

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA



ESCARIFICACIÓN MEDIANTE EL REMOJO EN AGUA CALIENTE
DE LAS SEMILLAS DE *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B.L.
Turner, *Indigofera miniata* Ort. y *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose)
Windler

TESIS

QUE PRESENTA

RUBÉN EDGARDO ALATORRE SÁNCHEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

MARÍN, N.L.

FEBRERO 1996

03
010.631
FA1
1996
C.5

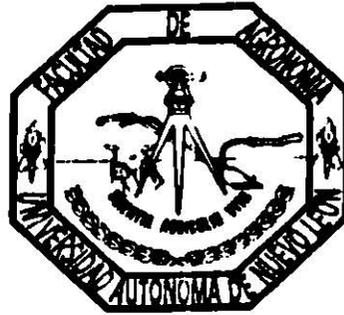
T
SB 203
A4
c. 1

FA
199
C. 5



1080060690

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESCARIFICACIÓN MEDIANTE EL REMOJO EN AGUA CALIENTE
DE LAS SEMILLAS DE *Desmanthus virgatus* var *depressus* (Willd.) B I
Turner, *Indigofera miniata* Ort. y *Neptunia pubescens* var *microcarpa* (Rose)
Windler

TESIS

QUE PRESENTA

RUBÉN EDGARDO ALATORRE SÁNCHEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

MARÍN, N.L.

FEBRERO 1996

12435



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. tesis



UANL

FONDO

TESIS LICENCIATURA

040.631

FA1

1996

C.5

ESCARIFICACIÓN MEDIANTE EL REMOJO EN AGUA CALIENTE
DE LAS SEMILLAS DE *Desmanthus virgatus* var *depressus* (Willd.) B. L.
Turner, *Indigofera miniata* Ort. Y *Neptunia pubescens* var *microcarpa* (Rose)
Windler.

TESIS

QUE PRESENTA

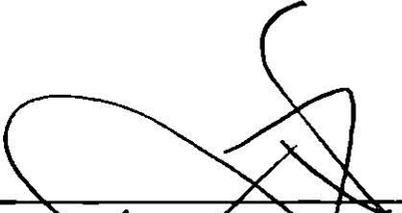
RUBÉN EDGARDO ALATORRE SÁNCHEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE

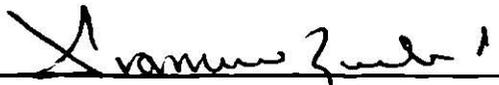
INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

COMISIÓN REVISORA.



Ing. CESÁREO GUZMÁN FLORES

Asesor Principal



Ph.D. FRANCISCO ZAVALA G

Secretario



Biol. JESÚS GONZALEZ M.

Vocal

**Para
Betty
por su amor y por sus sacrificios;
y para Yoalli e Ismael
que los han compartido con nosotros.**

RECONOCIMIENTOS

Quiero expresar profunda gratitud a mis padres, no sólo por el ejemplo que me han dado, sino también por el apoyo que me brindaron durante toda mi carrera; al Ingeniero Cesáreo Guzmán Flores, por su amable y acertada dirección; al Dr. Francisco Zavala García, por su ayuda en la clarificación del análisis estadístico; al Biólogo Jesús González Martínez y al Licenciado Dante U. Ramos Gutiérrez por su participación en la revisión de este trabajo; al Sr. Mireles, por su colaboración en el trabajo de laboratorio; y a Juan Carlos, por facilitar parte del material del Laboratorio de Biotecnología Vegetal para la realización del experimento. Finalmente, quiero agradecer a mi hermana Zindy por haberme facilitado su computadora para la preparación de este escrito.

***“Cuando un hombre empieza a aprender, nunca sabe lo que va a encontrar.
Su propósito es deficiente; su intención es vaga. Espera recompensas que
nunca llegarán, pues no sabe nada de los trabajos que cuesta aprender”.***

***“Pero uno aprende así, poquito a poquito al comienzo, luego más y más.
Y sus pensamientos se dan de topetazos y se hunden en la nada.
Lo que aprende no es nunca lo que uno creía. Y así se comienza a tener miedo.***

***El conocimiento no es nunca lo que uno se espera. Cada paso del aprendizaje
es un atolladero, y el miedo que el hombre experimenta empieza a crecer
sin misericordia, sin ceder. Su propósito se convierte en un campo de batalla”.***

***“Y así ha tropezado con el primero de sus enemigos naturales: ¡el miedo!
Un enemigo terrible: traicionero y enredado como los cardos.
Se queda oculto en cada recodo del camino, acechando, esperando.
Y si el hombre, aterrado en su presencia, echa a correr,
su enemigo habrá puesto fin a su búsqueda”.***

Don Juan

ÍNDICE

Página

ÍNDICE.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
1.INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Taxonomía de las especies bajo estudio.....	3
2.1.1. Taxonomía de <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> (Willd) B . L. Turner.....	3
2.1.2. Taxonomía de <i>Indigofera miniata</i> (Ort.).....	3
2.1.3. Taxonomía de <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler.....	4
2.2. Germinación.....	4
2.2.1. Definición.....	4
2.2.2. Etapas de la germinación.....	5
2.2.3. Factores externos que afectan la germinación.....	6
2.3. Latencia.....	8
2.3.1. Definición.....	8
2.3.2. Tipos de latencia.....	9
2.3.3. Sistemas de latencia.....	10
2.3.4. Mecanismos de latencia por control de entrada de agua..	11
2.3.5. Anatomía y morfología de la impermeabilidad de la semilla.....	12
2.3.6. Absorción de agua en las semillas impermeables.....	12
2.3.7. Técnicas para eliminar la impermeabilidad de la cubierta de la semilla.....	13
2.3.8. Escarificación mecánica.....	14
2.3.9. Escarificación por remojo en agua caliente.....	15
2.4. Antecedentes de las especies bajo estudio.....	15

2.4.1. <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> (Willd.) B L. Turner	15
2.4.2. <i>Indigofera miniata</i> (Ort.).....	16
2.4.3. <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler.....	17
2.5. Síntesis de la revisión de literatura.....	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. Ubicación del experimento.....	18
3.2. Tratamientos estudiados.....	18
3.3. Diseño experimental.	19
3.4. Variables estimadas.. .	20
3.5. Técnica de la prueba de germinación.....	21
3.6. Experimento 1 <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>Depressus</i> (Willd.) B . L. Turner.....	21
3.7 Experimento 2 <i>Indigofera miniata</i> (Ort.).....	22
3.8. Experimento 3 <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler.....	23
4. RESULTADOS.....	25
4.1. Experimento 1 <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> (Willd.) B . L. Turner.....	25
4.2. Experimento 2 <i>Indigofera miniata</i> (Ort.).....	28
4.3. Experimento 3 <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler.....	30
5 DISCUSIÓN.....	34
5.1. Experimento 1 <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> (Willd.) B . L. Turner.....	34
5.2. Experimento 2 <i>Indigofera miniata</i> (Ort.).....	35
5.3. Experimento 3 <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler.....	36
6. CONCLUSIONES.....	38
6.1. Experimento 1 <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> (Willd.) B . L. Turner.....	38
6.2. Experimento 2 <i>Indigofera miniata</i> (Ort.).....	38
6.3. Experimento 3 <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler.....	39
7. BIBLIOGRAFÍA.....	40
8. APÉNDICE.....	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Temperatura promedio del agua al comenzar y terminar de aplicar los tratamientos 2, 3, 4 y 5 sobre las semillas de <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> (Willd.) B. L. Turner.....	22
2	Temperatura promedio del agua al comenzar y terminar de aplicar los tratamientos 2, 3, 4 y 5 sobre las semillas de <i>Indigofera miniata</i> Ort.....	22
3	Temperatura promedio del agua al comenzar y terminar de aplicar los tratamientos 2, 3, 4 y 5 sobre las semillas de <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler.....	24
4	Análisis de varianza del experimento 1 (efecto de los tratamientos de escarificación sobre la germinación de la semilla de <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> (Willd.) B. L. Turner).....	25
5	Comparación de promedios (DMS) del experimento 1 (efecto de los tratamientos de escarificación sobre la germinación de la semilla de <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> (Willd.) B. L. Turner).....	26
6	Análisis de covarianza para porcentaje de germinación utilizando como covariable temperatura promedio, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos en el experimento 1 <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> (Willd.) B. L. Turner.....	27
7	Análisis de varianza del experimento 2 (efecto de los tratamientos de escarificación sobre la germinación de la semilla de <i>Indigofera miniata</i>).....	28

8	Comparación de promedios (DMS) del experimento 2 (efecto de los tratamientos de escarificación sobre la germinación de la semilla de <i>Indigofera miniata</i>).....	28
9	Análisis de covarianza para germinación utilizando como covariable temperatura promedio, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos en el experimento 2 <i>Indigofera miniata</i> (Ort).....	29
10	Análisis de varianza del experimento 3 (efecto de los factores Temperatura y Lapso de Remojo sobre la germinación de la semilla de <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler).....	30
11	Análisis de covarianza del experimento 3 (efecto de la covariable temperatura promedio sobre la germinación de la semilla de <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler).....	31
12	Análisis de varianza del experimento 3 (efecto de los factores Temperatura y Lapso de Remojo sobre la germinación de la semilla de <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler) comparando los cinco tratamientos en un diseño de bloques al azar.....	32
13	Comparación de promedios del experimento 3 <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler, con el método DMS.....	32

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro	Título	Página
1A	Datos originales de las pruebas de germinación de las semillas de <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> bajo diferentes tratamientos de escarificación.....	43
2A	Datos originales de las pruebas de germinación de las semillas de <i>Indigofera miniata</i> bajo diferentes tratamientos de escarificación.....	44
3A	Datos originales de las pruebas de germinación de las semillas de <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> bajo diferentes tratamientos de escarificación.....	45
4A	Datos finales de semillas germinadas, semillas embebidas y semillas sin embeber, después de cinco días, en las tres especies.....	46
5A	Datos finales de semillas germinadas, semillas embebidas y semillas sin embeber, después de diez días, en las tres especies	46
6A	Análisis de varianza y comparación de promedios con un nivel de significancia de 0.01 para el experimento 1 <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> (Willd.) B. L. Turner, tomando en cuenta los cinco tratamientos.....	47
7A	Análisis de varianza y comparación de promedios con un nivel de significancia de 0.01 para el experimento 1 <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> (Willd.) B. L. Turner, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos.....	48
8A	Análisis de covarianza para porcentaje de germinación utilizando como covariable temperatura promedio, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos en el experimento 1 <i>Desmanthus virgatus</i> var. <i>depressus</i> (Willd.) B. L. Turner.....	49

9A	Análisis de varianza y comparación de promedios con un nivel de significancia de 0.05 para el experimento 2 <i>Indigofera miniata</i> (Ort.), tomando en cuenta los cinco tratamientos.....	50
10A	Análisis de varianza y comparación de promedios con un nivel de significancia de 0.01 para el experimento 2 <i>Indigofera miniata</i> (Ort.), tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos.....	51
11A	Análisis de covarianza para porcentaje de germinación utilizando como covariable temperatura promedio, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos en el experimento 2 <i>Indigofera miniata</i> (Ort.).....	52
12A	Análisis de varianza, tablas de promedios de los factores temperatura (A) y lapsos de remojo (B) y tabla de comparación de promedios para el experimento 3 <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos.....	53
13A	Análisis de covarianza para porcentaje de germinación utilizando como covariable temperatura promedio, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos en el experimento 3 <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler.....	54
14A	Análisis de varianza y comparación de promedios con un nivel de significancia de 0.05 para el experimento 3 <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i> (Rose) Windler, tomando en cuenta los cinco tratamientos.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Porcentaje de germinación acumulativa de los seis tratamientos de escarificación en <i>Desmanthus virgatus</i>. Var. <i>depressus</i> (Willd) B. L. Turner.....	26
2	Porcentaje de germinación acumulativa de los seis tratamientos de escarificación en <i>Indigofera miniata</i>. Ort.....	29
3	Porcentaje de germinación acumulativa de los seis tratamientos de escarificación en <i>Neptunia pubescens</i> var. <i>microcarpa</i>. (Rose) Windler.....	33

1. INTRODUCCIÓN

La selección de especies adaptadas para restaurar pastizales deteriorados es un aspecto muy importante en un proyecto de reforestación. En tales circunstancias, los especialistas frecuentemente deben escoger entre especies nativas e introducidas de pastos y leguminosas, arbustos o plantas leñosas, para ser plantadas en monocultivos o en mezclas.

Actualmente, en la reforestación de pastizales se usan con más frecuencia las plantas perennes de estaciones cálidas (Kissock y Haferkamp, 1983). A pesar de esto, al igual que en muchas especies arbustivas, carecemos de información detallada relacionada a los requerimientos ambientales para la germinación de la semilla, el crecimiento de la plántula y el potencial para mejorar la germinación con tratamientos de presiembra. Esta información es vital si los empresarios agropecuarios quieren establecer exitosamente dichas especies en una mezcla de plantas para un proyecto de reforestación.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, a través de su Manual de Conservación de Suelos (1974), del Servicio de Conservación de Suelos, recomienda la mezcla de gramíneas y leguminosas para detener la erosión y mejorar la fertilidad del suelo; además. Tisdale y Nelson (1977) agregan que la fijación simbiótica del Nitrógeno por las leguminosas tiene una importancia considerable en la conservación de la fertilidad del suelo

Se ha encontrado que la plantación de mezclas de pastos y arbustos en la parte Oeste de Estados Unidos favorece la secuencia natural de la sucesión vegetal. Las mezclas, en comparación con el monocultivo, proveen una mayor variedad al ganado para pastorear, utilizan el perfil total del suelo más eficientemente y generalmente están mejor adaptadas a condiciones variables de clima, terreno, suelo y dosel.

En Nuevo León se encuentran cerca de 190 especies de leguminosas, casi todas ellas en comunidades de matorral. lo que indica la pobreza de los pastizales en cuanto a leguminosas se refiere. Dentro de las leguminosas que crecen en los pastizales se encuentran *Desmanthus virgatus* var *depressus* (Willd) B. L. Turner, *Indigofera miniata* Ort. y *Neptunia pubescens* var *microcarpa* (Rose) Windler (Madrigal, 1991).

La primera de las mencionadas, *Desmanthus virgatus* var *depressus*, se encuentra desde las planicies del Río Bravo hasta el centro de Texas, llegando hasta Nuevo México por el Oeste (Fulbright y Flenniken, 1987); además, investigadores mexicanos (Bendeck, 1982) afirman que se distribuye por casi todo el Territorio Nacional. Esta leguminosa nativa sirve de alimento para diversas especies domesticadas y silvestres (Madrigal, 1991). Esta planta ha sido evaluada por el USDA Soil Conservation Service en Knox City, Texas, para usarse en siembras de pastizales y en el control de la erosión (Fulbright y Flenniken, 1987). Aunque de *Neptunia pubescens* no se encontraron antecedentes de estudios, su morfología es similar a la especie anterior.

La segunda especie, *Indigofera miniata*, produce forraje palatable de alta calidad, es una planta perenne de estación cálida que tiene el potencial de mejorar la fertilidad del suelo a través de la fijación de Nitrógeno (Kissock y Haferkamp, 1983). Las tres especies tienen en común que la cubierta de su semilla es impermeable, por consecuencia, permanecen en reposo hasta que la cubierta permite la entrada del agua

De tal manera, el objetivo del presente trabajo fue determinar los efectos y la eficacia de diferentes tratamientos de escarificación por remojo en agua caliente en las tres especies de leguminosas nativas mencionadas anteriormente.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Taxonomía de las especies bajo estudio

2.1.1 Taxonomía de *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd) B. L. Turner.

Reino: *Vegetal*
División: *Embryophyta siphonogama*
Subdivisión: *Angiospermae*
Clase: *Dicotyledoneae*
Orden: *Rosales*
Familia: *Leguminosae* (Lawrance, 1969)
Subfamilia: *Mimosoideae* (Sánchez, 1984)
Género: *Desmanthus*
Especie: *virgatus*
Variedad: *depressus* (Correll & Johnston, 1970)

2.1.2 Taxonomía de *Indigofera minniata* Ort.

Reino: *Vegetal*
División: *Embryophyta siphonogama*
Subdivisión: *Angiospermae*
Clase: *Dicotyledoneae*
Orden: *Rosales*
Familia: *Leguminosae* (Lawrance, 1969)
Subfamilia: *Papilionoideae* (Sánchez, 1984)
Género: *Indigofera*
Especie: *miniata* (Correll & Johnston, 1970)

2.1.3 Taxonomía de *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler.

Reino: *Vegetal*
División: *Embryophyta siphonogama*
Subdivisión: *Angiospermae*
Clase: *Dicotyledoneae*
Orden: *Rosales*
Familia: *Leguminosae* (Lawrance, 1969)
Subfamilia: *Mimosoideae* (Sánchez, 1984)
Género: *Neptunia*
Especie: *pubescens*
Variedad: *microcarpa* (Correll & Johnston, 1970)

2.2 Germinación

2.2.1 Definición de germinación.

La germinación se define como el proceso por el cual, bajo condiciones apropiadas, el eje embrionario da seguimiento a su desarrollo, que había sido interrumpido debido a la madurez fisiológica (Carvalho, 1983). Esta definición presume que la semilla ha estado en reposo después de su formación y desarrollo. Durante este período de descanso, la semilla está en un estado relativamente inactivo y tiene una baja tasa metabólica. La semilla puede permanecer en este estado hasta que el tiempo y el lugar sean adecuados para la reanudación del crecimiento (Copeland, 1976).

La definición de germinación de la Asociación de Analistas Oficiales de Semillas según Crosier, (citado por Kissock y Haferkamp, 1983), consideró que el embrión de la semilla debe de desarrollar las estructuras esenciales para desarrollar una planta bajo condiciones favorables. Según esta asociación, los dos criterios principales para germinación son:

1) Normal: Al menos un cotiledón expuesto y una radícula mayor o igual a 5 mm de largo;

2) Anormal: Sin cotiledón expuesto o con radícula menor de 5 mm de longitud.

Para que una semilla germine debe estar viva. El período que una semilla puede vivir se denomina longevidad y está determinado por las características genéticas. El período que la semilla realmente vive está determinado por la interacción de los factores genéticos y ambientales; este período recibe el nombre de viabilidad. Como se ve, el período de viabilidad puede ser menor o igual al período de longevidad (Carvalho, 1983).

2.2.2 Etapas de la germinación

La germinación es un proceso que, como todos los otros procesos biológicos, consume energía. La energía utilizada en la germinación proviene de la degradación de sustancias de reserva de la semilla, utilizándose oxígeno para "quemar" tales productos. En otras palabras, la germinación hace uso de la energía proveniente de la respiración, y como una semilla, por más bajo que sea su contenido de humedad nunca deja de respirar, se puede decir que el proceso maduración/germinación es ininterrumpido. Lo que ocurre entre estas dos etapas, aparentemente distintas, es apenas una reducción en la intensidad del fenómeno a tal punto que parece no estar ocurriendo; las actividades metabólicas de la semilla que culminan con una reiniciación efectiva del crecimiento por el eje embrionario se aceleran a medida que ésta, puesta en un sustrato apropiado, absorbe humedad (Carvalho, 1983).

De acuerdo a lo anterior, podríamos decir que las principales etapas que ocurren en la germinación de la semilla, de acuerdo con Guzmán *et al.*, (1995) son:

1ª Etapa. La semilla se hidrata. De esta manera los tejidos se vuelven un medio acuoso en donde se efectúan las reacciones químicas y pueden transportarse las moléculas.

2ª Etapa. Se liberan fitohormonas como las giberelinas. Estas inducen actividad enzimática que descompone las sustancias de reserva, las cuales generalmente son complejas e insolubles; por consecuencia se originan sustancias simples y solubles.

3ª Etapa. Las sustancias simples se traslocan hacia el eje formado por la plúmula y la radícula, el cual reanuda su crecimiento. Por lo general, dicha reanudación se manifiesta primero en la radícula y después en la plúmula.

De una manera más extensa, Copeland, 1976, señala que los principales eventos que ocurren en la germinación de la semilla, son:

- 1) Imbibición de agua.
- 2) Activación de enzimas.
- 3) Iniciación del crecimiento del embrión.
- 4) Ruptura de la cubierta de la semilla.
- 5) Emergencia de la plántula.
- 6) Establecimiento de la plántula.

2.2.3 Factores externos que afectan la germinación.

Según Carvalho (1983), son tres los principales factores que afectan el proceso de la germinación, estos son, el agua, la temperatura y el oxígeno:

1. **Agua.** La absorción del agua depende de los siguientes factores.

a) **Especie**, es decir, características genéticas.

esencial para que se forme el medio acuoso en el cual se pueden desarrollar las reacciones químicas del proceso.

c) **Área de contacto.** A mayor área de contacto con las partículas del suelo, se incrementa la absorción de agua debido a que éstas tienen retenida agua por fuerzas adhesivas y cohesivas.

d) **Temperatura.** A mayor temperatura, el agua pierde viscosidad, no obstante, si se encuentran solutos disueltos en la misma, disminuye el potencial hídrico de la solución, por lo tanto, disminuye la posibilidad de entrada de agua en la semilla (Guzmán y Kohashi, 1994).

2. **Temperatura.** La temperatura influye sobre las reacciones bioquímicas que se desarrollan durante el proceso de la germinación. Al inicio de la germinación, las sustancias complejas insolubles son degradadas a sustancias simples solubles, esto hace que se ejerza un efecto osmótico, incrementando la absorción de agua. De manera semejante a una reacción química, la germinación será tanto más eficiente en tanto mayor sea la temperatura, hasta un cierto límite. Asimismo, la germinación ocurrirá dentro de ciertos límites de temperatura; arriba o abajo de los límites superior e inferior respectivamente, la germinación no ocurrirá.

Por su parte, un gran número de especies presentan una reacción germinativa favorable a una alternancia de temperatura, a semejanza de lo que ocurre en la naturaleza, en donde las temperaturas diurnas son más altas que las nocturnas.

Por otro lado, la temperatura afecta los resultados del proceso germinativo de tres maneras distintas:

- a) Sobre el total de germinación.
- b) Sobre la velocidad de germinación.
- c) Sobre la uniformidad de germinación.

3. Oxígeno. La degradación de sustancias de reserva de la semilla y el suministro de energía para el desarrollo del eje embrionario, son un proceso de "quema" de dichas sustancias, en el cual se ocupa el mismo combustible que en todos los procesos biológicos: el oxígeno.

No obstante la gran importancia del oxígeno, los requerimientos de las semillas son usualmente bajos (Carvalho, 1983). Según Siegel y Rosen (citados por Carvalho, 1983), la mayoría de las especies no exigen una concentración superior al 10% para germinar.

2.3 Latencia.

2.3.1 Definición.

Una semilla viva se considera en latencia si es incapaz de tomar agua, desarrollar el crecimiento del embrión o de activar reacciones bioquímicas (Macdonald, 1990). Por lo tanto, la latencia es el fenómeno por el cual las semillas de una determinada especie, a pesar de estar vivas y tener todas las condiciones ambientales favorables, no germinan.

Sin embargo no debe confundirse el estado de latencia con el de quiescencia, que es un estado de reposo en el que, estando viva la semilla, es fácilmente superado con el suministro de condiciones ambientales necesarias (Carvalho, 1983).

Según Macdonald (1990), la latencia usualmente resulta del proceso que ocurre durante el desarrollo de la semilla después de la fertilización (normalmente después de que se ha completado el desarrollo del embrión y el almacenamiento del alimento). La latencia en la naturaleza, representa una forma vital para la protección y aseguramiento de la sobrevivencia de la planta, ya sea que las condiciones internas o externas impidan que la semilla germine en el momento equivocado del año (Macdonald, 1990). De acuerdo con Carvalho (1983), la latencia ha sido como un recurso por el cual la naturaleza distribuye la germinación en el tiempo

En palabras de Guzmán, *et al.* (1994), el reposo, del cual la latencia es un caso particular, le permite a los vegetales mantener su sincronía fenológica con el devenir ambiental, es decir, les permite presentar las etapas de su desarrollo en concordancia con los eventos del ambiente. Esto es un mecanismo de salvaguarda para que los vegetales puedan evadir o coincidir con condiciones adversas o favorables respectivamente, para su desarrollo.

2.3.2 Tipos de latencia

Son ampliamente reconocidos, según Carvalho (1983), dos tipos de latencia: la natural o primaria y la inducida o secundaria. La latencia primaria podría ser mejor caracterizada por el ejemplo de algunos aspectos observables con cierta facilidad:

a) En una determinada especie, la latencia primaria siempre ocurre, aunque con intensidad variable de año con año y de lugar en lugar. Por ejemplo, en el caso del pasto Buffel, algunas evidencias aportadas por los productores de ‘semillas’ sugieren que el agobio hídrico de la planta, cuando se presenta el desarrollo del embrión, induce a acentuación de la latencia (Guzmán *et al.*, 1994).

b) Es un tipo de latencia que se instala en la fase de maduración de la semilla. Es parte integral del proceso de maduración, teniendo un desarrollo concomitante y paralelo con otros procesos como: reducción en el contenido de humedad y aumento en el contenido de materia seca. En otras palabras, es un fenómeno genéticamente programado para surgir y desarrollarse conjuntamente con la semilla.

En algunos casos, la latencia es superada por simple almacenamiento de semilla seca por algún tiempo, generalmente no muy largo (de semanas a pocos meses). Así, inmediatamente después de la cosecha, las semillas no germinan; pero después del citado período de almacenamiento, las semillas pueden germinar. Este tipo de latencia es denominado ‘latencia de postcosecha’ (Popinigis, 1977).

La latencia secundaria o inducida, es un tipo de latencia que no siempre ocurre. Cuando esto acontece, es por la inducción de una condición ambiental especial. Este, tal vez, sea el aspecto más característico de la latencia secundaria: son necesarias condiciones ambientales específicas para que ella surja (Carvalho, 1983). Generalmente, la latencia secundaria es inducida cuando son dadas a las semillas condiciones favorables de germinación, excepto una (Popinigis, 1977).

Los factores ambientales que con más frecuencia se verifican en inducir latencia secundaria son altas temperaturas y una baja humedad relativa del aire, principalmente cuando se asocian. Esto está relacionado con lo consignado por Macdonald (1990), quien apunta que la latencia puede desarrollarse: a) Durante el procesamiento y almacenamiento de la semilla por ejemplo, excesivo secado de esta. b) Después de la siembra. Condiciones no favorables, tales como altas temperaturas cuando la semilla se siembra debajo de vidrio o polietileno, pueden reinducir la latencia.

Por otra parte, Vegis (citado por Carvalho, 1983), sugiere que los factores que más influencia tendrían en la aparición de la latencia serían las altas temperaturas y la deficiencia de Oxígeno.

2.3.3 Sistemas de latencia.

Existen por lo menos tres sistemas de latencia en semillas. Se les denomina sistemas dado el hecho de que funcionan de manera integrada con las diversas estructuras de la semilla, asimismo con varios agentes ambientales de imposición, manutención y remoción de latencia. Estos tres sistemas son los siguientes (Carvalho, 1983):

- Sistema de control de entrada de agua al interior de la semilla.**
- Sistema de control del desarrollo del eje embrionario.**
- Sistema de control de equilibrio de sustancias promotoras e inhibidoras .**

2.3.4 Mecanismos de latencia por control de entrada de agua.

Probablemente, el mecanismo de latencia mejor conocido en especies agrícolas, es el causado por cubiertas de semillas que son impermeables al agua o a gases. La impermeabilidad al agua es común en alfalfa, tréboles y otras especies de leguminosas (Copeland, 1976).

Dicho sistema impide que el agua entre al interior de la semilla cuando ésta está colocada en un sustrato con condiciones apropiadas para la germinación. Este papel está desempeñado por la cáscara, que está recubierta o construida con sustancias cerosas que ejercerían directamente el papel de obstaculizar la entrada de agua (Carvalho, 1983).

Por las apariencias y algunas evidencias, la latencia causada por impermeabilidad al agua, es un mecanismo típico de regiones tropicales, donde el exceso de humedad sería el problema a controlar (Carvalho, 1983). Mirov (citado por Carvalho, 1983), afirmó que este tipo de latencia ocurre con más frecuencia en plantas que se desenvuelven en regiones de baja altitud, en las cuales se puede esperar mayor acumulación de humedad y temperaturas más altas. No obstante lo anterior, existen numerosos estudios realizados en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León que indican que la mayoría de las leguminosas de las zonas áridas de Nuevo León presentan cubiertas impermeables.

Por otra parte, muy poco se conoce acerca de los efectos de la influencia ambiental y cultural en la formación de la semilla con cubierta impermeable; a pesar de esto, ambas parecen ser importantes. Las condiciones del clima y del suelo son importantes durante los estados finales de la madurez. Aparentemente, varias interacciones ambientales complejas contribuyen a la impermeabilidad durante el desarrollo y maduración de la semilla. Por ejemplo, la semilla de alfalfa de lugares bajos tuvo un menor contenido de semillas impermeables que aquella de lugares más altos; semillas del segundo corte en adelante tuvieron un contenido más alto de semillas impermeables que aquellas del primer corte; a pesar de esto, las semilla de lotes con riego y sin riego no tuvieron diferencia (Copeland, 1976).

2.3.5 Anatomía y morfología de la impermeabilidad de la semilla.

En las semillas de algunas plantas, como algunos géneros de leguminosas, la testa está cubierta de una cutícula muy gruesa. Esta u otra capa de la testa puede servir para impedir el paso del agua o del aire, en tanto que la semilla permanezca intacta (Fahn, 1978).

La impermeabilidad al agua o a gases puede estar causada por cualquiera de las "envolturas" de la semilla. En la mayoría de los casos, como en las leguminosas, el tejido responsable es la cubierta de la semilla. En otras especies como la sandía, el tilo americano y el pepino, la membrana nucelar contribuye a la impermeabilidad. El pericarpio puede también impedir que la semilla tome agua o gas, como en el fresno europeo (*Fraxinus excelsior*). El endocarpio de las "semillas" de café restringen la entrada de Oxígeno (Copeland, 1976).

La impermeabilidad puede deberse al depósito de varias sustancias impermeables en la testa, pericarpio o membranas celulares (Copeland, 1976). Las siguientes sustancias han sido descritas como conferidoras de impermeabilidad al agua: suberina, lignina, cutina, tanino, pectina y derivados de quinona (Carvalho, 1983). La presencia de lípidos, tanino y sustancias pécticas en la cubierta de la semilla, contribuyen a su impermeabilidad al agua (Copeland, 1976).

La permeabilidad al agua es usualmente mayor en el área micropilar, donde ordinariamente la cubierta de la semilla es muy delgada. El hilo de muchas semillas también permite una fácil entrada de agua. Las semillas de cierta especie tienen un tejido especial alrededor de estas aberturas naturales que previenen la entrada del agua y contribuyen a fortalecer la latencia por cubiertas impermeables (Copeland, 1976).

2.3.6 Absorción de agua en las semillas con cubiertas impermeables (Según Copeland, 1976).

La cubierta de la semilla actúa como una membrana semipermeable, permitiendo la entrada de agua y ciertos solutos, al mismo tiempo que restringe otros. Esta permeabilidad diferencial puede ser el resultado de la ionización de los grupos ácido y básico de los lípidos de la membrana. Tales membranas repelen los iones de carga similar mientras que atraen a aquellos con carga opuesta. Por lo tanto, las moléculas no-ionizadas de lípidos o bases, no entran tan prontamente como las moléculas ionizadas.

Por lo anterior, el índice y la cantidad de agua absorbida por la semilla está influenciada por su composición química, la cual depende de la especie. Aun las diferencias en la composición de varias partes de la semilla influyen en su índice de absorción.

Las semillas impermeables de algunas especies tienen interesantes mecanismos que regulan la toma de agua. Algunos contienen una grieta estrofiolar de la cubierta de la semilla en la región micropilar. La imbibición sólo puede ocurrir después de que la hendidura se ha abierto por impacto, por tratamiento con ácido sulfúrico o por causas naturales tales como: Fluctuaciones en la temperatura; mojado y secado; acidez del suelo; microorganismos; paso a través del tracto digestivo de los animales; o por envejecimiento natural.

2.3.7 Técnicas para eliminar la impermeabilidad de la cubierta de la semilla.

La finalidad de los tratamientos para romper la latencia es llevar el más alto porcentaje o proporción de semillas viables al punto de germinación. Esto, ayuda a asegurar la germinación y un cultivo bien establecido, comparado con la germinación irregular y con el resultado de un producto final de calidad más pobre.

Las semillas impermeables de especies agrícolas frecuentemente son escarificadas antes de la siembra para permitir una absorción de agua, germinación y establecimiento más rápido y uniforme (Copeland, 1976). Se reconocen tres tipos principales de escarificación: 1) La escarificación

mecánica, 2) la química y 3) la que se produce con el remojo de semillas en agua caliente. La escarificación química no es muy utilizada en forma práctica, por lo que se le dará mayor importancia a mencionar únicamente la escarificación mecánica y la que se produce con el remojo de la semilla en agua caliente.

2.3.8 Escarificación mecánica.

El objetivo es perforar, romper o reducir el grosor de la cubierta seca, para hacerla más permeable al agua y al aire. Se obtiene éxito al limar, romper o astillar la cubierta con pequeñas herramientas manuales para pequeñas cantidades de semillas grandes. El grosor de la cubierta puede ser reducido al frotar la semilla contra una lija (Macdonald, 1990).

Pueden existir tantas técnicas de escarificación como el ingenio lo indique. Las máquinas de escarificación mecánica utilizan una acción rotante, volteadora o de sacudida, la cual raspa a las semillas unas contra otras, o en contra de una superficie abrasiva (Copeland, 1976). Un tambor movido por un motor eléctrico, forrado por dentro con lija, puede ser usado para cantidades de semilla más grande. Al dar vueltas el tambor, gradualmente reduce el grosor de la cubierta (Macdonald, 1990).

Se puede usar una mezcladora de cemento común si no está disponible un tambor especial con lija. Se mezcla la semilla con arena gruesa áspera, y se revuelve en la mezcladora. Este método tarda bastante tiempo en escarificar cada lote de semillas. De todos modos, en cualquier técnica que sea usada, es importante revisar regularmente el grado de reducción de la cubierta, para asegurar que los tejidos internos no se dañen (Macdonald, 1990).

En los trabajos experimentales efectuados en el Laboratorio de Anatomía y Fisiología de la F.A.U.A.N.L., por lo común se utilizan agujas para punzar la semillas cuando el número de estas es reducido (hasta dos mil semillas). De esta manera se tiene la certeza de obtener el 100% de escarificación (comunicación verbal, Guzmán F., Cesáreo, 1995, Jefe de laboratorio).

2.3.9 Escarificación por remojo en agua caliente.

El remojo en agua caliente por un período de tiempo determinado, suaviza la cubierta de la semilla y así permite que la semilla se embeba. Promueve una forma más natural de degradar la cubierta de la semilla. Esta técnica es particularmente útil para muchas Fabaceas (Macdonald, 1990).

Porter (citado por Popinigis, 1977), reportó haber conseguido romper la impermeabilidad de las semillas de Fabaceas como *Acacia pychantha*, *A. acuminata*, *Robinia nispida*, *R. pseudacacia* y *R. viscosa*, al introducir las semillas en agua hirviendo por 5 segundos.

2.4 Antecedentes de las especies bajo estudio.

2.4.1 *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd) B. L. Turner.

Fulbright y Flennik (1987), reportan trabajos con *Desmanthus virgatus* var. *depressus*, Los objetivos principales están en determinar los efectos de seis regímenes de temperatura alterna sobre la germinación de semillas escarificadas y sin tratar, tanto en luz como en oscuridad; y determinar también la eficiencia de varios tratamientos de presembrado en la germinación de esta especie.

Los regímenes de temperatura fueron: 5-15, 10-20, 15-25, 20-30, 25-35 y 30-40°C. Los tratamientos de presembrado fueron remojo en: (1) Ácido sulfúrico concentrado 0, 20, 40, 60 y 80 minutos; (2) remojo en agua caliente (80)°C por 0, 20, 40, 60 y 80 minutos; (3) remojo en hipoclorito de Sodio (NaOCl) 0.7 mol litro⁻¹ por 0, 15, 30, 45 y 60 minutos; (4) corte de la testa con una navaja; (5) remojo en peróxido de Hidrógeno 2.9 mol litro⁻¹ por 0, 15, 30, 45 y 60 minutos. Las semillas se enjuagaron en agua después del remojo. Se tuvieron 4 repeticiones de 100 semillas por caja *Petri*.

La germinación no se incrementó con los remojos de la semilla en hipoclorito de Sodio ni en peróxido de Hidrógeno. Los resultados del remojo en agua caliente (80°C) por 0, 20, 40, 60 y 80 minutos fueron de 3, 87, 75, 17 y

1% de germinación respectivamente. El remojo en ácido sulfúrico por 0, 20, 40, 60 y 80 minutos resultó 3, 98, 99, 95 y 90% de germinación respectivamente.

No encontraron diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los efectos de los tratamientos de escarificación mecánica y por ácido sulfúrico. Sin embargo, encontraron diferencia entre la escarificación mecánica y el remojo en agua caliente. El porcentaje de germinación de la escarificación mecánica fue de 91%, el del ácido sulfúrico de 88%, el del remojo en agua caliente de 78% y el del testigo de 3%.

2.4.2 *Indigofera miniata* Ort.

Pruebas preliminares realizadas por Kissock y Haferkamp (1983), indican porcentajes de germinación de 37% después de 14 días en un régimen de temperatura de 18/24°C. Su hipótesis es que las semillas de *Indigofera minniata var leptosepala* germinarían mejor en un rango de temperaturas estrecho y suponían que la germinación de su semilla se podría mejorar con tratamientos de presembrado.

El trabajo de estos investigadores consistió en realizar pruebas de germinación. Las pruebas se realizaron en cámaras de ambiente controlado con lotes de 50 semillas que habían pasado por diferentes tratamientos de presembrado; estos incluyeron: escarificación mecánica, inmersión de la semilla en agua caliente (80°C por 3 minutos) y escarificación ácida por inmersión de las semillas en ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 17 minutos.

Estos tratamientos se llevaron a cabo bajo regímenes de temperatura de 5/15, 10/20, 15/25 y 20/30°C con fotoperíodos de 12 horas durante el período de altas temperaturas. Los porcentajes más altos se dieron en las dos temperaturas más altas, donde la germinación fue notoria en el segundo día para la semilla escarificada mecánicamente y en el cuarto día para la semilla remojada en agua caliente. En estos dos regímenes de temperatura, las semillas escarificadas tanto con ácido como en forma mecánica germinaron en más del 90%, mientras que las semillas remojadas en agua caliente germinaron en un

65% y las semillas sin tratar solo germinaron el 40%. La germinación de las semillas remojadas en agua fue significativamente mejor que las semillas sin tratar del día 6 al 14 a 15/25°C y del día 6 al 10 a 20/30°C.

2.4.3 *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler.

No se encontraron antecedentes de trabajo con esta especie, salvo la experiencia del Laboratorio de Anatomía y Fisiología Vegetal de la FAUANL, en el cual se escarificó esta semilla mecánicamente utilizando alfileres de disección. Su cubierta es más blanda que la de *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd) B. L. Turner y la de *Indigofera miniata* Ort.

2.5 Síntesis de la revisión de literatura

Los antecedentes nos indican que en general existe poca información en la biología de las especies del presente trabajo, particularmente de las técnicas para escarificar las semillas de las mismas, sobre todo en *Neptunia pubescens* e *Indigofera miniata*, las cuales prácticamente se desconocen. No obstante, tanto los antecedentes, así como la experiencia obtenida en el Laboratorio de Anatomía y Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., indican que los métodos con mayor potencial para su aplicación en el tratamiento de las semillas de dichas especies, son aquellos con remojo en agua caliente, debido a que presentan menos riesgos y no necesitan tantos cuidados como los tratamientos con escarificación química, además de ser más prácticos que aquellos con escarificación mecánica.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Ubicación de los experimentos

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Anatomía y Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en el Municipio de Marín, N.L.

La temperatura, durante todo el período experimental, fluctuó entre 29 y 31.5°C. Se trabajó con luz indirecta que entró por las ventanas del laboratorio. En ningún momento incidió luz directa sobre las unidades experimentales.

El estudio consistió en tres experimentos realizados simultáneamente en los cuales se compararon diferentes tratamientos de escarificación mecánica y por remojo en agua caliente. Cada experimento correspondió a una especie diferente. En el experimento 1 se utilizó semilla de la especie *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B. L. Turner, la cual fué colectada en el Campo Experimental Agropecuario de la FAUANL. El experimento 2 se llevó a cabo con semilla de *Indigofera miniata* (Ort.) proveniente de colecta del Campo Experimental citado anteriormente. Por último, en el experimento 3 la especie objeto de estudio fue *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler, cuya semilla provino de colecta en el Municipio de Parás, en el Estado de Nuevo León.

3.2. Tratamientos estudiados

Para cada especie se estudiaron seis tratamientos; cuatro consistieron en diferentes tiempos de remojo en agua caliente a 80°C, los cuales se compararon con el testigo (semilla sin tratamiento) y un tratamiento de escarificación mecánica, que sirvió para conocer la capacidad germinativa de la semilla. Sin embargo, los resultados de este último tratamiento no se contemplaron en el análisis estadístico. Los tratamientos de temperatura, se describen en el experimento respectivo de cada especie.

La escarificación mecánica se efectuó con una navaja, eliminando parte de la cubierta de la semilla, tratando de no dañar al embrión. Los tratamientos en agua caliente, se llevaron a cabo en un vaso de precipitado con capacidad para 1000 ml, en el cual se calentaron sólo 350 ml de agua destilada. Al momento en que el agua se encontró a la temperatura específica del tratamiento, se retiró el recipiente del fuego y se introdujo la semilla el tiempo necesario para cubrir el tratamiento.

Durante la aplicación de cada tratamiento en agua caliente, la temperatura del agua disminuyó conforme transcurría el tiempo, y los valores de dicha disminución se especifican en cada experimento (Cuadros 1, 2 y 3). Debido a que la temperatura con que se terminó cada uno de los cuatro tratamientos difirió considerablemente entre sí, se supuso que podía existir un efecto de temperatura que no se estaría considerando en una análisis de varianza, de manera que se realizó un análisis de covarianza para cada experimento, en el que se evaluó el efecto de la covariable Temperatura Promedio durante el Tratamiento. El resultado de cada análisis de covarianza se detalla en cada experimento.

3.3 Diseño experimental

En los experimentos 1 y 2 los tratamientos se distribuyeron siguiendo un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. El modelo estadístico usado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} es la observación del tratamiento i en la repetición j .

M es el efecto verdadero de la media general.

T_i es el efecto del i -ésimo tratamiento.

E_{ij} es el error experimental.

Este diseño es el más adecuado para trabajos en laboratorio. Se utiliza cuando las unidades experimentales son homogéneas, o relativamente

homogéneas, de tal manera que no es posible identificar un gradiente de variabilidad entre ellas (Olivares, 1993).

El experimento 3 consistió en un arreglo factorial 2 x 2 en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + L_j + ML_{ij} + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ij} es la observación del nivel i de Temperatura en el Lapso de Remojo j .

M es el efecto verdadero de la media general.

T_i es el efecto del nivel i de Temperatura.

L_j es el efecto del nivel j de Lapso de Remojo.

T_{ij} es el efecto de la interacción Temperatura Lapso de Remojo.

E_{ijk} es el error experimental.

3.4 Variables estimadas

Porcentaje Total de Germinación. Para determinar el Porcentaje Total de Germinación se utilizó el cociente de la cantidad de semillas germinadas al final del experimento, entre el total de las semillas sembradas, multiplicado por 100.

Porcentaje Diario de Germinación. Este se estimó a través del cociente de la cantidad de semilla germinada diariamente, entre el total de semillas sembradas multiplicado por 100. La cuantificación de las semillas germinadas se hizo a intervalos de 24 horas, comenzando a las 24 horas de la siembra. El procedimiento consistió en contar las semillas germinadas y eliminarlas. En el último día (5° día) se contaron también las semillas que no germinaron. De estas se diferenciaron entre las que se embebieron pero no germinaron y aquellas en que a pesar del tratamiento no se escarificaron. Para esta variable no se realizó análisis de varianza.

El conteo de las semillas germinadas cesó a los cinco días después de la siembra. Se determinó este lapso sugerido por la experiencia del Laboratorio de Anatomía y Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad

Autónoma de Nuevo León. En dicho laboratorio, se obtuvo un período entre uno y dos días para la germinación de semillas escarificadas mecánicamente, por consecuencia, se consideraron cinco días como período apropiado para el presente trabajo (comunicación verbal, Guzmán F., Cesáreo, 1995, Jefe de laboratorio).

3.5 Técnica de la prueba de germinación

En los tres experimentos se utilizaron cajas *Petri* de 10 cm de diámetro; en cada una de ellas se colocó un papel filtro. El papel se humedeció con 7.5 ml de agua destilada al momento de la siembra. Se colocaron 50 semillas por caja.

3.6 Experimento 1. *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B. L. Turner.

Se evaluaron los siguientes tratamientos:

T1 = Testigo (semilla intacta).

T2 = Remojo en agua caliente a 80°C por 3 minutos.

T3 = Remojo en agua caliente a 80°C por 6 minutos.

T4 = Remojo en agua caliente a 80°C por 9 minutos.

T5 = Remojo en agua caliente a 80°C por 20 minutos.

Durante la aplicación de cada tratamiento en agua caliente, la temperatura del agua disminuyó conforme transcurría el tiempo. Los valores de dicha disminución se especifican en el Cuadro 1.

La semilla que se utilizó para este experimento se obtuvo por medio de una colecta en el Campo Experimental Agropecuario de la Facultad de Agronomía (UANL), en Marín, Nuevo León. La viabilidad de la semilla fue de 99 % y se determinó mediante el tratamiento de escarificación mecánica, que se explica en el apartado 3.2 de tratamientos estudiados.

Cuadro 1. Temperatura promedio del agua al comenzar y terminar de aplicar los tratamientos 2, 3, 4 y 5 sobre las semillas de *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B. L. Turner.

Tratamiento	Temperatura de Entrada (°C)	Temperatura de Salida (°C)
T2	80	77.00
T3	80	72.25
T4	80	69.75
T5	80	58.00

3.7 Experimento 2. *Indigofera miniata* (Ort.).

Se evaluaron los siguientes tratamientos:

T1 = Testigo (semilla intacta).

T2 = Remojo en agua caliente a 80°C por 1 minuto.

T3 = Remojo en agua caliente a 80°C por 3 minutos.

T4 = Remojo en agua caliente a 80°C por 5 minutos.

T5 = Remojo en agua caliente a 80°C por 7 minutos.

Durante la aplicación de cada tratamiento en agua caliente, la temperatura del agua disminuyó conforme transcurría el tiempo. Los valores de dicha disminución se especifican en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Temperatura promedio del agua al comenzar y terminar de aplicar los tratamientos 2, 3, 4 y 5 sobre las semillas de *Indigofera miniata* (Ort.).

Tratamiento	Temperatura de Entrada (°C)	Temperatura de Salida (°C)
T2	80	78.25
T3	80	76.00
T4	80	73.75
T5	80	72.00

La semilla que se utilizó para este experimento se obtuvo por medio de una colecta en el Campo Experimental Agropecuario de la Facultad de Agronomía (UANL), en Marín, Nuevo León. La viabilidad de la semilla fue de 89.5 % y se determinó mediante el tratamiento de escarificación mecánica, que se explica en el apartado 3.2 de tratamientos estudiados.

3.8 Experimento 3. *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler.

Se evaluaron los siguientes tratamientos:

T1 = Testigo (semilla intacta).

T2 = Remojo en agua caliente a 75°C por 5 minutos.

T3 = Remojo en agua caliente a 75°C por 10 minutos.

T4 = Remojo en agua caliente a 80°C por 5 minutos. Y

T5 = Remojo en agua caliente a 80°C por 10 minutos.

Los tratamientos 2 y 3 se decidieron debido a que la cubierta seminal de esta especie es más blanda que en las otras dos especies estudiadas, por lo tanto, se consideró reducir la temperatura pensando en la posibilidad de que el remojo en agua a 80°C pudiera afectar la viabilidad de la semilla. En el caso de esta especie no se encontraron antecedentes que nos dieran un punto de referencia sobre el nivel adecuado de la temperatura.

Durante la aplicación de cada tratamiento en agua caliente, la temperatura del agua disminuyó conforme transcurría el tiempo. Los valores de dicha disminución se especifican en el Cuadro 3.

La semilla que se utilizó para este experimento se obtuvo por medio de una colecta en el Municipio de Parás, en el Estado de Nuevo León. La viabilidad de la semilla fue de 97 % y se determinó mediante el tratamiento de escarificación mecánica, que se explica en el apartado 3.2 de tratamientos estudiados.

Cuadro 3. Temperatura promedio del agua al comenzar y terminar de aplicar los tratamientos 2, 3, 4 y 5 sobre las semillas de *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler.

Tratamiento	Temperatura de Entrada (°C)	Temperatura de Salida (°C)
T2	75	69.00
T3	75	64.25
T4	80	73.50
T5	80	67.75

4. RESULTADOS.

4.1 Experimento 1 *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B . L. Turner.

El análisis de varianza indicó que se presentaron diferencias altamente significativas por efecto de los tratamientos sobre la germinación de la semilla de *Desmanthus virgatus* (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza del experimento 1 (efecto de los tratamientos de escarificación sobre la germinación de la semilla de *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B . L. Turner).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Tratamientos	4	3050.299805	762.574951	73.0902	0.000
Error	15	156.500000	10.433333		
Total	19	3206.799805			

Coefficiente de variación = 12.14 %

La comparación de promedios (Cuadro 5) indicó que el mayor porcentaje de germinación se presentó en los tratamientos 2, 3 y 4, que estadísticamente no fueron diferentes entre sí, y cuyos valores fluctuaron entre 69 y 74 % de germinación. Finalmente, los valores más bajos de germinación se presentaron en el tratamiento 5 con el 45.5 % y en el tratamiento 1 con 8 %. Este último tratamiento fue inferior estadísticamente al resto de los tratamientos y correspondió a la semilla sin tratar. Tal diferencia es evidente al observar las gráficas de germinación acumulada de cada tratamiento que se muestran en la Figura 1.

Cuadro 5. Comparación de promedios (DMS) del experimento 1 (efecto de los tratamientos de escarificación sobre la germinación de la semilla de *Desmanthus virgatus*).

Tratamiento	Promedio	Porcentaje de germinación
3	37.0000 a	74.0
2	34.7500 a	69.5
4	34.5000 a	69.0
5	22.7500 b	45.5
1	4.0000 c	8.0

Nivel de significancia = 0.01 %

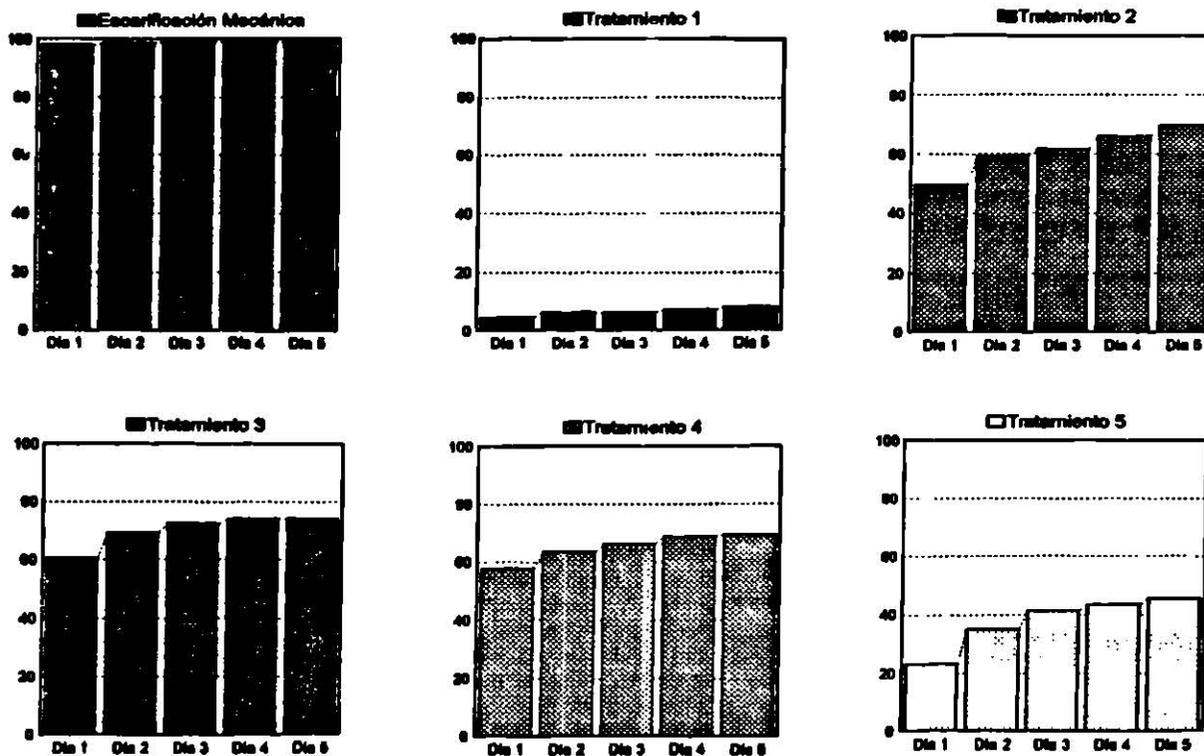


Fig. 1. Porcentaje de germinación acumulativa de los seis tratamientos de escarificación en *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B. L. Turner.

El análisis de covarianza muestra que la covariable temperatura promedio, no tuvo un efecto significativo sobre la germinación de las semillas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de covarianza para porcentaje de germinación utilizando como covariable temperatura promedio, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos en el experimento 1 *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B. L. Turner.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Covariable	1	25.785715	25.785715	2.2037	0.163
Tratamientos	3	128.068436	42.689480	3.6483	0.047
Error	11	128.714279	11.701298		
Total	15	282.568430			

Coefficiente de variación 10.60687 %

Estimador del coeficiente de regresión: B1 = -5.42857

Cabe aclarar que en el tratamiento 5, las semillas que no germinaron en su mayoría presentaron el fenómeno de la imbibición, lo cual indicó que sí se escarificaron. Esto se verificó evaluando nuevamente la germinación a los cinco días después de la última toma de datos (10 días después de la siembra), observándose que el porcentaje de germinación sólo se incrementó 6 %. Sin embargo, el número de semillas embebidas se incrementó un 13 %. Por consecuencia, el total de semillas embebidas en el tratamiento 5 que no presentaron germinación, fue de 33%.

En el resto de los tratamientos, las semillas que no germinaron no presentaron el fenómeno de imbibición. Por lo tanto, estas semillas no resintieron el efecto de los tratamientos (Cuadro 4A y 5A del Apéndice).

4.2 Experimento 2 *Indigofera miniata* (Ort.)

El análisis de varianza indicó diferencias significativas por efecto de los tratamientos sobre la germinación de las semillas de *Indigofera miniata* (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza del experimento 2 (efectos de los tratamientos de escarificación sobre la germinación de las semillas de *Indigofera miniata*).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Tratamientos	4	950.200195	237.550049	21.7271	0.000
Error	15	164.000000	10.933333		
Total	19	1114.200195			

Coefficiente de variación = 17.13 %

La comparación de promedios (Cuadro 8) indicó que el mayor porcentaje de germinación se presentó en los tratamientos 5 y 4, los cuales no fueron diferentes estadísticamente entre si, pero fueron superiores significativamente al resto de los tratamientos. Los tratamientos 2 y 3 no difirieron estadísticamente entre si, pero fueron notablemente superiores al tratamiento 1, que correspondió a la semilla sin tratar. Las diferencias entre los tratamientos son evidentes en las gráficas de germinación acumulada presentes en la Figura 2.

Cuadro 8 Comparación de promedios (DMS) del experimento 2 (efectos de los tratamientos de escarificación sobre la germinación de las semillas de *Indigofera miniata*).

Tratamiento	Promedio
5	25.7500 a
4	24.2500 a
2	19.2500 b
3	19.2500 b
1	6.7500 c

Nivel de significancia = 0.05

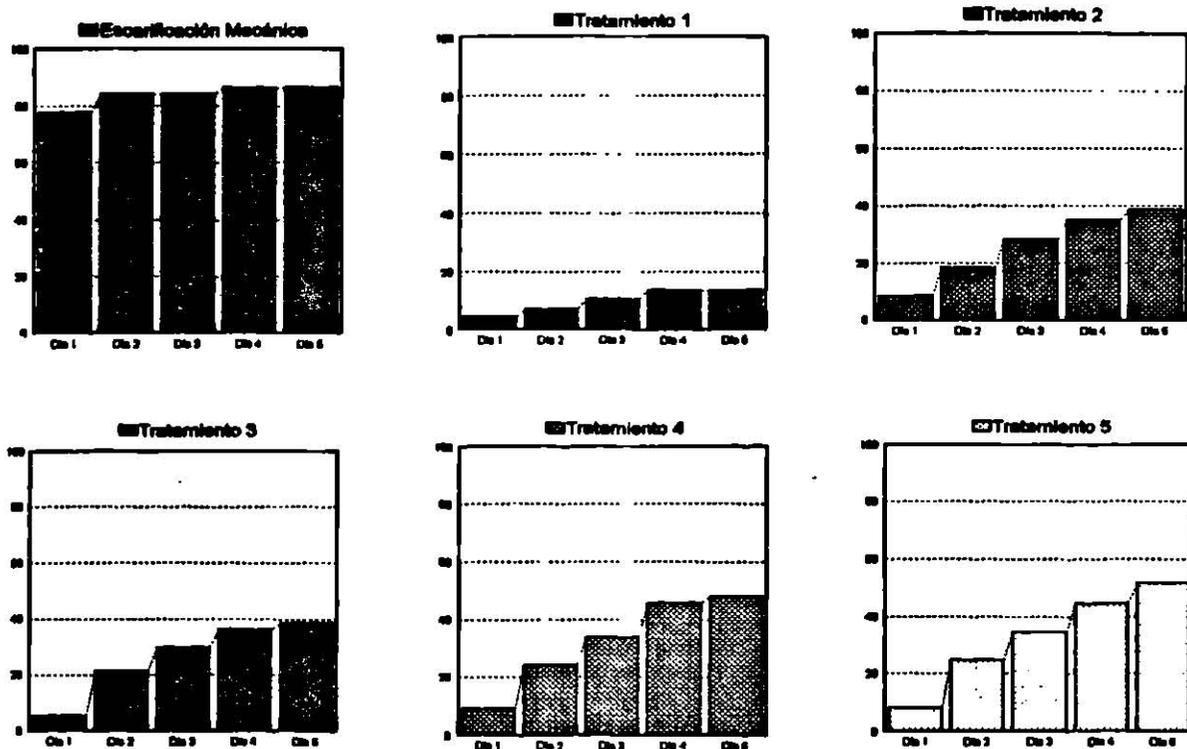


Fig. 2. Porcentaje de germinación acumulativa de los seis tratamientos de escarificación en *Indigofera miniata* Ort.

El análisis de covarianza, del Cuadro 9, muestra que la covariable temperatura promedio, no tuvo un efecto significativo sobre la germinación de las semillas.

Cuadro 9. Análisis de covarianza para porcentaje de germinación utilizando la covariable temperatura promedio, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos en el experimento 2 *Indigofera miniata* (Ort.).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Covariable	1	15.930944	15.930944	1.9620	0.187
Tratamientos	3	41.983734	13.994578	1.7235	0.219
Error	11	89.319054	8.119914		
Total	15	147.233732			

Coefficiente de variación 12.69993 %

Estimador del coeficiente de regresión: B1 = -0.94406

4.3 Experimento 3 *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler

El análisis de varianza para detectar el efecto de los dos factores (Temperatura, Lapso de Remojo) en sus dos niveles, indicó que se presentaron diferencias significativas por efecto de tales factores, sobre la germinación de las semillas de *Neptunia pubescens*. Los resultados en el Cuadro 10, indican que existe una significancia en el factor temperatura. Aparentemente, éste factor es el único que presenta un efecto significativo sobre la germinación de las semillas de *Neptunia pubescens*.

Cuadro 10. Análisis de varianza del experimento 3 (efecto de los factores Temperatura y Lapso de Remojo sobre la germinación de las semillas de *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Temperatura (A)	1	210.250000	210.250000	14.5838	0.003
L. de Remojo (B)	1	2.250000	2.250000	0.1561	0.701
Interacción (A x B)	1	12.250000	12.250000	0.8497	0.622
Error	12	173.000000	14.416667		
Total	15	397.750000			

Coefficiente de variación = 26.88 %

El análisis de covarianza, muestra que la covariable temperatura promedio no tuvo un efecto significativo sobre la germinación (Cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis de covarianza del experimento 3 (efecto de la covariable temperatura promedio sobre la germinación de las semillas de *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Covariable	1	29.432432	29.432432	1.6901	0.229
Bloques	3	6.096227	2.032076	0.1167	0.947
Temperatura (A)	1	8.605915	8.605915	0.4942	0.507
L. de Remojo(B)	1	31.677727	31.677727	1.8190	0.213
Interacción A xB	1	25.194630	25.194630	1.4467	0.263
Error	8	139.317566	17.414696		
Total	15	240.324497			

Coefficiente de variación = 29.544014 %

El análisis de varianza de un diseño de bloques al azar en el que se incluyeron los cinco tratamientos se muestra en el Cuadro 12. En éste se muestra que hubo una diferencia altamente significativa entre tratamientos. La comparación de promedios (Cuadro 13) resultante de dicho análisis, indicó que el mayor porcentaje de germinación se presentó en los tratamientos 5 y 4, que no fueron estadísticamente diferentes entre si. El tratamiento 4 resultó ser igual estadísticamente al tratamiento 2, pero este último difirió del tratamiento 5. El tratamiento 3 no presentó diferencias significativas con el tratamiento 2, pero fue estadísticamente inferior a los tratamientos 5 y 4. El tratamiento 1 (Testigo) fue inferior estadísticamente al resto de los tratamientos. Todos estos resultados son evidentes al analizar las gráficas de germinación acumulativa representadas en la Figura 3.

Cuadro 12. Análisis de varianza del experimento 3 (efecto de los factores Temperatura y Lapso de Remojo sobre la germinación de las semillas de *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler), comparando los cinco tratamientos en un diseño de bloques al azar.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Tratamientos	4	695.199951	173.799988	11.7964	0.001
Bloques	3	8.199951	2.733317	0.1855	0.904
Error	12	176.800049	14.733337		
Total	19	880.199951			

Coefficiente de variación = 26.88 %

Cuadro 13. Comparación de promedios del experimento 3 *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler, con el método DMS.

Tratamiento	Promedio
5	19.0000 a
4	16.5000 ab
2	11.0000 bc
3	10.0000 c
1	2.0000 d

Nivel de significancia = 0.05

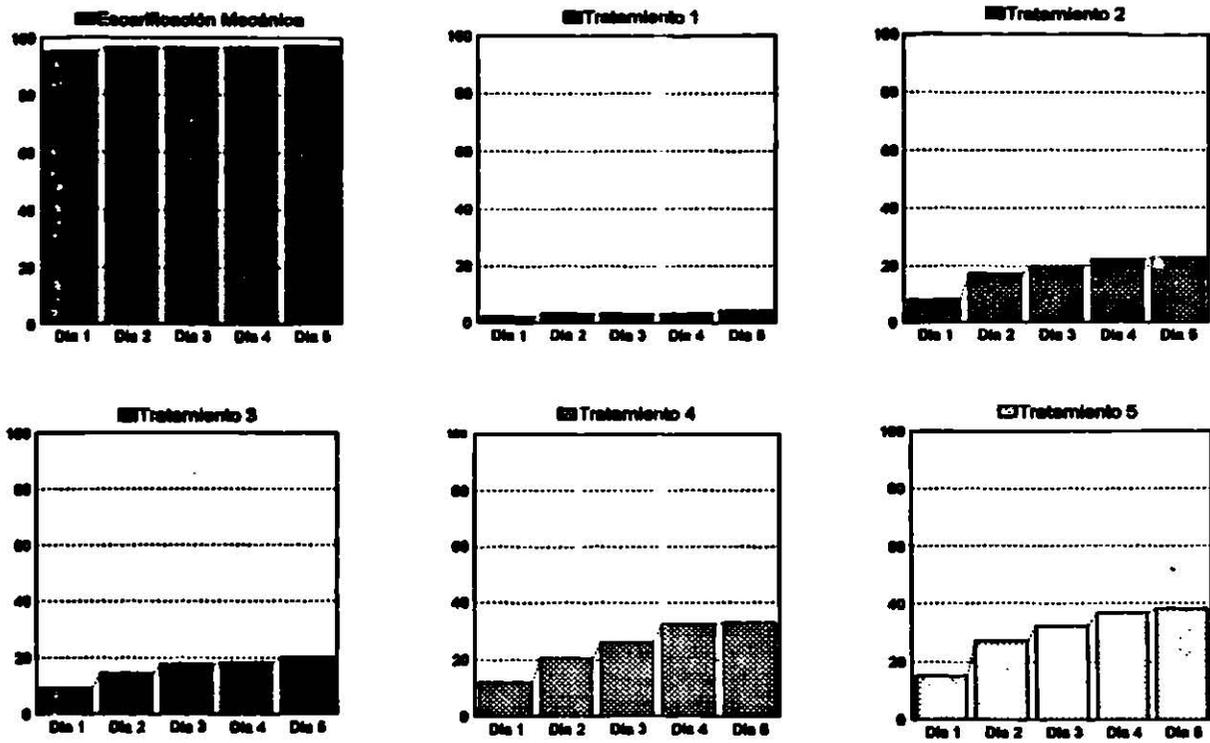


Fig. 2. Porcentaje de germinación acumulativa de los seis tratamientos de escarificación en *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler.

5. DISCUSIÓN

5.1 Experimento 1 *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B . L. Turner

En el caso del tratamiento cinco (80°C por 20 min.) se confirma la experiencia obtenida en el Laboratorio de Anatomía y Fisiología Vegetal de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en el cual se encontró que bajo dichas condiciones la escarificación sucede, pero la semilla no germina, lo que llevó a los técnicos del mismo a concluir que dichas semillas mueren por la exposición tan prolongada a tal temperatura.

La conclusión anterior se respalda con el presente trabajo, en virtud de que a los cinco días después de efectuado los tratamientos térmicos, la cantidad de semillas que no presentaron escarificación, tuvo una tendencia muy similar en los cuatro tratamientos, como se muestra en las columnas "Sin embeber" de los cuadros 4A y 5A del Apéndice. En los cuadros referidos se observa una diferencia máxima entre tratamientos de nueve y ocho semillas para los cuadros 4A y 5A respectivamente.

Lo dicho anteriormente, demuestra que la cantidad de semilla escarificada en los cuatro tratamientos térmicos también tuvo una tendencia similar, sin embargo, la germinación en el tratamiento cinco fue estadísticamente inferior al resto de los tratamientos, como se observa en las columnas "Germinadas" de los Cuadros 4A y 5A, en donde el tratamiento con más germinación (T3) tuvo un porcentaje de 74% en comparación con el tratamiento cinco que presentó 45.5%. Estos resultados divergen con lo consignado por Fulbright y Flenniken (1987), quienes obtuvieron 87% de germinación utilizando éste último tratamiento.

La divergencia entre los resultados consignados por los autores mencionados y los obtenidos en el presente experimento, podría explicarse con los siguientes factores: a) El origen genético de la semilla utilizada; b) la época de cosecha; y c) el tiempo de almacenamiento de la semilla.

En el caso de los tratamientos en remojo en agua a 80°C por 3, 6 y 9 minutos (T2, T3 y T4), se obtuvo un efecto estadísticamente similar sobre la germinación. La eficacia de tal efecto varió de 69 a 74 % de germinación. Sin embargo, en el tratamiento de mayor duración (T4), se observa la tendencia de incrementarse la escarificación en comparación con los tratamientos T2 y T3, (de 1 a 8 semillas) como ilustra la columna “Sin embeber” del Cuadro 4A, pero además se observa la tendencia de reducirse la cantidad de semillas germinadas (de 1 a 10 semillas) como muestra la columna “Embebidas” del Cuadro 4A, lo que resulta en una tendencia a incrementarse la cantidad de semillas embebidas. Se deduce que estas tendencias se deben al efecto de la duración del remojo a tal temperatura, ya que como en el tratamiento cinco, se favorece la escarificación pero se reduce el poder germinativo de la semilla.

5.2 Experimento 2 *Indigofera miniata* (Ort.)

Los resultados señalan que la germinación se incrementa al aumentar el tiempo de remojo en agua a 80°C, al demostrarse con la comparación de promedios (Cuadro 8), que los tratamientos con mayor duración (T4 y T5) fueron estadísticamente superiores.

Asimismo, dichos resultados indican que el tiempo de remojo óptimo en tales condiciones para escarificar la semilla de *Indigofera miniata* Ort., es superior a siete minutos, ya que los mismos resultados muestran que el porcentaje de germinación siempre presentó valores ascendentes desde 0 a 7 minutos de remojo. En este último período la germinación sólo correspondió al 57% del potencial germinativo de la semilla; por lo tanto podríamos esperar que al prolongar la duración del remojo en agua a 80°C el porcentaje de escarificación se incremente.

Esto sugiere la necesidad de realizar otro experimento en el cual se busque el tiempo óptimo de remojo; sin embargo, se advierte la necesidad de modificar la temperatura del tratamiento, ya que a pesar de que a los siete minutos se obtuvo el mayor porcentaje de germinación, un nuevo tratamiento con mayor duración resultaría en solo un pequeño incremento en la germinación, por lo que es necesario indagar nuevos tratamientos en función de la temperatura.

Además, los resultados en este experimento son parecidos a los obtenidos por Kissock y Haferkamp (1983), los cuales consignan 33% de germinación al sexto día después de remojar la semilla en agua caliente a 80°C por 3 minutos, mientras que para el mismo tratamiento en el presente trabajo, se encontró 38.5% de germinación en sólo cinco días. El umbral de temperatura durante la germinación fue de 20 a 30 °C en el primer trabajo y de 29 a 31°C para el presente.

A pesar de que los resultados provenientes de los tratamientos térmicos fueron muy superiores a los del testigo (Cuadro 8), los porcentajes de germinación obtenidos (51.5, 48.5, 38.5 y 38.5%) por los tratamientos T5, T4, T3 Y T2 respectivamente, se consideran de poca eficacia. Con la capacidad de escarificación del mejor tratamiento (T5), se esperaría escarificar sólo la mitad de la semilla tratada, condicionada a que la viabilidad de la semilla fuera excelente

5.3 Experimento 3 *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler

Como nos indican los antecedentes sobre otras leguminosas, cuyas semillas tienen cubiertas impermeables, el tratamiento de remojo en agua caliente indujo la escarificación de las mismas. Sin embargo, en todos los tratamientos estudiados, dicha escarificación alcanzó niveles reducidos, no mayores de 38% en el tratamiento más efectivo (T5). Lo anterior sugiere la necesidad de explorar un mayor número de condiciones de temperatura y a la vez variar los lapsos de remojo.

Según nuestra experiencia, durante la escarificación mecánica en las semillas de las tres especies, las semillas de *Desmanthus virgatus* (Experimento 1), *Indigofera miniata* (Experimento 2) y *Neptunia pubescens* (Experimento 3), las semillas de esta última especie presentaron menor dureza. Lo anterior nos indica que la eficacia del tratamiento térmico no está relacionado tan fuertemente con la dureza de la cubierta seminal, sino con la impermeabilidad de la misma, ya que a pesar de que las semillas de las otras dos especies estudiadas tienen una cubierta más dura, los porcentajes de

escarificación alcanzados por estas fueron mayores bajo los mismos niveles de temperatura que se aplicaron en el tratamiento más efectivo para *Neptunia pubescens*.

Además, el análisis de varianza para comparar el efecto de los niveles de temperatura y de los tiempos de remojo (Cuadro 12A), indicaron que existe diferencia significativa entre los niveles del Factor Temperatura, pero no así entre los niveles del Factor Lapsos de Remojo.

6. CONCLUSIÓN

6.1 Experimento 1 *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B . L. Turner

1. Exceder el umbral óptimo de tiempo de remojo a tal temperatura provoca un efecto mayor en la escarificación, pero afecta la viabilidad del embrión. Los resultados observados debido a este efecto nos permiten rechazar el tratamiento recomendado por Fulbright y Flenniken (1987) que consiste en remojo en agua a 80° por 20 minutos.
2. Existe un amplio umbral en la duración óptima de remojo en agua caliente, en el cual se obtiene la máxima eficacia de escarificación (de 3 a 9 minutos a 80°C) sin afectar la viabilidad de la semilla.

6.2 Experimento 2 *Indigofera miniata* (Ort.)

1. Es necesario estudiar mayores lapsos de remojo en agua a 80°C (superiores a siete minutos) o aumentar la temperatura por arriba de 80°C, para inducir mayor porcentaje de germinación de la semilla. Se concluye que lapsos de remojo más prolongado producirán mayores efectos escarificantes debido a que el tratamiento de mayor duración (T5), fue el que presentó mayor porcentaje de germinación
2. Todos los tratamientos estudiados presentaron poca eficacia para escarificar la semilla de *Indigofera miniata*.
3. Los resultados de este trabajo concuerdan con las recomendaciones dadas por Kissock y Haferkamp (1983).

6.3 Experimento 3 *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler

- 1. Todos los tratamientos estudiados presentaron poca eficacia para escarificar la semilla de *Neptunia pubescens*.**
- 2. Para inducir mayor porcentaje de escarificación de la semilla de *Neptunia pubescens*, es necesario estudiar mayores niveles de temperatura (superiores a 80°C) y a la vez variar los tiempos de remojo a dichos niveles.**
- 3. La eficacia del tratamiento térmico está más ligada con la impermeabilidad de la semilla que con la dureza de la cubierta seminal.**
- 4. Existe diferencia significativa entre los niveles de temperatura 75 y 80°C, pero no así entre los lapsos de remojo 5 y 10 minutos.**

7. BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo. 1974. Manual de Conservación de Suelos. Servicio de Conservación de Suelos, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 2ª Ed. México, D. F. LIMUSA. p. 179.
- Bendeck A., N. L. 1983. Datos autoecológicos de *Desmanthus virgatus* var. *Depressus* (Willd) B. L. Turner (Leguminosae) en el Norte de Nuevo León, México. Monterrey. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. p.p., 28, 31.
- Carvalho, N. M. 1983. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 2ª Ed. Campinas, FUNDAÇÃO CARGILL,. p.p., 108, 122-137, 145, 149-152.
- Copeland, L. O. 1976. Principles of seed science and technology. Minneapolis, BURGESS PUBLISHING COMPANY. p.p., 55, 56, 83, 122-126.
- Correll, D. S., Johnston, M. C. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Renner, TEXAS RESEARCH FOUNDATION. p.p., 782-783.
- Fahn, A. 1978. Anatomía vegetal. Madrid. BLUME. p., 586.
- Fulbright, T. E., Flenniken, K. S. 1987. Temperature and scarification effects on germination of prostrate bundeflower seeds. Journal of Range Managment. 40 (2): p.p. 170-173.
- Guzmán F., C.; U. López D. y S. Puente T. 1995. El Buffel en el Noreste de México: Algunos criterios para identificar la calidad de la semilla. Marín, Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. p.p., 20-21, 26.
- Kissock, D. C., Haferkamp, M. R. 1983. Presowing seed treatment and temperature on germination of *Engelmannia pinnatifidia* and *Indigofera miniata* var. *leptosepala*. Journal of Range Managment. 36 (1): p.p., 94-97.

Lawrence, G. H. M. 1969. Taxonomy of vascular plants. New York, THE MACMILLAN COMPANY. p.p. 334, 354, 370, 438, 530, 545.

Macdonald, B. 1990. Practical woody plant propagation for nursery growers. 3ª Impresión, Portland. TIMBER PRESS. p.p. 33-34.

Madrigal A., R. 1991. Las leguminosas de Nuevo León según estudios presentados en las Facultades de Agronomía y Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín. FAUANL. Tesina. p.p. 16, 18, 20, 36 y 43.

Olivares S., E. 1993. Notas de diseños experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. Marín. FAUANL. p. 15.

Popinigis, F. 1977. Fisiología de semillas. Brasilia, AGIPLAN. p.p. 76-77, 79, 89.

Sánchez S., O. 1984. La flora del Valle de México. 6ª Ed. México, D. F. HERRERO. p.p. 197-198.

Tisdale, S. L., Nelson, W. L. 1977. Fertilidad de suelos y fertilizantes. 1ª Ed. Barcelona. MONTANER Y SIMON. p. 615.

8. APENDICE

Cuadro 1A. Datos originales de las pruebas de germinación de las semillas de *Desmanthus virgatus* var. *depressus* bajo diferentes tratamientos de escarificación.

FECHA	REP	TRATAMIENTOS					
		1	2	3	4	5	6
14 AGOSTO	I	50	1	18	27	28	12
	II	49	2	27	34	32	9
	III	50	2	26	27	27	13
	IV	47	4	28	33	28	12
15 AGOSTO	I	0	0	6	4	5	6
	II	0	1	7	7	1	8
	III	0	1	3	4	3	4
	IV	1	1	3	2	3	6
16 AGOSTO	I	0	0	1	2	1	4
	II	0	0	1	0	1	0
	III	0	0	2	4	3	3
	IV	1	0	1	1	0	5
17 AGOSTO	I	0	1	1	1	0	1
	II	0	0	3	1	2	0
	III	0	1	2	0	0	1
	IV	0	0	3	1	3	3
18 AGOSTO	I	0	2	1	0	0	1
	II	0	0	1	0	0	2
	III	0	0	3	0	0	1
	IV	0	0	2	0	1	0
TOTAL (5 DIAS)	I	50	4	27	34	34	24
	II	49	3	39	42	36	19
	III	50	4	36	35	33	22
	IV	49	5	37	37	35	26
TOTAL (10 DIAS)	I	0	2	4	5	1	2
	II	0	0	4	3	3	2
	III	0	2	6	2	1	1
	IV	0	0	1	1	2	1

Cuadro 2A. Datos originales de las pruebas de germinación de las semillas de *Indigofera miniata* bajo diferentes tratamientos de escarificación.

FECHA	REP	TRATAMIENTOS					
		1	2	3	4	5	6
14 AGOSTO	I	40	6	3	3	4	1
	II	39	2	3	1	3	3
	III	40	1	8	3	8	6
	IV	36	0	3	4	3	6
15 AGOSTO	I	2	0	4	10	7	10
	II	1	5	6	5	9	9
	III	5	0	5	9	5	8
	IV	5	0	5	7	10	6
16 AGOSTO	I	2	3	6	4	6	7
	II	1	1	9	4	6	6
	III	0	2	1	5	6	4
	IV	3	1	4	4	1	3
17 AGOSTO	I	1	2	0	4	5	4
	II	2	2	5	3	3	6
	III	1	1	5	1	6	5
	IV	1	1	3	5	10	5
18 AGOSTO	I	0	0	2	1	0	2
	II	0	0	1	2	1	5
	III	0	0	1	1	2	1
	IV	0	0	3	1	2	6
TOTAL (5 DIAS)	I	45	11	15	22	22	24
	II	43	10	24	15	27	29
	III	46	4	20	19	27	24
	IV	45	2	18	21	26	26
TOTAL (10 DIAS)	I	0	0	14	10	9	10
	II	0	1	7	7	11	6
	III	1	1	13	15	11	8
	IV	0	1	16	11	11	14

Cuadro 3A. Datos originales de las pruebas de germinación de *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* bajo diferentes tratamientos de escarificación.

FECHA	REP	TRATAMIENTOS					
		1	2	3	4	5	6
14 AGOSTO	I	48	0	8	5	5	4
	II	46	1	2	4	5	6
	III	49	1	6	0	2	8
	IV	47	1	6	0	2	8
15 AGOSTO	I	1	0	5	6	3	4
	II	1	0	4	2	4	9
	III	1	2	4	1	6	6
	IV	0	0	5	2	4	5
16 AGOSTO	I	0	0	0	2	4	3
	II	0	0	2	0	1	3
	III	0	0	1	3	2	2
	IV	0	0	1	1	4	2
17 AGOSTO	I	0	0	2	0	0	3
	II	0	0	0	1	8	4
	III	0	0	2	0	2	2
	IV	0	0	1	0	3	0
18 AGOSTO	I	0	1	2	2	0	1
	II	1	0	1	2	0	0
	III	0	1	0	0	0	0
	IV	0	0	0	0	1	2
TOTAL (5 DIAS)	I	49	1	15	15	12	15
	II	48	1	9	9	18	22
	III	50	5	7	7	22	22
	IV	47	1	13	9	14	17
TOTAL (10 DIAS)	I	0	1	3	6	6	5
	II	1	1	3	6	4	4
	III	0	2	5	5	4	9
	IV	0	0	5	3	3	7

Cuadro 4A. Datos finales de semillas germinadas, semillas embebidas y semillas sin embeber, después de cinco días, en las tres especies

Especie	DESMANTHUS			INDIGOFERA			NEPTUNIA		
	Germin.	Embebid	Sin embe	Germin.	Embebid	Sin embe	Germin.	Embebid	Sin embe
Escarific.									
mecánica	198	1	1	179	21	0	194	6	0
T1	16	2	182	27	11	162	8	3	189
T2	139	11	50	77	67	56	44	13	143
T3	148	9	43	77	66	57	40	11	149
T4	138	20	42	97	67	36	66	11	123
T5	91	58	51	103	71	26	76	18	106

Cuadro 5A. Datos finales de semillas germinadas, semillas embebidas y semillas sin embeber, después de diez días, en las tres especies

Especie	DESMANTHUS			INDIGOFERA			NEPTUNIA		
	Germin.	Embebid	Sin embe	Germin.	Embebid	Sin embe	Germin.	Embebid	Sin embe
Escarific.									
mecánica	198	1	1	181	18	1	194	6	0
T1	20	2	178	29	11	160	12	4	184
T2	153	5	42	130	41	29	59	13	128
T3	160	6	34	123	50	27	60	6	134
T4	143	18	39	141	38	21	85	13	102
T5	97	66	37	143	48	9	101	18	81

Cuadro 6A. Análisis de varianza y comparación de promedios con un nivel de significancia de 0.01 para el experimento 1 *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B . L. Turner, tomando en cuenta los cinco tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Tratamientos	4	3050.299805	762.574951	73.0902	0.000
Error	15	156.500000	10.433333		
Total	19	3206.799805			

Coefficiente de variación = 12.14 %

Tratamiento	Promedio
3	37.0000 a
2	34.7500 a
4	34.5000 a
5	22.7500 b
1	4.0000 c

DMS =6.7310

Cuadro 7A. Análisis de varianza y comparación de promedios con un nivel de significancia de 0.01 para el experimento 1 *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B . L. Turner, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Tratamientos	3	496.500000	165.500000	12.8544	0.001
Error	12	154.500000	12.875000		
Total	15	651.000000			

Coefficiente de variación = 11.13 %

Tratamiento	Promedio
2	37.0000 a
1	34.7500 a
3	34.5000 a
4	22.7500 b
DMS = 7.7512	

Cuadro 8A. Análisis de covarianza para porcentaje de germinación utilizando como covariable temperatura promedio, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos en el experimento 1 *Desmanthus virgatus* var. *depressus* (Willd.) B . L. Turner.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Covariable	1	25.785715	25.785715	2.2037	0.163
Tratamientos	3	128.068436	42.689480	3.6483	0.047
Error	11	128.714279	11.701298		
Total	15	282.568430			

Coefficiente de variación 10.60687 %

Estimador del coeficiente de regresión: B1 = -5.42857

Tratam.	<u>Datos de la covariable</u>				Promedio de la variable	Prom. ajustado de la variable
	R1	R2	R3	R4		
1	79.0	78.5	78.0	78.5	34.750000	55.785713
2	76.0	76.0	76.0	76.5	37.000000	45.142857
3	75.0	75.0	75.0	74.5	34.500000	35.857143
4	69.0	69.0	69.0	69.0	22.750000	-7.785714

Cuadro 9A. Análisis de varianza y comparación de promedios con un nivel de significancia de 0.05 para el experimento 2 *Indigofera miniata* (Ort.), tomando en cuenta los cinco tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Tratamientos	4	950.200195	237.550049	21.7271	0.000
Error	15	164.000000	10.933333		
Total	19	1114.200195			

Coefficiente de variación = 17.13 %

Tratamiento	Promedio
5	25.7500 a
4	25.5000 a
2	19.2500 b
3	19.2500 b
1	6.7500 c

DMS = 4.9825

Cuadro 10A. Análisis de varianza y comparación de promedios con un nivel de significancia de 0.05 para el experimento 2 *Indigofera miniata* (Ort.), tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Tratamientos	3	162.687500	54.229168	6.1829	0.009
Error	12	105.250000	8.770833		
Total	15	267.937500			

Coeficiente de variación = 13.20 %

Tratamiento	Promedio
4	25.7500 a
3	25.5000 a
1	19.2500 b
2	19.2500 b
DMS = 4.5631	

Cuadro 11A. Análisis de covarianza para porcentaje de germinación utilizando como covariable temperatura promedio, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos en el experimento 2 *Indigofera miniata* (Ort.).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Covariable	1	15.930944	15.930944	1.9620	0.187
Tratamientos	3	41.983734	13.994578	1.7235	0.219
Error	11	89.319054	8.119914		
Total	15	147.233732			

Coefficiente de variación 12.69993 %

Estimador del coeficiente de regresión: B1 = -0.94406

Tratam.	Datos de la covariable				Promedio de la variable	Prom. ajustado de la variable
	R1	R2	R3	R4		
1	79.5	79.5	79.0	78.5	19.250000	21.669144
2	77.5	77.5	79.0	78.0	19.250000	20.607080
3	76.5	72.0	72.0	72.0	25.500000	22.254808
4	76.0	75.5	76.5	76.0	25.750000	25.218969

Cuadro 12A. Análisis de varianza, tablas de promedios de los factores temperatura (A) y lapso de remojo (B) y tabla de comparación de promedios para el experimento 3 *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Factor A	1	210.250000	210.250000	14.5838	0.003
Factor B	1	2.250000	2.250000	0.1561	0.701
Interacción	1	12.250000	12.250000	0.8467	0.622
Error	12	173.000000	14.416667		
Total	15	397.750000			

Coeficiente de variación = 26.88 %

Factor	Factor A	Factor B
1	10.50 a	13.75
2	17.75 b	14.50

DMS = 5.7998

Cuadro 13A. Análisis de covarianza para porcentaje de germinación utilizando como covariable temperatura promedio, tomando en cuenta sólo los cuatro tratamientos térmicos en el experimento 3 *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Covariable	1	29.43243	29.432432	1.6901	0.229
Bloques	3	6.096227	2.032076	0.1167	0.947
Temperatura (A)	1	8.605915	8.605915	0.4942	0.507
Lapsos de Remojo (B)	1	31.677727	31.677727	1.8190	0.213
Interacción A x B	1	25.194630	25.194630	1.4467	0.263
Error	8	139.317566	17.414696		
Total	15	240.324497			

Coefficiente de variación = 29.544014 %

Trat.	Datos de la covariable				Factor	Nivel	Promedio	Prom. Ajustado
	R1	R2	R3	R4				
1	71.5	72.0	72.0	72.5	A	1	10.50	18.527027
2	70.0	70.0	69.5	69.0		2	17.75	9.722973
3	76.5	77.5	76.5	76.5	B	1	13.75	9.067568
4	73.5	74.5	74.5	73.0		2	14.50	19.182432

Cuadro 14A. Análisis de varianza y comparación de promedios con un nivel de significancia de 0.05 para el experimento 3 *Neptunia pubescens* var. *microcarpa* (Rose) Windler, tomando en cuenta los cinco tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P>F
Tratamientos	4	695.199951	173.799988	11.7964	0.001
Bloques	3	8.199951	2.733317	0.1855	0.904
Error	12	176.800049	14.733337		
Total	19	880.199951			

Coefficiente de variación = 32.81 %

Tratamiento	Promedio
5	19.0000 a
4	16.5000 ab
2	11.0000 bc
3	10.0000 c
1	2.0000 d

DMS = 5.9142

12435

