

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE LA GERMINACION  
Y EL VIGOR DE LA PLANTULA DE TRES  
LEGUMINOSAS FORRAJERAS

(*Desmanthus virgatus* L. var. *depressus* Wild, *Desmanthus*  
*illinoensis* Michx. MacM y *Neptunia Pubescens* Benth.)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

ENRIQUE ANGELINI BALBOA

Marín, N. L.

Noviembre de 1996

1996  
C.5

T

SB193

A5

C.1



1080072030

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE LA GERMINACION Y EL VIGOR DE LA  
PLANTULA DE TRES LEGUMINOSAS FORRAJERAS (*Desmanthus virgatus* L.  
*var. depressus* Willd., *Desmanthus illinoensis* Michx. MacM y *Neptunia*  
*Benth.*)

## EFFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE LA GERMINACION Y EL VIGOR DE LA PLANTULA DE TRES LEGUMINOSAS FORRAJERAS

(*Desmanthus virgatus* L. *var. depressus* Wild, *Desmanthus*  
*illinoensis* Michx. MacM y *Neptunia Pubescens* Benth.)

ACEPTADA Y APROBADA COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR AL TITULO:  
TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

ENRIQUE ANGELINI BALBOA

Marín, N. L.

Noviembre de 1996

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

5390

12623

T  
SB193  
AS

040.631  
FA6  
1996  
C.5



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE LA GERMINACION Y EL VIGOR DE LA  
PLANTULA DE TRES LEGUMINOSAS FORRAJERAS ( *Desmanthus virgatus* L.  
*var. depressus* Willd, *Desmanthus illinoensis* Michx. MacM y *Neptunia*  
*pubescens* Benth. )

TESIS

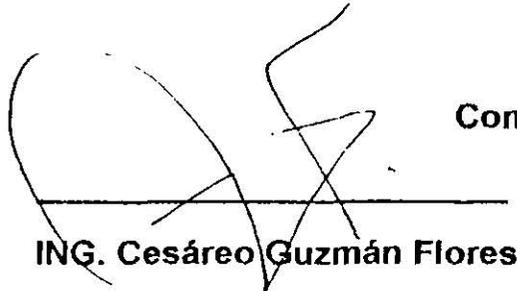
ELABORADA POR:

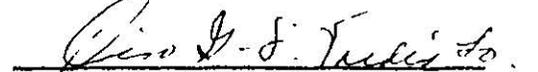
ENRIQUE ANGELINI BALBOA

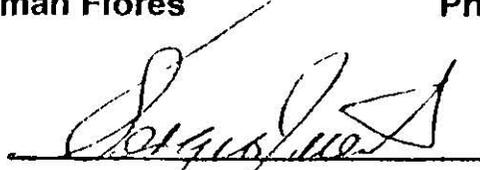
ACEPTADA Y APROBADA COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR AL TITULO:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Comité supervisor de TESIS

  
\_\_\_\_\_  
ING. Cesáreo Guzmán Flores  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Ph.D. Ciro G.S. Valdés Lozano  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Ph. D. Sergio Puente Tristán  
Vocal

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a DIOS por haberme dado la dicha y oportunidad de nacer en el seno de la familia tan linda que tengo, mis padres y mi tía que me han dado las herramientas más importantes para vivir, amor y buenos principios, mis seis hermanos junto con los cuales he crecido y han sido un soporte incondicional, mis sobrinos y mi hijo que cada día aumentan más mis ganas de seguir viviendo.

Gracias DIOS por permitirme coincidir con tanta gente hermosa en este mundo como lo son mis amigos con los cuales he crecido física y espiritualmente, y me han ayudado como Minerva sin la cual me hubiera tardado el doble.

Gracias por poner en mi camino a maestros como el Ing. Cesáreo Guzmán que sin él no se hubiera podido llevar a cabo este trabajo, al Ph.D. Ciro Valdés, al Ph.D. Sergio Puente y al Ing. Antonio Martínez por sus atinadas observaciones. Gracias por poner en mi camino a hombres como el Ing. Fernando Ferrara que con confianza y paciencia me ha permitido demostrarme a mi mismo de alguna forma que puedo hacer las cosas; o mujeres como Martha que con su amor me ha abierto el corazón y la conciencia.

Gracias a las fuerzas de la naturaleza y de amor, luz, energía, viento, agua, gente , plantas, animales, insectos, tierra, cosmos por permitirme vivir 28 años.

“No importa lo que digan los moralistas acerca de evadir la tentación, a medida que envejecemos es ella la que nos evade a nosotros”.  
Anónimo.

## DEDICATORIAS

Este trabajo esta dedicado a la Facultad de Agronomía y a su gente; personal administrativo, maestros, laboratoristas, jardineros, afanadores, entrenadores, choferes, veladores, mecánicos, cocineros, los dueños de las cafeterias, Don Arturo, Doña Tere, Doña Libe y el güero, los cuales jamás me negaron nada, pero muy particularmente a mis compañeros de trabajo durante dos años en el Campo Experimental de Zootecnia. Ing. Sánchez, Dr. Ibarra, Raul, Crespo, Bello, Valeriano, Castillo, Don Juan, Juan Y., Toño, Fernando, Don Celestino, Don Luis, Oscar, Don Lalo, Don Martín, Goyo, Houston, Reyes, Don José y Juan que me hicieron poner los pies en la tierra y me enseñaron el trabajo que cuesta hacer bien las cosas.

Dedicado también muy en especial a mi hermano Rafael Arce siempre vivo.

“Yo soy Kondom, hombre de la selva.

He venido para sentarme con vosotros en el Gran Consejo. Nunca asistí a la escuela, mi lengua es torpe, mi cabeza como una piedra, y me siento entre vosotros como un niño.

Pero he podido ver como puede aprender mi gente y que cuando los viejos como yo mueran, nuestros hijos ocuparán sus puestos al lado de vosotros como iguales”.

Kondom Agaundo ( hombre de Papua y Nueva Guinea ) palabras en “pidgin” expresadas ante el Consejo Legislativo.

## INDICE

	Pag.
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>III</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>V</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>VI</b>
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Taxonomía, características botánicas y distribución         de las especies bajo estudio.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Efecto de la salinidad sobre las plantas.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Tolerancia de los cultivos a las sales.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4 Técnicas para evaluar el efecto de la salinidad.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5 Antecedentes del efecto de la salinidad sobre las         leguminosas.....</b>	<b>10</b>
<b>3. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Ubicación y condiciones ambientales del experimento.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Especies bajo estudio.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Tratamientos estudiados.....</b>	<b>13</b>
<b>3.4 Diseño experimental.....</b>	<b>13</b>
<b>3.5 Técnica de siembra.....</b>	<b>17</b>

3.6 Variables estudiadas.....	19
4. RESULTADOS.....	20
4.1 Germinación.....	20
4.2 Longitud.....	23
5. DISCUSION.....	26
6. CONCLUSIONES.....	28
7. BIBLIOGRAFIA.....	29

## INDICE DE CUADROS

Pag.

<b>Cuadro 1. Análisis de varianza del efecto de los tratamientos sobre la germinación.....</b>	<b>20</b>
<b>Cuadro 2. Comparación de promedios del efecto de los tratamientos, sobre el porcentaje de germinación.....</b>	<b>21</b>
<b>Cuadro 3. Análisis de varianza del efecto de los tratamientos sobre la longitud.....</b>	<b>23</b>
<b>Cuadro 4. Comparación de promedios del efecto de los tratamientos sobre la longitud.....</b>	<b>24</b>

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
<b>Figura 1. Procedimiento para escarificar mecánicamente a la semilla de <i>Neptunia pubescens</i>.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 2. Técnica “Uni-Marín”.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 3. Porciento de germinación en las cuatro concentraciones de salinidad estudiadas.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 4. Longitud de plántula en las cuatro concentraciones de salinidad estudiadas.....</b>	<b>25</b>

## RESUMEN

Se estudió el efecto de 4 niveles de salinidad ( 0, 1250, 2500, 3750 ppm NaCl - H<sub>2</sub>O ) sobre la germinación y el vigor de la plántula de *Desmanthus virgatus*, *Desmanthus illinoensis* y *Neptunia pubescens*. El estudio se realizó en condiciones de laboratorio. La técnica de siembra utilizada fué la "Uni-Marin". Los resultados indicaron que los niveles de salinidad estudiados no afectaron la germinación de *Desmanthus illinoensis*, sin embargo disminuyó la germinación en el caso de las otras dos especies, de tal manera que a 3750 ppm *Neptunia pubescens* presentó 78% de germinación y *Desmanthus virgatus* el 65%. En el caso del vigor, estimado por la longitud de la plántula, en general para las tres especies, se encontró una relación inversa entre la concentración de la solución y el vigor de la plántula. De acuerdo a los estimadores estudiados *Desmanthus illinoensis* fué más tolerante a la salinidad que *Desmanthus virgatus* y *Neptunia pubescens*. Mientras que entre estas dos últimas no se presentaron diferencias significativas.

## SUMMARY

The effect of 4 salt levels ( 0, 1250, 2500, 3750 NaCl ppm ) upon seed germination and seedling vigour upon *Desmanthus virgatus*, *Desmanthus illinoensis* and *Neptunia pubescens* was studied. The research was conducted under laboratory conditions. "Uni-Marin" seed planting technique was used. Results indicate that studied salt levels did not affect *Desmanthus illinoensis* seed germination; however, seed germination was reduced for the other two species, since *Neptunia pubescens* and *Desmanthus virgatus* under 3750 ppm presented 78% and 65% seed germination respectively. Seedling vigour was estimated by seedling length and for the three studied species there was an inverse relationship between salt concentration and seedling vigour. According to the studied variables, *Desmanthus illinoensis* was more tolerant to salinity than *Desmanthus virgatus* and *Neptunia pubescens*, while between these last two species there were not significant differences for the two studied variables.

## 1. INTRODUCCION

En las regiones áridas y semiáridas de nuestro país se localiza el estado de Nuevo León, cuya extensión territorial es de 6,455,500 ha, que en general corresponde a áreas de agostadero y pastizales, lo que hace posible la explotación ganadera.

Uno de los mayores inconvenientes de dichas áreas de pastoreo , es la baja disponibilidad de agua, los suelos alcalinos y en muchas ocasiones salinos, lo cual son condiciones adversas para la explotación intensiva de pastos introducidos o nativos de alta calidad forrajera.

Una posible solución a la anterior problemática es el aprovechamiento de la diversidad vegetal que se presenta en dichas regiones, seleccionando especies cuyas características permitan su manejo y explotación en sistemas de producción intensivos y extensivos.

Concerniente a lo anterior, México es uno de los países con el mayor número de especies vegetales y es considerado entre los principales centros de domesticación vegetal del mundo. Dentro de las especies nativas del norte de México se encuentran algunas leguminosas silvestres con buenas características forrajeras, que crecen en los pastizales. Además de dichas características

favorables, se conoce que las leguminosas son fijadoras de nitrógeno mejorando las características del suelo. Sin embargo, son necesarios estudios que contribuyan a obtener información para definir el potencial de producción de dichas especies, que permitan incorporarlas como una alternativa en los agrosistemas productivos de las regiones mencionadas.

En el marco anterior, el objetivo del presente trabajo fue el estudio de la tolerancia a la salinidad en el estado de plántula de tres especies de leguminosas (fabáceas): *Desmanthus virgatus*, *Desmanthus illinoensis* y *Neptunia pubescens*, conocidas como Huizachillo silvestre, Huizachillo cultivado y *Neptunia* silvestre, respectivamente.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Taxonomía, características botánicas y distribución de las especies bajo estudio.

**Huizachillo silvestre: *Desmanthus virgatus* (L.) Willd**

*Orden: Rosales*

Familia: Leguminosae ( Fabaceae )

Sub-Fam: Mimosoideae

Género: Desmanthus

Especie: virgatus

Variedad: depressus (Willd.) B.L. Turner

( Correl y Johnston, 1970 )

#### **Características Botánicas:**

Planta perenne de crecimiento en las épocas cálidas, cuyo hábito de crecimiento es subarborescente, generalmente los tallos son prostrados y según Martínez ( 1991 ) ocasionalmente son erectos.

#### **Distribución:**

Especie abundante en la planicie, 280 - 360 msnm, muy frecuentemente en suelos arenosos, donde forman una carpeta densa y con gran cobertura, en México

se le puede encontrar prácticamente en todo el territorio ( Bendeck, 1983 ), además en centro y Sudamérica ( Turner, 1950; citado por Estrada s.f. ).

**Huizachillo cultivado: *Desmanthus illinoensis* (Michx.) MacM.**

Orden: Rosales

Familia: Leguminosae ( Fabaceae )

Sub-Fam: Mimosoideae

Género: *Desmanthus*

Especie: *illinoensis* (Michx. ) MacM.

( Correl y Johnston, 1970 ).

**Características Botánicas:**

Es una planta perenne que crece en épocas cálidas, tiene hábitos de crecimiento subarborescente, pero en referencia a sus tallos pueden presentarse en muchas ocasiones erectos dada su variedad domesticada, aunque pueden presentarse también rastreros ( Anónimo, 1955 ).

**Distribución:**

Frecuentemente en suelos arcillosos en el centro norte de Texas, poco frecuente o raro en la meseta de Edwards y las planicies de EUA, rara en el sureste de Texas. No se a colectado en México ( Correl y Johnston, 1970 ).

**Neptunia silvestre: *Neptunia pubescens* Benth.**

*Orden: Rosales*

Familia: Leguminosae ( Fabaceae )

Sub-Fam: Mimosoideae

Género: Neptunia

Especie: pubescens

Variedad: microcarpa (Rose) Windler

( Correl y Johnston, 1970 ).

**Características Botánicas:**

Planta herbácea perenne, terrestre, postrada, los tallos 30 - 70 cm de largo, glabros o pubescentes; hojas alternas, bipinadas; inflorescencias dispuestas en espigas congestionadas, pedunculadas, solitarias o en pares en las axilas de las hojas; ovario pequeño, con el estilo saliente y más largo que los estambres, estigma terminado en forma cóncava; fruto una vaina oblonga, aplanada, membranosa o ligeramente coriácea, marginalmente dehiscente. ( Estrada s. f. ).

**Distribución:**

Se distribuye en partes del Rio Grande o Rio Bravo, en las planicies de Texas, Coahuila, Nuevo León y Jalisco ( Correl y Johnston, 1970 ). Se a colectado en el centro este de Nuevo León en los municipios de Linares, Hualahuises, Allende (

Estrada, s.f. ) y en el norte del mismo estado, en el municipio de Parás N.L. ( Cesáreo Guzmán Flores; comunicación personal. ).

## **2.2 -Efecto de la salinidad sobre las plantas**

Según Pizarro ( 1978 ) las sales disueltas en la solución del suelo afectan a las plantas a través de dos mecanismos: mediante aumento de la "presión osmótica" y de la misma solución por su efecto tóxico.

Mientras más sea la concentración salina de la solución del suelo, aumenta su "potencial osmótico" y llega un momento en que las raíces de las plantas no tienen la fuerza de succión necesaria para contrarrestar esa presión osmótica y, en consecuencia, no absorben el agua del suelo. La "presión osmótica" se origina cuando los solutos, asemejándose a un gas que actúa en el volumen ocupado por la solución, "presionan" a las moléculas del agua restringiendo su nivel energético, es decir, disminuyendo su potencial hídrico; por consecuencia, entre mayor es la concentración de sales, mayor es la disminución de la tendencia del agua a fluir hacia el interior de la raíz.

En el caso de la toxicidad de las sales, aparentemente no es debida al efecto directo de sus iones, sino que estos inducen alteraciones en el metabolismo ocasionando la acumulación de productos tóxicos ( Pizarro, 1978 ).

Algunos estudios coinciden, que lo anterior, indica que el efecto de las sales es más sobre el potencial hídrico que sobre la toxicidad. Esto se ha demostrado comparando el polietilenglicol, el cual es una macromolécula (PM = 6000) soluble en agua que no se ioniza y que no penetra a la membrana, sin embargo sus efectos sobre las células son similares a los provocados por el cloruro de sodio, el cual es ionizable y penetra a la membrana. Además, los cloruros generalmente inhiben más el desarrollo de las plantas que los sulfatos, pero esta diferencia tiende a desaparecer cuando las concentraciones se expresan con base a "presión osmótica". Estas relaciones indican que es la concentración total de las partículas de soluto en la solución, más que la naturaleza química, la causante principal de los efectos de inhibición que las soluciones salinas tienen sobre el desarrollo de las plantas de cultivo ( Anónimo, 1982 ). Sin embargo, otros autores como Pizarro (1978 ) consignan que el efecto tóxico de la sal es mas importante que el de la dificultad de absorción de agua cuando la salinidad no es excesiva, aunque en suelos muy salinos, la elevada presión osmótica es el factor principal.

Mientras mayor es la concentración salina de la solución del suelo mayor es su efecto perjudicial sobre los cultivos. Las sales que tienen elevada solubilidad son las mas nocivas, porque dan lugar a soluciones salinas muy concentradas; en cambio, las poco solubles precipitan antes de alcanzar los niveles perjudiciales ( Pizarro, 1978 ).

### 2.3-Tolerancia de los cultivos a las sales

Los cultivos desarrollados en suelos salinos, presentan plantas con achaparramiento, con variabilidad considerable en su tamaño, el follaje es de color verde - azul profundo y se ven manchones sin plantas; sin embargo estas características no son indicaciones infalibles de salinidad ( Anónimo, 1982 ). Pizarro ( 1978 ) menciona que en el estudio riguroso de la tolerancia de las plantas a la salinidad debe considerar, no solamente las cantidades totales de sales, sino también su composición, fase de la planta, tipo de suelo, estado de humedad, etc.

La tolerancia a las sales de un cultivo se puede evaluar de acuerdo con tres criterios ( Anónimo, 1982 ): 1- la capacidad del cultivo para sobrevivir en suelos salinos; 2- el rendimiento del cultivo en suelos salinos; 3- el rendimiento relativo del cultivo en suelo salino, en comparación con el correspondiente a un suelo no salino en condiciones similares. El segundo criterio es el de mayor importancia agronómica.

Con el desarrollo de las técnicas de cultivo de tejidos se han desarrollado procedimientos para estudiar *in vitro* la tolerancia de los cultivos a la salinidad, como ejemplo podemos mencionar los trabajos de Alvarado *et al.* ( 1991 ), Spiegel - Roy and Ben - Hayyim ( 1985 ).

## 2.4-Técnicas para evaluar el efecto de la salinidad

La literatura consigna diferentes técnicas para estudiar el efecto de la tolerancia de una especie a la salinidad, entre estas técnicas se pueden mencionar las técnicas en condiciones de invernadero o de laboratorio. En el primer caso consiste en manejar las plantas en maceta, suministrándoles las soluciones salinas mediante el riego controlado ( Greenway y Munns, 1980 ). En el caso de las condiciones de laboratorio, es común hacer el estudio solamente a nivel de germinación y de plántula, esto genera información valiosa puesto que la mayoría de las plantas son más sensibles a la salinidad durante la germinación que en las últimas etapas de su desarrollo ( Anónimo, 1982 ). Además, en estas condiciones se pueden regular con más facilidad y precisión las concentraciones de las soluciones. Asimismo, como se mencionó anteriormente, con el desarrollo de la técnica de cultivo de tejidos se han diseñado procedimientos para estudiar *in vitro* la tolerancia de los cultivos a la salinidad.

Por lo anterior, al momento de seleccionar cultivos para suelos salinos se debe de tomar en cuenta la tolerancia de estos a las sales durante la germinación. Esto es porque ciertas especies muy tolerantes a las sales durante las últimas etapas de su desarrollo, son extremadamente sensibles a ellas durante su germinación.

Por otra parte, una técnica utilizada en el laboratorio de Fisiología y Anatomía Vegetal de la FAUANL, para estudiar la tolerancia a la salinidad del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) ( Ruiz, 1994 y Leal, 1995 ) es la técnica denominada "Uni - Marin" (Guzman *et al.* 1995 ). Esta técnica fue diseñada originalmente con el objetivo de inducir la germinación en dicha especie; no obstante, la utilidad para los estudios del efecto de salinidad en los vegetales, como lo consigna Leal ( 1995 ), se debe a que en dicha técnica se utiliza un gran volumen de solución ( 9 litros) para bañar permanentemente a las semillas. Este gran volumen de solución utilizado permite que, durante un experimento donde se quiere estudiar la tolerancia de la plántula a la salinidad, la concentración de la solución no sufra modificaciones; otra ventaja es que mediante la técnica "Uni Marin" la oxigenación de los tejidos no es limitante, además el desarrollo de la plántula no tiene restricciones durante el crecimiento de la radícula y la plúmula. Dicha técnica se ilustra en la figura 1.

## **2.5-Antecedentes del efecto de la salinidad sobre las leguminosas**

No encontramos estudios sobre la tolerancia a la salinidad de *Desmanthus virgatus*, *Desmanthus illinoensis* y *Neptunia pubescens*, no obstante se consignan poblaciones silvestres de la primera creciendo en suelos salinos ( Bendek, 1983 y Ruiz, 1983 ). Además, en el campo experimental de la FAUANL se encuentra una parcela de esta especie en condiciones de riego por cintillas en donde la calidad del agua fluctuó alrededor de los 3000 mmhos y las plantas no presentaron ningún

síntoma del efecto de las sales, mientras que algunos cultivos ( tomate, chile y maíz ) regados con la misma técnica y de la misma fuente de agua, presentaron síntomas del efecto de las sales.

En el caso de *Neptunia pubescens* la única referencia que se encontró fue una comunicación verbal del Ing. Cesareo Guzman Flores quien colectó esta especie en el municipio de Parás, N.L. en donde es frecuente la presencia de sales.

De *D. illinoensis*, no se encontró ninguna referencia que nos indicara cuál es su tolerancia a la salinidad.

Estudios con otras especies de Fabaceae como *Phaseolus acutifolius* y *P. vulgaris* (Goertz, y Conns, 1989) y *Glycine max* (Abel y Mackenzi, 1964), indican que, en general, la salinidad disminuye el porcentaje de germinación y el vigor de las plántulas. Por su parte Croughan *et al.* (1981), estudiando el efecto de la sal con cultivos de líneas celulares de *Glycine max*, una de las cuales había sido seleccionada en medios de cultivo salinos y las otras eran líneas no tolerantes a la sal, encontraron que la primera línea mencionada, presentó un desarrollo normal en un medio salino, en comparación con las líneas no tolerantes, y que además dicha línea requirió de una cantidad sustancial de cloruro de sodio en el medio de cultivo para su óptimo desarrollo, sugiriendo dichos autores que durante el proceso de selección de la línea tolerante en medios salinos se indujo una estrategia halofítica de dicha línea.

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Ubicación y condiciones ambientales del experimento**

El experimento se efectuó en el laboratorio de Anatomía y Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en Marín, Nuevo León.

La temperatura durante todo el experimento fluctuó entre una mínima promedio de 30.2°C y una máxima promedio de 33.1°C.

La luz que incidió sobre las unidades experimentales correspondió a la radiación que penetraba por las ventanas del laboratorio, en ningún momento se presentó la incidencia de luz solar directa.

#### **3.2. Especies bajo estudio**

Se estudiaron tres especies de la Fam. Fabacea: *Desmanthus virgatus* L. var. *depressus* Willd, *Desmanthus illinoensis* ( Michx. ). MacM. y *Neptunia pubescens* Benth. var. *microcarpa* (Rose) Windler.

La semilla de *D. virgatus* fue colectada de plantas silvestres en el área del campo experimental de la FAUANL en Marín, N.L.. En el caso de *D. illinoensis* la

semilla fue adquirida comercialmente. La semilla de *N. pubescens* fue colectada en los prados de "La Nueva Esperanza", institución ubicada en el kilómetro 233 de la Carretera Nacional, en el municipio de Allende, Nuevo León.

### **3.3. Tratamientos estudiados.**

Se estudiaron cuatro niveles de salinidad, ( NaCl - Agua ) los cuales fueron:

T1= 0ppm

T2= 1250ppm

T3= 2500ppm

T4= 3750ppm

Por consecuencia el número de tratamientos fue de 12 ( 3 especies x 4 niveles de salinidad).

### **3.4. Diseño Experimental**

Los tratamientos se distribuyeron siguiendo un diseño completamente al azar con seis repeticiones. Cada unidad experimental consistió de una charola en la cual se colocaron 30 semillas con potencial de germinación.

El potencial de germinación se estimó mediante una prueba previa de germinación con 100 semillas de cada especie, y luego proceder en la técnica "Uni-Marin", la cual se describe en el apartado 3.5, a colocar un número ajustado de

semilla de acuerdo al % de germinación resultante en cada especie. 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 ).

La comparación de medias se hizo calculando la diferencia mínima significativa ( DMS ) protegida de Fisher ( Steel y Torrie 1981 ) con la siguiente fórmula ( Reyes, 1987 ):

$$D.M.S. = t_{\alpha/2} ( G.L. \text{ del error } ) \sqrt{\frac{2s^2}{n}}$$

donde

$t_{\alpha} ( G.L. \text{ del error } )$  indica el valor de  $t$ .

La tabla de t es obtenida con el nivel de significancia y el número de grados de libertad del error.

$S^2$  = varianza o cuadro medio del error experimental, y

n = número de repeticiones o número de valores necesarios para calcular los promedios en estudio.

a) Dos promedios son estadísticamente distintos si su diferencia ( D ) es mayor que la D.M.S.:

$$D > D.M.S.$$

b) Dos promedios son estadísticamente iguales, si su diferencia ( D ) estima a cero o si su diferencia ( D ) es menor que la D.M.S.:

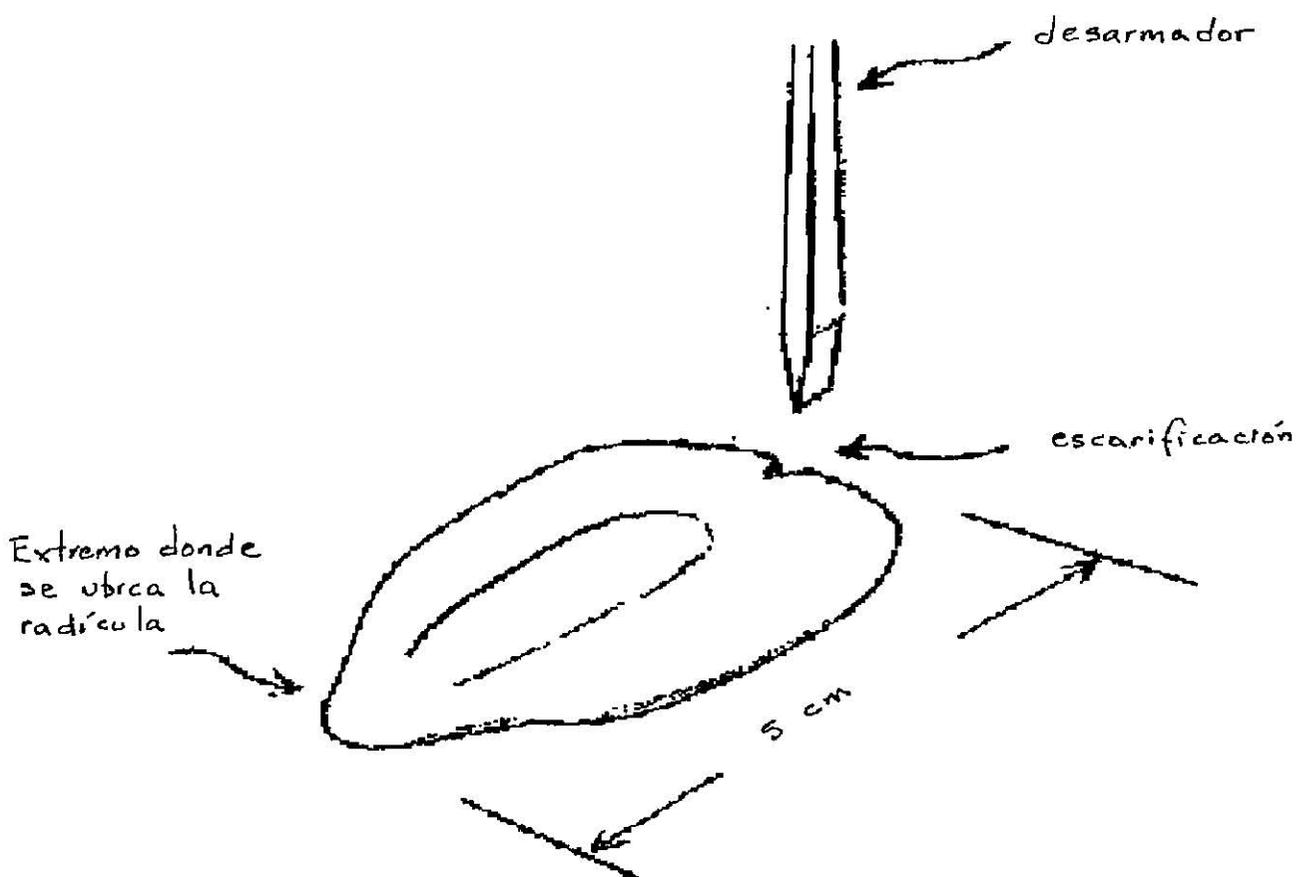
$$D \leq D.M.S.$$

Por otra parte, debido a que las semillas de las tres especies presentan latencia impuesta por cubiertas impermeables, fue necesario realizar procesos de escarificación a las semillas; dichos procesos fueron particulares a cada especie.

En *D. virgatus* el tratamiento de escarificación indujo 79% de germinación, por consecuencia, para obtener un potencial de 30 semillas germinadas, fue necesario colocar en la charola 38 semillas. Dicho tratamiento de escarificación consistió en remojar la semilla en agua destilada a una temperatura de 80° C durante tres minutos.

En *D. illinoensis* el tratamiento de escarificación indujo 60% de germinación, por consecuencia, para obtener el potencial de 30 semillas germinadas, fue necesario colocar en la unidad 50 semillas. En este caso el tratamiento de escarificación fue similar al anterior.

En *N. pubescens*, a diferencia de las otras dos especies, el tratamiento de escarificación indujo un porcentaje de germinación del 100%; por este motivo se colocaron en la unidad únicamente 30 semillas. En esta especie el tratamiento de escarificación fue mecánico y se llevó a cabo mediante un desarmador milimétrico, haciendo una pequeña insición en la cubierta seminal en el extremo contrario a la ubicación de la radícula de cada semilla, como se observa en la figura 1.

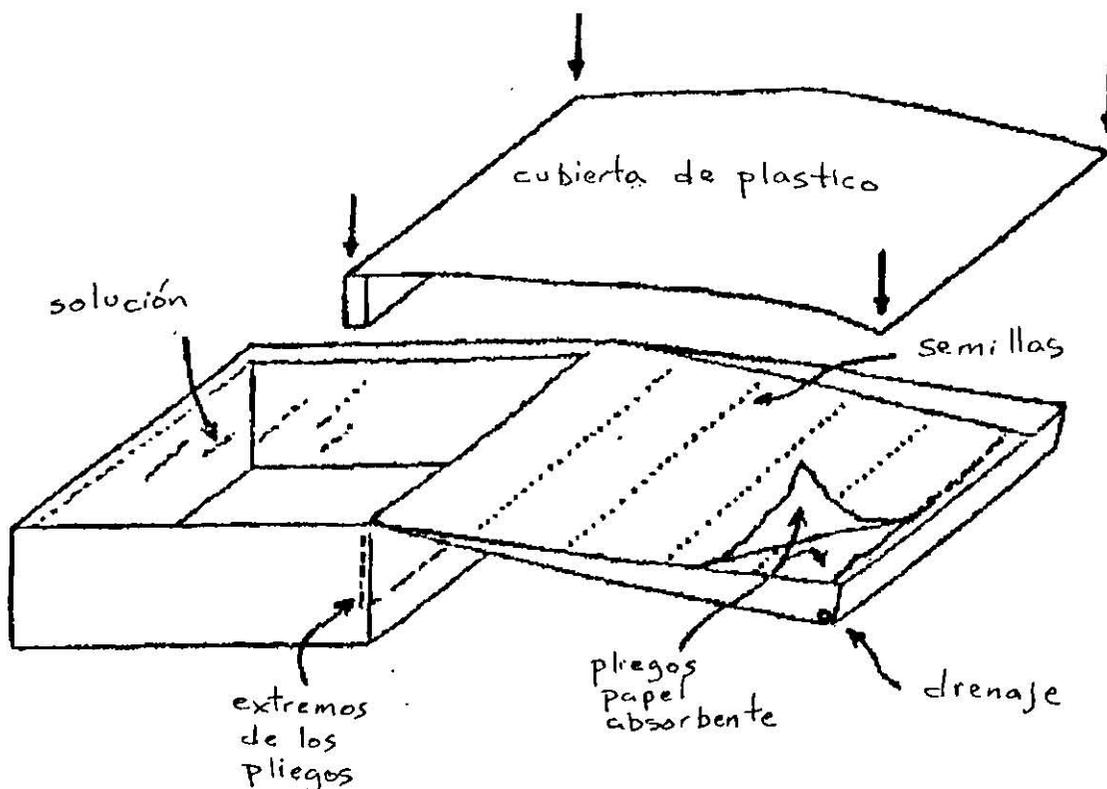


**Figura 1. Procedimiento para escarificar mecánicamente a la semilla de *Neptunia pubescens*.**

### **3.5. Técnica de siembra**

Se utilizó la técnica "uni-marín" ( fig. 2 ) descrita por Guzmán *et al.* ( 1994 ). Las soluciones salinas se prepararon en los recipientes de la técnica mencionada y fueron hechas tomando en cuenta la cantidad de litros ( 9 litros ) que pueden contener dichos recipientes y las partes por millón de NaCl de los tratamientos

correspondientes. Se utilizó agua destilada en todas las soluciones, agregando sal en miligramos según cada concentración. Dicha sal, según las indicaciones del empaque de la compañía "Del Mar" contenía: 250 mg de fluoruro de potasio y 20 mg de yodato de potasio por cada kilogramo de sal ( NaCl ) y además antiapelmasante, sin especificar cantidad ni producto.



**Figura 2. Técnica "Uni-marín". Entre los dos pliegos de papel absorbente se coloca la "semilla". Tomado de Guzmán et al. ( 1995 )**

### **3.6. Variables estudiadas.**

#### **Porcentaje de germinación.**

Es el cociente, multiplicado por 100, del total de semillas germinadas entre el total de semillas germinadas en el testigo (trat 1 = 0ppm). Se consideró semilla germinada aquella cuya radícula emergida midió 2mm o más. Se hicieron tres evaluaciones, la primera el día siguiente después de iniciar la prueba, la segunda y tercera en los días siguientes respectivamente.

#### **Vigor.**

Se estimó midiendo la longitud de la plántulas. Para esto se midió la distancia entre el ápice de la raíz primaria y el nudo de las hojas cotiledonales. La medición se realizó a los tres días de la siembra.

## 4.-RESULTADOS

### 4.1-Germinación

Como se puede observar en el cuadro 1 ,se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas por efecto de los tratamientos sobre la germinación.

**Cuadro 1. Análisis de varianza del efecto de los tratamientos sobre la germinación.**

Tratamientos	GL	MS	SC	F	P
Tratamientos	11	2733.835938	248.530533	14.6243	0.000 **
Error	60	1019.664063	16.994402		
Total	71	3753.500000			

C.V = 16.33 %

\* significativo

\*\* altamente significativo

Como se encontró diferencia significativa entre tratamientos, se procedió a la comparación de promedios, por la DMS protegida de Fisher, la cual se presenta en el Cuadro 2, en donde se aprecia que los cuatro niveles de salinidad estudiados no tuvieron efecto sobre la germinación de *Desmanthus illinoensis*, en donde se presentaron los máximos valores de germinación, los cuales fueron del 100 %. En las otras dos especies, en general, al incrementarse la salinidad disminuyó el porcentaje de germinación, de tal manera que cuando la salinidad fue de 3750 ppm,

se presentaron los menores valores de germinación con 78 % para *N. pubescens* ( Trat 12 ) y 65 % para *D. virgatus* ( Trat 4 ). Los resultados anteriores se ilustran en la figura 3.

**Cuadro 2. Comparación de promedios del efecto de los tratamientos, sobre el porcentaje de germinación.**

Tratamientos			Media	% Germinación
Num	especie	concentración		
8	<i>D. illinoensis</i>	3750 ppm	33.67 A	100
7	<i>D. illinoensis</i>	2500 ppm	33.50 A	100
5	<i>D. illinoensis</i>	0 ppm	33.33 A	100
6	<i>D. illinoensis</i>	1250 ppm	32.50 A	98
7	<i>D. virgatus</i>	0 ppm	25.17 B	100
2	<i>D. virgatus</i>	1250 ppm	24.67 B	98
9	<i>N. pubescens</i>	0 ppm	24.00 BC	100
3	<i>D. virgatus</i>	2500 ppm	21.83 CD	86
11	<i>N. pubescens</i>	2500 ppm	19.83 CDE	82
10	<i>N. pubescens</i>	1250 ppm	19.50 CDE	81
12	<i>N. pubescens</i>	3750 ppm	18.67 DE	78
4	<i>D. virgatus</i>	3750 ppm	16.33 E	65

\* Letras iguales significan que no existen diferencias en el tratamiento.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 4.7601683

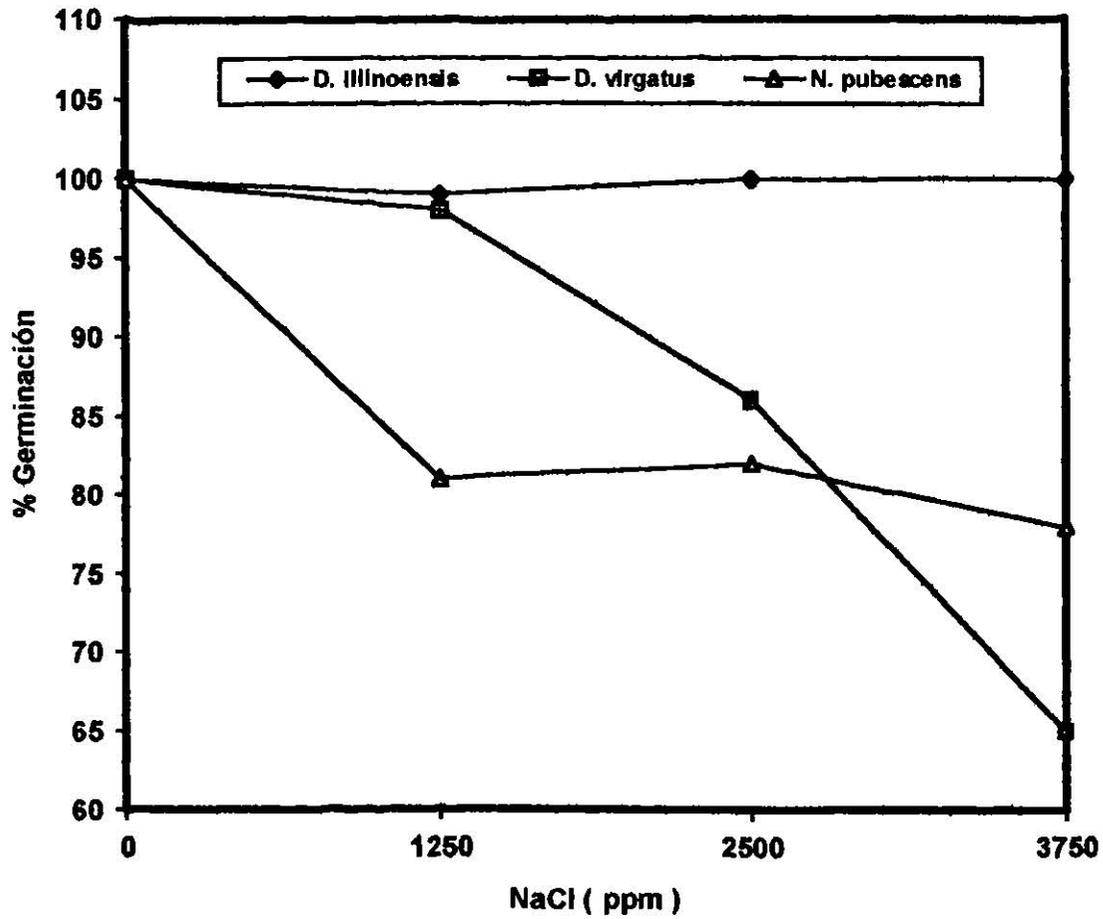


Figura 3. Porcentaje de germinación en las cuatro concentraciones de salinidad estudiadas.

## 4.2- Longitud

En el Cuadro 3 se presenta el Análisis de varianza en el cual se observan diferencias estadísticas altamente significativas sobre tratamientos para el vigor de las plántulas.

**Cuadro 3. Análisis de varianza del efecto de los tratamientos sobre la longitud.**

	GL	SC	GM	F	P>F
<b>Tratamientos</b>	<b>11</b>	<b>23.142792</b>	<b>2.103890</b>	<b>24.0177</b>	<b>0.000**</b>
<b>Error</b>	<b>60</b>	<b>5.255859</b>	<b>0.087598</b>		
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>28.398651</b>			

**C.V. = 18.80 %**

**\* significativo**

**\*\* altamente significativo**

La comparación de promedios por la DMS protegida de Fisher, se presentan en el Cuadro 4, en el que se observa que en general, los tratamientos con menor nivel de salinidad indujeron las mayores longitudes de plántula; así tenemos que en los tratamientos testigo ( 0 ppm ) se presentaron las mayores longitudes de plántula, las cuales fueron de 2.6, 2.5 y 1.9 cm para *D. virgatus*, *N. pubescens* y *D. illinoensis* respectivamente. Dicha longitud disminuyó en relación inversa a la concentración de sal en la solución, de tal manera que en los tratamientos con la mayor concentración se presentaron las menores longitudes, las cuales fueron de 1.4 ( trat

4 ) para *D. virgatus*, 1.3 ( trat 12 ) para *N. pubescens* y 0.81 ( trat 8 ) para *D. illinoensis*. Lo anterior se ilustra en forma más clara en la figura 4.

**Cuadro 4. Comparación de promedios del efecto de los tratamientos sobre la longitud.**

Num	Tratamiento		Media
	especie	concentración	
1	<i>D. virgatus</i>	0 ppm	2.66 A
9	<i>N. pubescens</i>	0 ppm	2.53 A
5	<i>D. illinoensis</i>	0 ppm	1.91 B
2	<i>D. virgatus</i>	1250 ppm	1.89 B
10	<i>N. pubescens</i>	1250 ppm	1.71 BC
3	<i>D. virgatus</i>	2500 ppm	1.48 CD
4	<i>D. virgatus</i>	3750 ppm	1.44 CD
12	<i>N. pubescens</i>	3750 ppm	1.29 D
11	<i>N. pubescens</i>	2500 ppm	1.19 D
6	<i>D. illinoensis</i>	1250 ppm	1.15 DE
7	<i>D. illinoensis</i>	2500 ppm	0.85 E
8	<i>D. illinoensis</i>	3750 ppm	0.81 E

\* Letras iguales significan que no existen diferencias en el tratamiento.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 0.3417562

La figura 4 también ilustra que no se presentó una interacción entre el efecto de la salinidad y la especie, es decir el gradiente de salinidad tuvo el mismo efecto para cada una de las especies bajo estudio, ya que son paralelas las curvas de respuesta de la longitud con respecto al nivel de salinidad para cada especie.

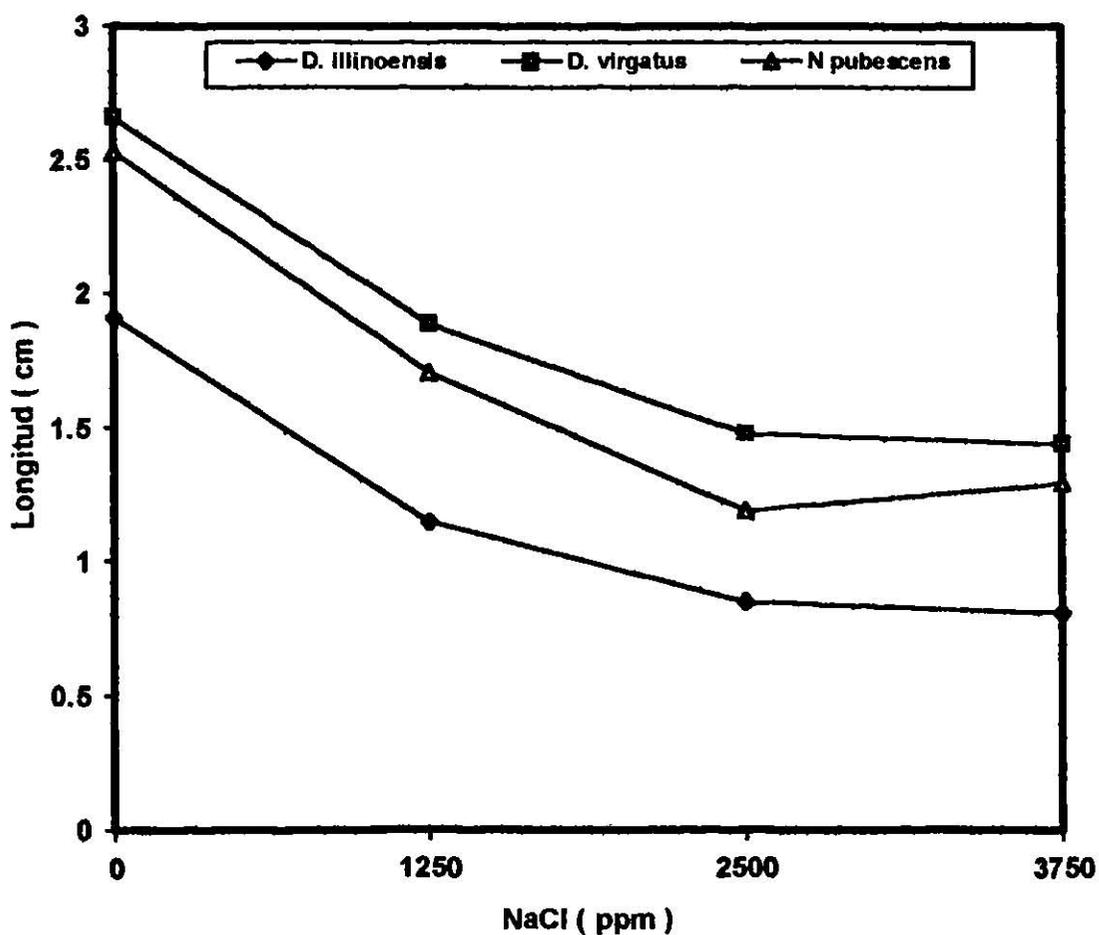


Figura 4. Longitud de plántula en las cuatro concentraciones de salinidad estudiada.

## 5. -DISCUSIÓN

Los resultados en el caso de *D. virgatus* y *N. pubescens*, coinciden con la literatura ( Goertz, y Conns, 1989 y Abel y Mackenzi, 1964 ), ya que en la gama de valores de salinidad estudiados se redujo la germinación al incrementarse la concentración de la solución.

En contraste con lo anterior, la respuesta de *D. illinoensis* indicó que esta planta toleró altas concentraciones de salinidad, puesto que la germinación fué la misma en toda la gama de los tratamientos estudiados.

Además, dicha tolerancia se confirma si comparamos el comportamiento de *D. illinoensis*, con lo consignado por Gaushman *et al.* ( 1954 ) y Guzmán ( 1993 ) para el pasto *Cenchrus ciliaris* L., la planta forrajera más importante de la región, quienes encontraron que a 3000 ppm de NaCl el porcentaje de germinación fue de 35 y 70 % respectivamente, mientras que en el presente trabajo, *D. illinoensis* a dicha concentración presentó el 100 %. En el caso de *N. pubescens* y *D. virgatus*, la primera también superó la tolerancia de *Cenchrus ciliaris*, mientras que la segunda presentó la misma tolerancia de este pasto.

En el caso del efecto de la concentración salina sobre el vigor de la plántula los resultados en las tres especies coinciden con lo esperado según la literatura (

Goertz y Conns, 1989, y Abel y Mackenzi, 1904 ), ya que la longitud de la plántula, en general, se redujo en una relación inversa a la concentración. Además, los mismos resultados, como se mencionó anteriormente en el apartado 4.2, indican que el efecto de la salinidad es el mismo para las tres especies, es decir las concentraciones salinas estudiadas afectaron en el mismo grado el crecimiento de dichas especies.

## 6.-CONCLUSIONES

De acuerdo a lo estimadores estudiados, *D. illinoensis* fue más tolerante a la salinidad que *D. virgatus* y *N. pubescens*, mientras que estas dos últimas presentan el mismo comportamiento.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Abel, G. H. and A. J. Mackenzie. 1964. Salt tolerance of soybean varieties during germination and later growth. *Crop Sci.* 4: 157-160
- Alvarado G., O. G. 1990. Caracterización *in vitro* de la tolerancia de *Chenopodium quinoa* Will. a la salinidad ( NaCl ). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 112 p.
- Anónimo. 1955. Pasture and range plants. Native grasses series, section 1. Phillips Petroleum Co. Oklahoma, U.S.A. p 10.
- Anónimo. 1982. Diagnóstico y rehabilitación de los suelos salinos y sódicos. Traducción: Dr. Nicolás Sanchez Durón; Dr. Enrique Ortega Torres; Rodolfo Uera y Zapata y Rodolfo Chena González. Ed. Limusa. México DF. 4a. impresión pp 63-68 y 71-73.
- Bendeck A., N.L 1983. Datos autoecológicos de *Desmanthus virgatus var. depressus* ( willd. ) B.L. Turner, ( Leguminosae ) en el norte de Nuevo León, México. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Tesis de Licenciatura.
- Correl, D.C., and M. C. Johnston. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. *Research Foundation* 6: 779-782.

- Croughan, T.P., S.J Stavarek and D.W. Rains. 1981. *In vitro* development of salt resistant plants. *Environmental and Experimental Botany*. 21: 317-324.
- Estrada C., A.E.S.F. Leguminosas en el Centro - Sur de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Reporte Científico. Num especial 10 pp 66 y 68.
- Gaushman, H. W.; W. R. Cowley y J. H. Barton. 1954. Reaction of some grasses to artificial salinization. *Agron. J.* 46 : 412 - 414.
- Goertz, S.H. and J.M. Coons. 1989. Germination Response of Tepary and Navy Beans to Sodium Chloride and Temperature. *Hort Sci* 24 (6) : 923-925.
- Greenway, H. and R. Muuns. 1980. Mechanims of Salt Tolerance in Nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol* 31: 149-190.
- Guzmán F., C. 1993. Efecto de la calidad del agua en la eficiencia de la técnica "Uni - Marín". *Avances de investigación. Centro de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Agronomía, UANL.* p 120.
- Guzmán F., C, U. Lopez D. y S. Puente T. 1995. El buffel en el noreste de México. Editado por la Facultad de Agronomía, UANL. p 33.

- Leal G.,R. 1995. Tolerancia a la salinidad de la variedad común ( Texas 4464 ) de Buffel. Facultad de Agronomía. UANL. Tesis de licenciatura.
- Martinez G., J.A. 1991. Análisis del crecimiento del "huizachillo" (*Desmanthus virgatus* (L.) Var *depressus* Willd.) y efecto del agobio hídrico sobre su germinación. Facultad de Agronomía. UANL. Tesis de Licenciatura 42 p.
- Olivares S., E. 1993 Notas de diseños experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. Marín, N.L. Facultad de Agronomía, UANL. p 15.
- Pizarro, F. 1978. Drenaje Agrícola y Recuperación de suelos salinos. Madrid. Agrícola Española, S.A. pp 68 - 74 y 92 - 108.
- Reyes C., P. 1987 Diseño de experimentos aplicados. México. Ed. Trillas 5a impresión. pp 104 - 107.
- Ruíz M., M. A. 1983. Estudio preliminar de los suelos del municipio de Parás, Nuevo León;su clasificación fertilidad y relación suelo - vegetación, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Tesis de licenciatura.

Ruiz C., E. 1994 Caracterización y selección de variantes somaclonales de *Cenchrus ciliaris* L. por tolerancia a salinidad. Memorias de los Seminarios, primavera. Subdirección de Estudios de Postgrado. Facultad de Agronomía, UANL. pp 104 - 414.

Spiegel - Roy, P. and G. Ben - Hayyim. 1985. Selection and breeding for salinity tolerance *in vitro*. Plant and Soil 89 : 243 - 252.

Steel, R.G.D. y Torrie, J. H. 1990. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Ed. McGraw Hill. 2a. Edición. p 167.

“Ser pobre sólo es una desgracia si te obliga a actuar como tal”.

Gary Jennings.

“El mal es tan solo un invento del hombre.

El bien es la contraparte de éste y por lo tanto inexistentes ambos”.

Kin.

“Alcanzarás la región de las nubes, rozarás la transparencia del cielo y no tendrás miedo de caer”.

Popol Vuh.

