ruptura de esa envoltura.

Similares resultados fueron encontrados por Benth (4) en semillas de L. leucocephala, al ser sometidas para escarificación en agua caliente, indicando que el mejor tratamiento fue de 70°C por 5 minutos con una germinación de 70%, que es significativamente inferior a la obtenida en este estudio. Sin embargo estas variaciones entre resultados pueden estar afectadas por edad y época de cosecha de las semillas que pueden ser muy diferentes.

Respecto a esta misma semilla de leucaena, al ser tratada para escarificación con diferentes concentraciones de ácido sulfúrico y diferentes tiempos de inmersión, se tuvo en forma general, -- que a concentraciones mayores del 50% de ácido e inclusive mayor -

tiempo de inmersión, los porcentajes de germinación disminuyen inclusive a niveles más bajos que el testigo. Lo anterior difiere de los resultados reportados por Ríos Et al (18), quien trabajó con semillas de L. leucocephalas, C. pubescens y Pueraria phaceoloídes escarificándolas con ácido sulfúrico a las concentraciones de 20, 35, 50 y 75% y por tiempos de inmersión de las semillas de 10, 20, y 30 minutos, encontrando la máxima germinación con una concentración de 75% y 20 minutos de inmersión.

Ahora bien, es indudable que el ácido sulfúrico afecta la germinación en dos sentidos; en el primer caso se tiene que bajo una concentración de 60%, independientemente del tiempo de inmersión, se observó que las semillas de las leguminosas presentaron tendencias a deshidratarse, es decir sufrieron una compactación lateral, sobre todo las más pequeñas y livianas, ocasionando con ésto una inhibición en la germinación de las semillas que presentaron anteriormente esas características. Con relación al tamaño y forma de las semillas con el porcentaje de germinación antes dicha, Arredondo (1), después de trabajar en escarificación de semillas de pasto Buffel, mediante métodos mecánicos, concluye que a mayores pesos y tamaños de las semillas éstas estarán en posibilidades de obtener mayores porcentajes de germinación.

Por otro lado, se tiene que con concentraciones del 70% del ácido, el efecto de la escarificación fue en tal grado, que si bien no se observó en esos casos la compactación lateral de la semilla, como en la concentración del ácido al 60%, sí quizás el efecto del ácido se presentó directamente sobre el embrión provocando quemaduras en éste, que pudieron resultar letales para muchas semillas; solamente así se explica que en esta concentración, la mayor parte de los tratamientos presentó un porcentaje más bajo de germinación que las semillas que no fueron escarificadas.

ESCARIFICACION DE ACIDO SULFURICO VS. AGUA CALIENTE

De la comparación en la efectividad de ambos métodos de escarificación en semillas de leucaena como se observa en los cuadros (9 y 12), el agua caliente fue el mejor; esto puede deberse, por un la-

do, a la deshidratación observada en las semillas que fueron tratadas con ácido sulfúrico, y por otro, bien puede deberse a que la acción del agua caliente logró remover las envolturas impermeables dando paso al agua dentro de los cotiledones por medio de la válvula higroscópica (14) del hilio, dando paso así al proceso de germinación.

CAPITULO VI.
CONCLUSIONES.

1. Los mejores tratamientos para escarificación de pasto guinea tratada con ácido sulfúrico se obtuvieron cuando las semillas fueron sometidas a inmersiones de 20 a 30 minutos, a una concentración del ácido de 70%.

2. La escarificación de semillas de guinea con agua caliente debe hacerse a 60°C por inmersiones de 1 minuto.

3. Se concluye que el ácido sulfúrico es más efectivo para aumentar la germinación del pasto guinea, que el agua caliente.

4. Los mejores tratamientos para la escarificación de la semilla de leucaena con agua caliente, resultaron ser inmersiones de 1 a 3 minutos en agua caliente a 100°C, o bien inmersiones de 3 a 5 minutos a una temperatura de 80°C.

5. Para la escarificación con ácido sulfúrico de las semillas de leucaena, se encontró para la máxima germinación, una concentración del ácido de 50% con tiempos de inmersión de 1 a 10 minutos.

6. Se concluye que para escarificar la semilla de la leguminosa leucaena es más efectivo, para aumentar su porcentaje de germinación, el uso de agua caliente en relación con el ácido sulfúrico.

CAPITULO VII.
RESUMEN.

En abril de 1975 se condujo en el estado de Tabasco un estudio sobre la respuesta a la escarificación de semillas de leguminosa y gramíneas en el trópico húmedo.

Dicho estudio se llevó a cabo en los laboratorios del departamento de forrajes del Colegio Superior de Agricultura Tropical, el cual está situado en el municipio de Cárdenas, Tab.

Se usaron como materiales para el estudio, semillas de la leguminosa Leucaena leucocephala, Lam. y la gramínea Panicum maximum, Jacq; cosechadas de los campos de reproducción del propio Colegio Superior de Agricultura, en la primavera de 1975.

Los tratamientos de escarificación en estudio para ambas especies de semillas, fueron:

AGUA CALIENTE. A temperaturas de 60, 80 y 100°C. con tiempos de inmersión de las semillas de 0.5, 1, 3 y 5 minutos.

ACIDO SULFURICO. A una concentración de 50, 60, y 70%, con tiempos de inmersión de las semillas de 1, 10, 20 y 30 minutos.

La unidad experimental contó de 25 semillas, las cuales se colocaron en cajas de Petri, con un sustrato de papel absorbente para germinación durante doce días.

Los tratamientos fueron distribuidos en un arreglo factorial, de 4X3 en un diseño completamente al azar, en forma independiente para los tratamientos de ácido sulfúrico y agua caliente con 7 repeticiones por tratamiento.

Los datos obtenidos fueron analizados por medio de un análisis de varianza con una distribución completamente al azar, obteniéndose los mejores porcentajes de germinación para el factor agua caliente, con tratamientos de la semilla de leucaena a temperaturas de 100°C y tiempos de inmersión de 1 a 3 minutos, lográndose un porcentaje final de germinación de 81.12%.

Para el caso de P. maximum, los mejores tratamientos fueron para el ácido sulfúrico a una de 70% por tiempos de inmersión de las semillas de 20 minutos, lográndose el 38.84% de germinación final.

CAPITULO VIII.

A P E N D I C E.

CUADRO No. I. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ESCARIFICACION DE PASTO GUINEA BAJO DIFERENTES CONCENTRACIONES Y DIFERENTES TEMPERATURAS DE DIVERSOS TIEMPOS DE INMERSION EN ACIDO SULFURICO Y AGUA CALIENTE.

FACTOR DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO.	F.
TRATAMIENTOS	26	3	8.67	1.38 N.S.
ERROR EXPERIMENTAL	150.86	24	6.28	
T O T A L.	176.86	27		

N.S. = Indica no significativa

C.V. = 0.29

CUADRO No. II. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ESCARIFICACION DE LEUCAENA BAJO DIFERENTES CONCENTRACIONES Y DIFERENTES TEMPERATURAS CON DIVERSOS TIEMPOS DE INMERSION EN ACIDO SULFURICO Y AGUA CALIENTE.

FACTOR DE VARIACION.	SUMA DE CUADRADOS.	G.L.	CUADRADO MEDIO.	F.
TRATAMIENTOS	1903.58	3	634.53	75.00 ++
ERROR EXPERIMENTAL.	203.14	24	8.46	
TOTAL.	2106.72	27		

+ +. Indica diferencia altamente significativa ($P > 0.01$)

C.V. = 22.76

CAPITULO IX.
LITERATURA CONSULTADA.

1. Arredondo V. F. 1971. Efectos de Escarificación e inmersión en ácido sulfúrico sobre el letargo de la semilla de zacate Buffel (Cenchrus ciliaris L.). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Tesis Ing. Agrónomo sin publicar: -- págs. 24, 28.

2. Arteaga G. G. 1972. Efecto de la Exposición a Temperaturas de 44, 50 y 56 grados C. en atmósferas de O_2 y N_2 sobre el letargo de la semilla de zacate Buffel (Cencus ciliaris L.) Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Tesis Ing. Agrónomo no publicada: págs. 5, 11.

3. Blankenship O. J. y R. Smith, 1967. Breaking Seed Dormancy in Parris clover by acid Treatments. Journal of Range Management. 20 (1): 50, 51.

4. Benth L. 1968. Tratments off seed with hot water for (Leucaena glauca) Quesland Jorunal of Agricultural and Animal -- Sciences 25: 70, 78.

5. Cárdenas de la Fuente H. J. 1974. Efecto de la Exposición a temperaturas de 40, 50, 60 y 70 grados C. sobre el letargo de la semilla de zacate Buffel (Cenchrus ciliaris L.) Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Tesis Ing. Agrónomo sin publicar: págs. 28, 31.

6. Cushwa, T. Ch. E. R. Martin y L. R. Miller 1972. Efectos del fuego en la germinación de las semillas. Rendimiento del Pastizal. 1a. Edición, Ed. Pax, México, D. F. págs. 104, 108.

7. De la Loma Jol. 1966. Experimentación Agrícola. 2da. Edición. Ed. Uthea México, D. F. págs. 186, 193.

8. Febles G. y C. Padilla, 1970. Efectos del Rizobium Me li Lottii, La escarificación y la temperatura sobre la ructura de la dormancia de la semilla de hierba guinea común (Panicum maximun Jacq). Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 4: págs. 79, 84.

9. Gamboa G. y S: Guerrero. 1969. Escarificación de zacate Bahfa (Paspalum notatum Flugge) para acelerar su germinación. -

Agricultura Técnica en México. 2 (20): págs. 445, 449.

10. Grof. B. 1968. Viability of seed of (Brachiaria decumbens) Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences 25: págs. 149, 152.

11. Keller W. y T. A. Bleak, 1972. Tratamiento de pre -- siembra para acelerar la germinación y emergencia de semillas de -- gramíneas de pastizales. Rendimiento del pastizal. 1a. Ed. Ed. -- Pax, México, D. F. págs. 266, 267.

12. Mayrand L. M. y H. D. Gates, 1963. Effects of We -- tting and Drying of germination of crested wheatgrass seed. Journal of Range Management 16 (2): págs. 119, 121.

13. Mc. Lean B. D. B. Grof. 1968. Effect of seed -- treatments on brachiaria murica and B. ruziziensis. Queensland journal of Agricultural and Animal Sciences (25): 81, 83.

14. Marino A. R. Pánfilo y G. G. Manuel. 1969. Semillas -- 3a. reimpresión, Ed. Continental, S. A., México, D. F.: 41, págs. -- 190, 209.

15. Okigbo N. B. 1968. Studies of seed germination in -- star glass. Herbage Abstracts. 35 (1): pág. 226.

16. Plummer A. P. 1943. The germination and early see -- dling development of twelve range grasses. Journal of the American Society of Agronomi. 35: págs. 19, 34.

17. Rupper G. E.; H. R. Freyre y K. D. Bornes. 1968. Hot water inmersión effective for scarifing seeds of (Trephrosia vage -- lii) Herbage Abstracts 38 (1): pág. 52,

18. Ríos E. C.; P. Nogales y M. Cobo. 1957. Escarifica -- ción de semillas de algunas leguminosas tropicales forrajeras para acelerar y aumentar su germinación. Agronomía Tropical. 7 (2): -- págs. 51, 58.

19. Robbins W. W.; T. E. Weier y C. R. Stocking, 1974. -- Botánica. 2da. Reimpresión. Editorial Limusa, S. A., México, D. -- F.: 266, 270.

20. Serpa A. y J. Archicar. 1970. Influencia do período de maturacao na producao do sementes duras em (C. pubescens). Pesquisas Agropecuarias Brasileiras. 5: págs. 125, 128.

21. Tiedemann R. A. y W. F. Pond, 1972. Viabilidad de -- las Semillas de gramíneas después de largos períodos de almacenamiento sin cuidado alguno. Rendimiento del pastizal. 1a. Ed. Ed. - Pax, México, D. F. págs. 266, 267.

22. Whitney, D. L. P. E. Hosaka y C. J. Ripperton. 1939. Grosses of the Hawaiian Ranges. Hawaii. Agricultural experiment -- Station of the University of Hawaii. (82): 86, 87.