

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



EFFECTOS DE TIPOS Y CONCENTRACIONES DE SALES EN LA  
GERMINACIÓN DEL FRIJOL DOLICHOS CAFÉ  
(*Lablab purpureus*)

Por:

LUIS MIGUEL MARTÍNEZ GÓMEZ

Tesis

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

EFFECTO DE TRES TIPOS Y CUATRO CONCENTRACIONES DE SALES  
EN LA GERMINACIÓN DEL FRIJOL DOLICHOS CAFÉ (*Lablab Purpureus*).

Por:

LUIS MIGUEL MARTÍNEZ GÓMEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobado por el comité de tesis



Dra. Manuela Bolívar Duarte

Asesor Principal



M.C. Adriana Antonio Bautista

Coasesor



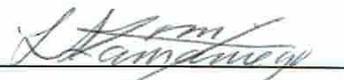
M.P. Fernando de Jesús Carballo Méndez

Coasesor



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coasesor



Dr. Luis Samaniego Moreno

Coordinador de la División de Ingeniería.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2018

## DECICATORIA

El presente trabajo lo dedico con mucho cariño, respeto y admiración a mis padres:

MIGUEL ÁNGEL MARTÍNEZ HIDALGO

Y

GUADALUPE GÓMEZ HERNANDEZ

Porque primero les debo lo que ahora soy y que gracias a sus consejos y apoyo incondicional he podido salir adelante y formarme como soy. Y que con sus consejos tan valiosos hemos logrado terminar juntos a un de las metas propuestas. por la enseñanza, formación y valores que se me dieron para poder sobre salir. Por enseñarme que nunca hay que darse por vencido y siempre hay una solución en la vida de sobre salir de los problemas cotidianos.

A todas las personas que me han apoyado en mi formación en toda la carrera comenzando por mi familia, que en las buenas y en las malas han estado conmigo y sobre todo en la formación desde los niveles básicos de la educación, pero más en la licenciatura... gracias por enseñarme a enfrentar las cosas que hoy por hoy nos enfrentamos en la vida cotidiana, y que puede desarrollarse cada uno de los obstáculos si uno se lo propone, por aprender a valorar y confiar en mi día a día, para fomentar los deseos de poder superarse.

## AGRADECIMIENTOS

Adiós y a la Virgen de Guadalupe por darme la oportunidad de conocer lo más grande de la vida, por saber que todo esfuerzo aplicado tiene su recompensa, por permitir tener una hermosa y maravillosa familia, que me ha estado apoyando en toda mi carrera profesional a lo largo de la formación que se ha brindado.

A mis hermanos Blanca Guadalupe, Ana Gabriela y Sergio Alejandro por su apoyo, cariño y amor que me han brindado durante toda la vida.

Principal mente a mi asesora de tesis la Dra. Manuela Bolívar Duarte, por el apoyo que me ha brindado durante la realización del presente trabajo y los ejemplos que todo se puede realizar en la vida con esfuerzo. Por su apoyo para el desarrollo de este proyecto también agradezco por haberme brindado su confianza y compartir sus conocimientos y experiencias vividas.

A mis asesores M.C. Adriana Antonio Bautista, M.C. Fernando de Jesús Carballo Méndez y el M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez, por el apoyo y dirección del presente trabajo realizado, la enseñanza de poder salir adelante siempre en mis estudios, por haberme transmitido de sus conocimientos en el transcurso y el tiempo que me dedicaron para la realización de la tesis.

Mis sinceros agradecimientos a todos los profesores del Departamento de Riego y Drenaje por haberme brindado sus conocimientos.

Gracias a mis amigos Irlamar Yovana, Anna del Rosario., Mario, Inés Abisai, Gustavo, Enedelia. Muchachos gracias por todos los momentos que me permitieron compartir con ustedes, por los momentos de felicidad, los momentos tristes y por hacer de mi estancia en Saltillo un placer, los quiero, Dios los bendiga.

A Todos mis amigos cuyos nombres omití gracias por el apoyo y por la amistad que me brindaron.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por ser la casa que me ha brindado en la formación profesional durante estos años de estudio.

## ÍNDICE GENERAL

|   |    |
|---|----|
| I. INTRODUCCION.....                              | 1  |
| 1.1. Objetivo.....                                | 2  |
| 1.2. Hipótesis .....                              | 2  |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA .....                  | 3  |
| 2.1. Importancia a Nivel Mundial y Nacional ..... | 3  |
| 2.2. Frijol Dolichos.....                         | 4  |
| 2.3. Historia y Distribución .....                | 4  |
| 2.4. Aspectos Dignos del Cultivo.....             | 5  |
| 2.5. Clasificación Taxonómica .....               | 6  |
| 2.6. Descripción de la Planta .....               | 6  |
| 2.6.1. Raíz .....                                 | 6  |
| 2.6.2. Tallo.....                                 | 7  |
| 2.6.3. Hojas .....                                | 7  |
| 2.6.4. Flor.....                                  | 8  |
| 2.6.5. Inflorescencia .....                       | 8  |
| 2.6.6. Legumbre .....                             | 8  |
| 2.6.7. Adaptación.....                            | 8  |
| 2.7. <i>Lablab purpureus</i> .....                | 9  |
| 2.7.1. Ventajas.....                              | 10 |
| 2.7.2. Desventajas.....                           | 10 |
| 2.8. Germinación.....                             | 10 |
| 2.9. Proceso para la Germinación .....            | 11 |

|   |    |
|---|----|
| 2.9.1. Imbibición .....   | 11 |
| 2.9.2. Activación Enzimática.....                               | 12 |
| 2.9.3. Iniciación del Crecimiento del Embrión.....              | 12 |
| 2.10. Requerimientos para la Germinación.....                   | 12 |
| 2.10.1. Viabilidad de las Semillas .....                        | 12 |
| 2.10.2. Maduración de las Semillas.....                         | 12 |
| 2.11. Factores Ambientales que Influyen en la Germinación ..... | 13 |
| 2.11.1. La Humedad.....   | 13 |
| 2.11.2. Aire (Oxígeno y Bióxido de Carbono). .....              | 13 |
| 2.11.3. Temperatura .....                                       | 14 |
| 2.11.4. Luz.....  | 14 |
| 2.12. Características del Frijol Dolichos .....                 | 14 |
| 2.13. Características Anti-nutricionales.....                   | 15 |
| 2.14. Características Agronómicas .....                         | 15 |
| 2.14.1. Condiciones Ambientales .....                           | 15 |
| 2.14.2. Suelo .....   | 16 |
| 2.14.3. Plagas y Enfermedades .....                             | 16 |
| 2.14.4. Uso Agrícola.....                                       | 17 |
| 2.15. Salinidad en México y el Mundo.....                       | 17 |
| 2.15.1. Suelo Salino .....                                      | 20 |
| 2.16. Factores que Favorecen el Proceso de Salinización .....   | 20 |
| 2.16.1. Aguas de Mala Calidad.....                              | 20 |
| 2.16.2. Mal Drenaje .....                                       | 21 |
| 2.16.3. Aguas Freáticas Superficiales .....                     | 21 |
| 2.16.4. El Clima .....  | 21 |

|   |    |
|---|----|
| 2.16.5. Topografía .....                                      | 21 |
| 2.16.6. Conductividad Eléctrica .....                         | 21 |
| 2.17. Efecto de la Salinidad en la Germinación .....          | 21 |
| 2.18. Efecto de la Salinidad sobre las Plantas .....          | 22 |
| 2.18.1. Efecto del Cation Sodio (Na <sup>+</sup> ).....       | 25 |
| 2.18.2. Efecto del Cation Magnesio (Mg <sup>++</sup> ).....   | 25 |
| 2.18.3. Efecto del Cation Calcio (Ca <sup>++</sup> ).....     | 25 |
| III. MATERIALES Y METODOS .....                               | 26 |
| 3.1. Descripción del Sitio Experimental.....                  | 26 |
| 3.2. Semillas .....   | 26 |
| 3.3. Sales .....  | 26 |
| 3.4. Cámara de Germinación .....                              | 27 |
| 3.5. Horno de Secado .....                                    | 27 |
| 3.6. Balanza Analítica .....                                  | 27 |
| 3.7. Substratos .....   | 27 |
| 3.8. Preparación de Sales Puras .....                         | 27 |
| 3.9. Preparación de la Semilla .....                          | 29 |
| 3.9.1. Siembra .....  | 29 |
| 3.10. Parámetros a Evaluar en Condiciones de Laboratorio..... | 29 |
| 3.10.1. Germinación .....                                     | 29 |
| 3.10.2. Plantas Normales .....                                | 29 |
| 3.10.3. Plantas Anormales .....                               | 30 |
| 3.10.4. Semillas Muertas .....                                | 30 |
| 3.10.5. Longitud Media de Radícula .....                      | 31 |
| 3.10.6. Longitud del Hipocótilo .....                         | 31 |

|  |    |
|--|----|
| 3.10.7. Peso Seco de la Plántula.....                  | 31 |
| 3.11. Diseño Experimental y Análisis Estadístico ..... | 31 |
| 3.11.1. Parámetros de Observación .....                | 32 |
| IV. RESULTADO Y DISCUSIONES .....                      | 33 |
| 4.1. Germinación Fisiológica.....                      | 33 |
| 4.2. Plántulas Normales .....                          | 37 |
| 4.3. Plántulas Anormales .....                         | 41 |
| 4.4. Semillas Muertas.....                             | 45 |
| 4.5. Longitud de Hipocótilo.....                       | 47 |
| 4.6. Longitud de Raíz .....                            | 49 |
| 4.7. Peso Seco.....                                    | 50 |
| V. CONCLUSIONES .....                                  | 53 |
| VI. RECOMENDACIONES .....                              | 54 |
| VII. LITERATURA CITADA.....                            | 55 |

## INDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 2. 1. Subespecies de <i>Lablab purpureus</i> .....   | 9  |
| Cuadro 2.2.Diferentes nombres utilizados para <i>Lablab purpureus</i> .....                                     | 9  |
| Cuadro 3.1. Concentraciones requeridas para la preparación de los<br>tratamientos desales.....                  | 29 |
| Cuadro 4. 1. Análisis de varianza para la variable de germinación fisiológica.<br>.....                         | 38 |
| Cuadro 4. 2 Análisis de varianza para la variable plántulas normales.....                                       | 40 |
| Cuadro 4. 3 Comparación de medias entre testigo y tratamientos para<br>variables de plántulas normales.....     | 41 |
| Cuadro 4. 4 Análisis de varianza para la variable de plántulas anormales.<br>.....                              | 45 |
| Cuadro 4. 5 Comparación de medias y tratamientos y el testigo de la<br>variable de las plántulas anormales..... | 45 |
| Cuadro 4. 6 Análisis de varianza para la variable semillas muertas.....   | 48 |
| Cuadro 4. 7 Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo. .                                     | 50 |
| Cuadro 4. 8 Análisis de varianza para la variable longitud de raíz .....  | 52 |
| Cuadro 4. 9 Análisis de varianza para la variable peso seco. ....   | 53 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 4. 1. Germinación Fisiológica de <i>L. Purpureus</i> a diferentes concentraciones de NaCl, CaCl <sub>2</sub> y MgCl <sub>2</sub> .....              | 35 |
| Figura 4.2. Germinación Fisiológica de <i>L. Purpureus</i> a diferentes concentraciones de CaCl <sub>2</sub> .....   | 35 |
| Figura 4.3. Germinación Fisiológica de <i>L. Purpureus</i> a diferentes concentraciones de MgCl <sub>2</sub> .....   | 36 |
| Figura 4.4. Germinación Fisiológica de <i>L. Purpureus</i> a diferentes concentraciones de NaCl. ....  | 37 |
| Figura 4. 5. plántulas normales .....  | 38 |
| Figura 4. 6. porcentaje de plántulas normales germinadas de <i>L. Purpureus</i> con tres tipos de sales y cuatro diferentes niveles de concentración. .... | 39 |
| Figura 4. 7. Comparación de medias entre los tratamientos y el testigo para la variable de plántulas normales. ....  | 42 |
| Figura 4. 8. Tratamiento extra del agua destilada presentando una plántula anormal.....  | 43 |
| Figura 4. 9. porcentaje de plántulas anormales de <i>L. Purpureus</i> con tres tipos de sales y Cuatro diferentes niveles de concentración. .              | 43 |
| Figura 4. 10. Porcentaje de semillas muertas de <i>L. Purpureus</i> con tres tipos de sales y cuatro diferentes niveles de concentración.....              | 47 |
| Figura 4. 11. Variable de longitud de hipocótilo.....  | 49 |
| Figura 4. 12. Variable de longitud de la raíz. ....  | 50 |
| Figura 4. 13. Variable de peso seco. ....  | 52 |

## RESUMEN

La salinidad de los suelos en México y en el mundo es un problema que afecta notablemente a los cultivos. Esta problemática se presenta por factores como el uso de agua de riego de mala calidad y un mal drenaje. La salinidad limita a cultivos desde la germinación ya que influye sobre los procesos fisiológicos reduciendo así el porcentaje de semillas germinadas. Las sales tienen efectos adversos sobre las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo (Gili *et al.*, 2004).

Esta investigación fue realizada en el Laboratorio de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Se utilizó semilla de la especie de frijol dolichos (*Lablab Purpureus L. y Sweet*) es uno de los productos más importantes en la alimentación humana. Además, se encuentra ampliamente distribuido en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. En la actualidad, la mayoría de las zonas aptas para la agricultura presentan problemas de salinización, ya sea por la condición natural del suelo o por acción antrópica. El frijol es sensible a la salinidad, ya que puede reducir su rendimiento hasta en un 50 por ciento con una conductividad eléctrica de 2 dS.m<sup>-1</sup>. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de tres tipos de sales (NaCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>) y cuatro diferentes niveles de concentraciones de salinidad (testigo, 2, 4 y 6 dS.m<sup>-1</sup>). En cuanto a las variables en estudio fueron las siguientes: germinación fisiológica (GF) plántulas normales (PN) plántulas anormales (PA) semillas sin germinar (SSG) longitud de hipocótilo (LH) longitud de la raíz (LR) peso seco de la planta (PSP). La información obtenida de las variables en estudiadas en el presente trabajo fue analizada estadísticamente mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 4, con tres repeticiones.

De acuerdo a los resultados se obtuvo que la sal que presentó mejor germinación fue  $MgCl_2$  con 4 dS.m<sup>-1</sup>; seguida por  $CaCl_2$  a 2 dS.m<sup>-1</sup>. Para plántulas normales el porcentaje mayor se obtuvo con el testigo y bajo condiciones salinas de  $CaCl_2$  a 4 dS.m<sup>-1</sup>, consiguió el mejor resultado. Para plántulas anormales y semillas muertas  $NaCl$  y  $CaCl_2$  obtuvieron los porcentajes mayores. Para peso seco nuevamente  $MgCl_2$  a 4 dS.m<sup>-1</sup> fue la más exitosa y para longitud de hipocótilo, el  $NaCl$  también fue superior a las otras sales y sobre la longitud de la raíz el  $CaCl_2$  fue mayor que los de más tratamientos. El presente estudio demuestra que la germinación está influenciada por la naturaleza de los iones presentes en los tratamientos y los efectos causados por las sales fueron; toxicidad, anormalidad en inhibición de la germinación.

**Palabras Clave:** *Lablab purpureus*, germinación, pruebas de salinidad,  $NaCl$ ,  $CaCl_2$ ,  $MgCl_2$  y el testigo.

## I. INTRODUCCION

En la actualidad se ha tenido una serie de cambios en el clima, los cuales se producen a diversas escalas a nivel mundial, país, estado y aún en el tiempo, reflejados en los parámetros como temperatura, precipitaciones, nubosidad, sequía, suelos salinos, etc.

En México la problemática del agua radica en las dificultades que se tienen con suministro de agua potable, alcantarillado y saneamiento, contaminación tanto de aguas superficiales como subterráneas, problemas de inundaciones para ciudades y localidades situadas en cotas bajas, el reusó de aguas residuales y en la ineficiencia en el uso, principalmente en los sectores agrícola, pecuario y urbano (Comisión Nacional del Agua -CNA- 2007).

El frijol dolichos (*Lablab purpureus L. y Sweet*), es la especie más importante para el consumo humano, entre las leguminosas de grano alimenticias y tiene gran importancia en la dieta de la población colombiana, por su alto contenido proteico y de minerales esenciales, siendo un producto clave en la seguridad alimentaria de la población (Delgado *et al.*, 2013).

La salinidad no es un problema nuevo según Martínez *et al.* (2010) sino uno de los problemas ambientales más antiguos de la humanidad que limita la distribución de las plantas en la naturaleza y la productividad de cultivos. El frijol dolichos puede jugar un papel importante como productor de forraje y también para ser utilizado de forma directa en condiciones de pastoreo.

Esta especie, originaria del sudeste asiático, además de utilizarse para la alimentación humana y animal puede servir para controlar la erosión de los suelos, puede emplearse como abono verde y es muy apreciada por su alto poder para fijar el nitrógeno atmosférico y adaptarse a disímiles condiciones de suelo y niveles de precipitación (Hendricksen y Minson, 1985a).

El objetivo planteado para este trabajo se describe a continuación:

### 1.1. Objetivo

- Evaluar el efecto de tres tipos de sales ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ , y  $\text{MgCl}_2$ ) en la germinación de la semilla del frijol dolichos (*Lablab Purpureus*) con cuatro niveles diferentes de salinidad (Testigo, 2, 4 y 6  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

### 1.2. Hipótesis

- La salinidad afecta las concentraciones afectaran el porcentaje de la germinación de la semilla *Lablab Purpureus*.
- La salinidad afecta el tiempo de germinación de *Lablab Purpureus*.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Importancia a Nivel Mundial y Nacional

La importancia de la leguminosa es una de las especies principales con mayor extensión cultivada en las zonas subtropicales del planeta y en la económica de utilizar el follaje de los cultivos como una fuente alternativa en la alimentación animal depende de la cantidad producida y de la composición de nutrientes (Marín, 2003). Sin embargo, es una leguminosa con buen comportamiento agronómico para la producción de forrajes.

La familia de las leguminosas es una de las familias botánicas más importantes desde el punto de vista económico, no sólo por su capacidad para mejorar la producción animal, sino también por el gran potencial que tienen sus especies para contribuir a la sostenibilidad de los sistemas integrados de producción agropecuaria, ya que previenen la erosión, controlan las malezas, contribuyen al aumento de la fertilidad del suelo y son fuente de productos naturales con probado valor biocida y terapéutico, tanto para los animales como para el hombre.

Álvarez et al. (1997). Menciona que existe una serie de leguminosas que tienen pocos requerimientos en cuanto a la fertilidad del suelo, gandul, frijol terciopelo, dólico y otras se desarrollan bien en suelos pobres y se pueden utilizar para recuperar suelos degradados. Su capacidad de adaptación a condiciones de baja fertilidad del suelo, sequía, salinidad, acidez y mal drenaje, así como su resistencia natural a las plagas y enfermedades, las hace competentes para su desarrollo en suelos pobres y degradados típicos de la ganadería.

## 2.2. Frijol Dolichos

El mantener el suelo cubierto por una leguminosa reduce según Said y Tolera (1993) la pérdida de suelo. Está cubierta puede conservar el suelo, mejorar el contenido de materia orgánica y competir con las malas hierbas (Humphreys, 1995). En segundo lugar, la simbiosis de la leguminosa-rhizobium, que convierte el nitrógeno atmosférico (N) a las formas de nitrógeno (N) que las plantas pueden utilizar para su desarrollo, de esta manera también se puede completar el ciclo dentro del sistema planta-animal-suelo. La simbiosis de la leguminosa rhizobium provee a los agricultores una fuente económica de N y realizan una producción de cultivos ambientalmente limpia. Esta simbiosis no implica el consumo de combustibles fósiles, como ocurre en la producción de los fertilizantes nitrogenados químicos sintéticos que contribuyen entre otras cosas al calentamiento global.

*Lablab purpureus* es una de las especies con mayor extensión cultivada en las zonas subtropicales del planeta, apenas si superada por la soja (*Glycine max*) en el caso de las leguminosas. Se utiliza extensivamente para la producción de forraje - preferentemente cultivares de talla baja, poco o nada volubles- y, en menor medida, para alimentación humana y usos ornamentales -en tales casos, cultivares de mayor talla y porte lianoide-. Se han clasificado más de 200 cultivares, variedades y razas de *L. purpureus* en todo el mundo. Los cultivares forrajeros más extendidos son 'Rongai' y 'Highworth', siendo el primero parecido a las plantas valencianas aquí descritas, aunque de menor talla y con el haz foliar lampiño (Cameron, 1992).

## 2.3. Historia y Distribución

Se cree que las formas primitivas de dolichos se originaron en la India (Deka y Sarkar, 1990) y se introdujeron en África de Asia suroriental durante el siglo VIII. Actualmente, el dolichos es común en África, expandiéndose desde Camerún a Suazilandia y a Zimbabwe, a través de Sudán, Etiopía, Uganda, Kenia

y Tanzania (Skerman et al., 1991). Las semillas del dolichos provenientes de Egipto fueron plantadas en los jardines botánicos. Sin embargo, no fue hasta después del lanzamiento del cultivar "Rongai" en 1962, cuando el dolichos se utilizó extensamente como forraje en Australia. Actualmente, el dolichos es uno de los forrajes leguminosos y abonos verdes más importantes del mundo (Cameron, 1988).

El dolichos se ha distribuido extensamente a muchos países tropicales y subtropicales en donde se ha naturalizado (Purseglove, 1968). En Sud América, América Central, el Este y Oeste de la India, Asia y China, el *lablab* se produce como cultivo perenne anual o de breve duración. En estas áreas, la semilla y las vainas verdes se utilizan para el alimento humano mientras que el follaje se utiliza como abono verde, para el control de la erosión y como suplemento de la alimentación para el ganado durante la estación seca (Hendricksen y Mison, 1985b).

#### 2.4. Aspectos Dignos del Cultivo

En vista de que hasta el momento no se ha utilizado todo el potencial de esta leguminosa en los sistemas agrícolas tradicionales, el *lablab* podría considerarse una buena fuente de proteína durante la mayor parte de la estación seca.

El Dolichos *lablab* puede tener una buena aceptación entre la gente pues su sabor es muy similar al del frijol común. Otro uso potencial del *lablab* sería la alimentación de animales durante la estación seca. En vez de que los agricultores dejen pastar a los animales en los terrenos donde se ha cultivado el *lablab*, en una temporada cuando todavía hay otros pastos disponibles, se puede cortar una porción de follaje verde de *lablab* diariamente y dárselos a los animales en la época seca con lo que estarían recibiendo un buen suministro de proteína. Si los agricultores tienen posibilidad de regar sus campos durante la estación seca, se lograría un rebrote más rápido; sin embargo, esta situación no es muy probable

que se de en el campo, pero aún sin riego, el lablab continuara creciendo bien durante la mayor parte de la estación seca.

## 2.5. Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Faboideae

Tribu: Phaseoleae

Subtribu: Phaseolinae

Género: Lablab

Especie: *purpureus*

## 2.6. Descripción de la Planta

Lablab es una leguminosa forrajera perenne anual o de corta duración que crece en verano y se siembra para pastoreo y conservación en ambientes tropicales con lluvias de verano. Es una planta herbácea entrelazada enérgicamente, resistente a las enfermedades y al ataque de insectos (Milford y Minson, 1968).

### 2.6.1. Raíz

El frijol dolichos la altura de planta alcanza una altura de 40 a 80 cm, raíz pivotante, tallos cilíndricos con velloidad y de 3 a 6 m de longitud, los tallos rastroeros pueden alcanzar hasta 3 m de longitud. Las hojas son grandes y

trifoliadas, pueden llegar a medir de 27 a 15 cm de longitud (Cameron, 1988); hojas trifoliadas; folíolos entre ovados y romboides, redondeados en la mitad inferior, ápice agudo, 7.5-15 x 6-14 cm, delgados, casi lisos, envés con pelos cortos, pecíolos acanalados, largos y delgados; inflorescencia en racimos axilares, pedúnculos hasta de 40 cm de largo, cáliz tubuloso, con los 2 dientes superiores soldados, estandarte provisto de apéndices en la base, alas en parte soldadas a la quilla, quilla estrecha y recurvada hacia dentro; fruto aplastado, oblongo falcado, 5-8 x 2.5 cm, liso rostrado, con estilo persistente, dehiscente; semillas 3-5, comprimidas, entre elípticas y ovoides, 1 cm de largo, de color pardo pálido o negro, hilo blanco y sobresaliente (Flores, 1993).

Las siguientes partes de la planta son descubiertas por Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1985.

#### 2.6.2. Tallo

Los tallos se arrastran hacia arriba, alcanzan 3 m de longitud y son robustos. Las hojas son grandes y trifoliadas, con folíolos que tienen una forma ancho-ovalada-romboide de 7 a 15 cm de largo. El lado dorsal de la hoja es liso y la parte inferior es peluda.

Es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis.

El tallo tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas; puede ser erecto, semipostrado o postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad.

#### 2.6.3. Hojas

Las hojas del frijol son de dos tipos: simples y compuestas. Están insertadas en los nudos del tallo y las ramas, en dichos nudos siempre se encuentran estípulas que constituyen un carácter importante en la sistemática de las leguminosas.

#### 2.6.4. Flor

La del frijol es una típica flor papilionaceae. En el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados: el botón floral y la flor completamente abierta.

#### 2.6.5. Inflorescencia

Las inflorescencias pueden ser axilares o terminales. Desde el punto de vista botánico se consideran como racimos; es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas que se encuentran en las axilas, formadas por brácteas primarias y prolongación del raquis.

#### 2.6.6. Legumbre

Es el fruto de las leguminosas, también llamado vaina. La vaina puede ser verde, amarilla, blanca o plateada. Las semillas se propagan por dehiscencia, o sea, que la vaina al madurar se abre dejando escapar sus semillas. (SEP, 1983).

#### 2.6.7. Adaptación

Se adapta bien a diferentes suelos y climas, suelos francos a pesados bien drenados, pH de 4.5 a 8.0, tolera sequías prolongadas, pero se defolia y crece desde el nivel del mar hasta 2100 m. Tiene rango alto de adaptación con precipitaciones entre 700 a 2500 mm. No tolera inundación ni fuego, pero soporta temperaturas bajas por un tiempo corto.

De los doscientos tipos de lablab reconocidos, sólo dos cultivares, Rongai y Highworth, están disponibles comercialmente (Cameron 1988). Además, se han identificado tres subespecies: *ssp purpureus*, *ssp benghalensis* y *ssp uncinatus* (Cuadro 2.1) así como en el cuadro 2.2 del mismo autor se da a conocer los diferentes nombres con los que se conoce esta planta.

Figura 2. 1. Subespecies de *Lablab purpureus* (Cameron, 1988).

| <i>ssp purpureus</i>  | <i>ssp benhalensis</i>  | <i>ssp uncinatus</i>   |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vainas en forma de cimitarra</li> <li>- Cultivado como cultivo de pulso</li> <li>- Utilizado como forraje comercial o abono verde</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vainas oblongas lineales</li> <li>- Cultivo de pulso de origen asiático</li> <li>- Utilizado en África como cultivo forrajero</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forma salvaje en el África tropical</li> <li>- Las vainas y las semillas son similares, pero más pequeñas que las de <i>ssp purpureus</i></li> <li>- Fácilmente comido por el ganado</li> </ul> |

|                         |                        |                       |                            |                      |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|
| <i>Dolichos lablab</i>  | <i>Lablab</i>          | <i>Garbanzo</i>       | <i>India Butter Bean</i>   | <i>Bonavist Bean</i> |
| <i>Haba de campo</i>    | <i>Frijol dólichos</i> | <i>Hyacinth Bean</i>  | <i>Lablab niger</i>        | <i>Haba tonga</i>    |
| <i>Dolichos Bean</i>    | <i>Caballero</i>       | <i>Frijol egipcio</i> | <i>Pobre hombre</i>        | <i>Sim Bean</i>      |
| <i>Lablab vulgaris</i>  | <i>Lubia Bean</i>      | <i>Siem Bean</i>      | <i>Chimbolo verde</i>      | <i>Field Bean</i>    |
| <i>Hierba de Conejo</i> | <i>Frijol jacinto</i>  | <i>Poroto japonés</i> | <i>Frijol de la Tierra</i> | <i>Gallinita</i>     |

Figura 2. 2. Diferentes nombres utilizados para *Lablab purpureus* (Cameron, 1988).

## 2.7. *Lablab purpureus*

*Lablab purpureus*, previamente clasificado como *Dolichos lablab*, es conocido en diferentes partes del mundo por diferentes nombres. De hecho, hay mucho desacuerdo en la literatura sobre nombres y variedades (Schaaffhausen 1963ab, Kay 1979). Esta multiplicidad de nombres es indicativa de la variedad de

formas disponibles en todo el mundo y del hecho de que se cultivó durante mucho tiempo para la alimentación humana y como abono verde. El uso generalizado de *lablab* para el pastoreo de animales es más reciente (Cameron 1988).

Según (Cameron, 1988) menciona cuales son las siguientes ventajas y desventajas de la planta.

#### 2.7.1. Ventajas

- Leguminosa empleada con fines de abono verde o cultivo de cobertura.
- Tolerante a condiciones de sequía, suelos arcillosos pesados, y es más agradable para el ganado.
- Aporta considerables cantidades de forraje de buena calidad para la alimentación del ganado durante la época seca.
- Tiene un alto contenido de proteína en el follaje verde (14.2 por ciento).

#### 2.7.2. Desventajas

- Las vainas son atacadas por insectos en el campo. Cuando hay condiciones húmedas también se presentan problemas de hongos en las vainas. Pero ambos problemas pueden eliminarse si las vainas se cosechan oportunamente.
- Es atacado por insectos (principalmente *Diabrotica spp*) durante las primeras etapas de su desarrollo generalmente cuando hay condiciones secas. No obstante, el *lablab* resiste el ataque y continúa creciendo vigorosamente.

### 2.8. Germinación

Morales (1992). Describe a la germinación como unas series complejas de cambios bioquímicas y fisiológicas que dan como resultado la iniciación del crecimiento y movilización de las sustancias en reserva dentro de la semilla para ser utilizadas por el embrión en sus crecimiento y desarrollo del cultivo.

Desde el punto de vista morfológico, la germinación se define como la reanudación del crecimiento activo en partes del embrión, lo cual provoca la ruptura de los tegumentos seminales y el brote de la nueva planta según Morales (1992). Desde el punto de vista fisiológico, es la reanudación del metabolismo y el crecimiento, incluyendo, además, el cambio hacia la transcripción del genoma. Desde el punto de vista de tecnología de semillas (Internacional Seed Testing Association ISTA, 1985) es la emergencia y el desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales dependiendo del tipo de semilla de que se trate, son indicadores en su habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables.

## 2.9. Proceso para la Germinación

Hartmann y Kester (1988) dividen el proceso de germinación en tres etapas:

### 2.9.1. Imbibición

La absorción inicial implica la imbibición de agua por los coloides de la semilla seca, que suaviza las cubiertas e hidrata al protoplasma.

La absorción del agua depende de:

- Composición de la semilla. El componente responsable de la imbibición son las proteínas.
- Permeabilidad de la cubierta de la semilla. El área micro pilar es el área por donde entra la humedad de la semilla a un que también puede realizarlo por la cubierta.
- Disponibilidad de humedad del suelo.
- Grado de contacto de la semilla con el suelo.
- Temperatura del suelo.

### 2.9.2. Activación Enzimática

Al iniciarse la imbibición, ciertas enzimas empiezan a romper el alimento almacenado (enzimas hidrolíticas como fosfatasa, ribonucleasa que degradan carbohidratos, lípidos, proteínas, etc.) a formas solubles y la translocan a los puntos de crecimiento del embrión.

### 2.9.3. Iniciación del Crecimiento del Embrión.

La primera evidencia del proceso de germinación es la protusión de la radícula a través de la cubierta de la semilla, posteriormente emerge la plántula. Cada uno continúa su desarrollo y crecimiento (tamaño y peso); la radícula para dar suficiente anclaje a la plántula toma nutrientes y agua, la plúmula al emerger sobre la superficie del suelo deja de depender de sus reservas iniciando así el proceso de fotosíntesis, al elaborar su propio alimento, con ellos empieza a crecer y a establecer en el suelo una nueva planta.

## 2.10. Requerimientos para la Germinación

### 2.10.1. Viabilidad de las Semillas

Es el periodo de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un periodo variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento. Salisbury y Ross (1994), reportan que la viabilidad en la semilla se pierde a menudo con más rapidez si las semillas se almacenan en aire húmedo y en temperatura de 35° C o más cálidas. Parte de la pérdida, quizá se debe a organismos patógenos internos.

### 2.10.2. Maduración de las Semillas

Las semillas de casi todas las especies son capaces de germinar antes de su maduración fisiológica (Copeland y Mc Donald, 1985).

## 2.11. Factores Ambientales que Influyen en la Germinación

### 2.11.1. La Humedad

Se establecen los requerimientos de la humedad durante todo el periodo de la prueba de germinación, donde se indica que, durante el tiempo de la prueba, ésta no debe ser excesiva al grado de forma una película alrededor de la semilla; tampoco deben presentarse niveles bajos de humedad en el substrato, siendo factible aplicar riesgos durante la prueba, aunque la misma puede ser causa de posible variación en los resultados. Las etapas iniciales pueden proceder fácilmente en un medio con humedad disponible, a pesar de que estas condiciones so son adecuadas para una germinación completa. Las semillas de maíz empiezan a germinar a una humedad (peso fresco base) de 30.5 por ciento; arroz con 26.6 por ciento, soya con 50 por ciento y remolacha azucarera con 31 por ciento (Copeland y Mc Donald, 1985). Altos niveles de humedad pueden inhibir la germinación.

### 2.11.2. Aire (Oxígeno y Bióxido de Carbono).

La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de Oxígeno ( $O_2$ ) y Bióxido de Carbono ( $CO_2$ ). De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas. La mayoría de las semillas germinan bien en atmósfera normal con 21 por ciento de  $O_2$  y un 0.03 por ciento de  $CO_2$ . La influencia del Bióxido de Carbono ( $CO_2$ ) en la germinación de semillas es usualmente opuesta a la del Oxígeno. Muchas semillas dejan de germinar si la presión parcial es incrementada hasta 0.03 por ciento de aire, Sin embargo, un decremento usualmente no estorba la germinación (Copeland y McDonald, 1985). Para que la germinación tenga éxito, el  $O_2$  disuelto en el agua de imbibición debe llegar hasta el embrión. A todo lo anterior hay que añadir que la temperatura modifica la solubilidad del  $O_2$  en el agua que absorbe la semilla, siendo menor la solubilidad a medida que aumenta la temperatura. El arroz puede

germinar casi en la ausencia completa de Oxígeno a pesar de que las plántulas son débiles y anormales.

### 2.11.3. Temperatura

Para los autores anteriores la germinación de las semillas es un proceso complejo en el que intervienen reacciones y procesos individuales, cada uno de los cuales es afectado por la temperatura. Dicho efecto puede expresarse en términos de temperaturas cardinales, es decir, la temperatura mínima óptima será aquélla en donde se obtenga el más alto porcentaje de germinación en el menor tiempo, la mínima y la máxima es la temperatura abajo y arriba de la cual la semilla ya no germina.

En el ISTA (1985), se prescriben las condiciones de temperatura para las diferentes especies en donde se menciona que, dentro de la cámara de germinación, debe de existir uniformidad de condiciones; sin excederse del nivel recomendado de temperatura con una variación de  $\pm 1^{\circ}$  C. También se prescribe que la menor temperatura debe mantenerse por 16 hr, siendo este periodo donde se aplica la luz.

### 2.11.4. Luz

El mecanismo de control de la luz en la germinación de la semilla es similar a aquél que controle la inducción floral, la elongación de tallo y la formación de pigmentos en ciertas frutas y los niveles de desarrollo radical de ciertas plántulas y el desdoblamiento de hipocótilo de las plantas del frijol. La influencia en la germinación de la semilla depende de la especie variedad, así como los factores ambientales antes y durante la germinación (Copeland y McDonald, 1985).

## 2.12. Características del Frijol Dolichos

Frijol Dolichos requiere temperaturas tibias para un buen desarrollo, crecimiento rápidamente cuando estas superan los  $29^{\circ}$  C. Presenta baja tolerancia a las heladas

(Murtagh y Dougherty, 1968). Reportan que es sensibles a la duración del día y florece mejor con menos de 11 horas por día. Desarrolla en una amplia

gama de texturas de suelo, desde arenas profundas a arcillas pesadas, con un buen drenaje, valores de PH de 5 a 7.5 y tiene moderada tolerancia a la salinidad del suelo.

### 2.13. Características Anti-nutricionales

Una limitación importante del uso de leguminosas en las dietas de animales es la presencia de factores anti nutricionales. Schaaffhausen (1963b) informa que las hojas de lablab no contienen taninos, por lo que son un buen alimento para los animales monogástricos. Sin embargo, las semillas contienen factores anti nutricionales como los taninos, el fitato y los inhibidores de la tripsina. La actividad de estos compuestos podría reducirse mediante métodos de procesamiento como la eliminación de la cubierta de la semilla, el remojo y la cocción. Para una adecuada evaluación nutricional de los factores anti nutricionales como las hemaglutininas y otras sustancias tóxicas en las semillas lablab, se necesita más investigación (Deka y Sarkar 1990).

### 2.14. Características Agronómicas

#### 2.14.1. Condiciones Ambientales

Es una leguminosa que se adapta a la mayoría de los ambientes tropicales, a altas y bajas temperaturas, escasez de agua, altitud (Hendricksen y Mison, 1985; Cameron, 1988). Por debajo de los 20° C la planta reduce su crecimiento; las hojas comienzan a caer cuando la temperatura es de 20 C o menos, aun así, la planta puede sobrevivir una helada corta (Mayer y Taylor, 1986). El dolichos es tolerante a la sequía, ya se han tenido experiencias en 28 regiones áridas, semiáridas, con precipitaciones de 200 mm en promedio (Hendricksen y Mison, 1985a; Cameron, 1988).

El frijol Dolichos crece con 10 cm de agua de riego durante la germinación y el establecimiento, y cuando ya está establecido es tolerante a la sequía (Mayer et al., 1986). El dolichos se puede encontrar a través de las zonas tropicales y

subtropicales; y se extiende a partir de 30° latitud sur a 30° latitud norte. Se desarrolla normalmente a nivel del mar hasta elevaciones entre de 1800 y 2100 m (Cameron, 1988; Hendricksen y Mison, 1985b).

#### 2.14.2. Suelo

El dolichos crece en una amplia gama de tipos del suelo, desde las arenas profundas a las arcillas negras pesadas y tolera rangos de pH de 5 a 7.5. La planta puede sobrevivir períodos cortos de inundación, crece bien en terrenos aluviales (Menéndez et al., 1985) solo requiere suelos bien drenados, pues no tolera la acumulación de agua en el suelo por periodos prolongados. Las condiciones salinas pueden reducir el crecimiento de la planta, produciendo hojas cloróticas. La fertilidad del suelo es importante; el frijol Dolichos responde bien a la aplicación de abonos fosfatados, los cuales, se recomienda aplicar al momento de la siembra (Cameron, 1988).

#### 2.14.3. Plagas y Enfermedades

Aunque al dolichos se le han encontrado varias plagas y enfermedades (Duke, 1983), sólo algunas causan pérdidas serias. En varias áreas del mundo, el dolichos está virtualmente libre de plagas y enfermedades. En Honduras, existen evidencias de ataques moderados a severos del insecto *Diabrotica*, el ataque se ha observado en la época de mayor sequía (Flores, 1993).

Aunque se han asociado varias enfermedades y plagas con Lablab (Duke 1983), solo unas pocas causan pérdidas graves. De hecho, en varias áreas del mundo, lablab está virtualmente libre de plagas y enfermedades. En Honduras, se ha observado evidencia de ataque de insectos de moderado a severo (*Diabrotica spp.*) Con ataques severos correspondientes a condiciones secas. No obstante, los ensayos han demostrado que lablab es resistente a los insectos, y continúa creciendo vigorosamente en su presencia (Flores 1993).

#### 2.14.4. Uso Agrícola

Por ser una leguminosa, sus raíces se asocian con bacterias del género rhizobium, la cual convierte el nitrógeno atmosférico a las formas disponibles para la planta, mejora la productividad de una manera barata y ambientalmente sana. El nivel de fijación de N está en relación con la eficacia en la formación de nódulos, esto depende del índice de crecimiento de la legumbre y de las condiciones del suelo; generalmente de 15 a 40 kg de N son fijados para cada 1000 kg de materia seca (Humphreys, 1995).

Al tener la información de la tolerancia de la salinidad permite a los agricultores mejorar el suelo y su productividad. Con su raíz profunda, el dolichos no es solamente tolerante a la sequía, además puede poner a disposición de la planta los nutrimentos que requiere para su desarrollo. Esta raíz profunda, así como la cubierta protectora sirven para estabilizar el suelo y evitar o disminuir la erosión. Cuando está sembrado en huertas o plantaciones asociado con otros cultivos, el dolichos protege no solamente el suelo si no que realiza un control natural de la mala hierba sin ningún efecto perjudicial sobre los arbustos o los árboles frutales. También se ha demostrado el uso del dolichos como abono verde, el cual incorporado al suelo incrementa los niveles de materia orgánica, así como el contenido de N y otros nutrimentos al suelo. El frijol es incorporado al suelo con un paso de rastra cuando este se encuentra en etapa de floración. Si el suelo no será utilizado el mismo año, las plantas se utilizan como pasto en la estación seca (Flores, 1993).

#### 2.15. Salinidad en México y el Mundo.

La salinidad en la agricultura produce un efecto negativo sobre los cultivos, ya que existe una relación entre la salinidad y el descenso en el rendimiento que se produce, en todas las partes del mundo la conductividad eléctrica del suelo es uno de los principales fenómenos responsables del deterioro de los mismos, con una consecuente reducción de su potencial agrícola afectando a millones de hectáreas a nivel mundial, en nuestro país, una prioridad fundamental, en el desarrollo de la producción de semillas forrajeras en zonas afectadas por la

salinidad, esta demanda no puede darse en un principio por las condiciones del suelo que se ha presentado por las constantes erosiones, escasas precipitaciones y por si no fuera lo suficiente existe la presencia de sales en los suelos, por ello es necesario adquirir nuevas alternativas para establecer que incluyan la selección de especies capaces de adaptarse y establecerse en suelos con estas condiciones.

Flowers and Yeo (1995) Mencionan que la salinidad del suelo es uno de los factores abióticos más negativos para la productividad de los cultivos, ya que afecta millones de hectáreas a nivel mundial, las naciones unidas estiman que el 20 por ciento de tierras agrícolas y el 50 por ciento de la superficie cultivable en el mundo tienen un estrés por sales, a pesar de las discrepancias en las cifras, debido a que se trata de meras estimaciones, la dimensión del problema es importante ya que, aunado a la sequía, es el factor abiótico que produce un mayor descenso en el rendimiento de los cultivos, provocando desbalances en las plantas debido al efecto osmótico negativo para las raíces, la toxicidad de los iones y el desequilibrio nutricional de la planta por competencia entre estos.

Szabolcs (1994), menciona que la salinidad de los suelos es un problema mundial, nacional en México y regional en el centro y norte del país. El problema se agudiza en las zonas, donde los suelos presentan drenaje deficiente y alta evaporación.

Por su parte (Allison *et al.*, 1994), mencionan que la conservación de los suelos, así como su recuperación cuando están afectados por sales, son de gran importancia para la producción agrícola, y su atención está relacionada con las causas del ensalitramiento de los mismos, que pueden ser: su origen, manejo y utilización, así como las fuentes y calidad del agua de riego, factores que intervienen en las propiedades físicas y químicas de los suelos. Las sales solubles pueden tener efectos sobre las plantas en crecimiento debido a los iones perjudiciales para la especie que se trate. Cuando por cualquier causa se

interrumpe el drenaje de los suelos sobre todo en regiones áridas, se favorece la acumulación de sales en la superficie, es por eso que durante los periodos secos los suelos de regiones cálidas y áridas, están cubiertas con un alto contenido de salinidad a modo de corteza, que se disuelve en el agua del suelo cada vez que este se humedece.

La tolerancia a las sales es un carácter poligénico, heredable, que involucra respuestas al estrés iónico y osmótico a nivel celular (Cheeseman, 1988).

La respuesta fisiológica de las plantas al estrés salino es multigénica, ya que se afectan varios procesos vinculados a los mecanismos de tolerancia, tales como la producción de compuestos osmóticamente activos, la producción de especies reactivas al oxígeno, los mecanismos de defensa antioxidante, el transporte iónico y la compartimentación de iones perjudiciales en las vacuolas (Sairam y Tyagi, 2004).

Los efectos de la salinidad varían dependiendo del estadio de crecimiento y de la duración del estrés. En algunas especies, la tolerancia a la salinidad en la germinación es independiente de la tolerancia a la salinidad en la emergencia, crecimiento vegetativo, floración y fructificación. La mayor parte de las plantas son más sensibles a la salinidad durante en la etapa germinativa que en la vegetativa o en otros estadios de crecimiento y desarrollo posteriores (Priano y Pilatti, 1989).

El problema de la salinidad crece, y no existen cifras certeras de su magnitud, el programa Ambiental de las Naciones Unidas estima que el 20 por ciento de tierras agrícolas y el 50 por ciento de la superficie cultivable en el mundo tienen un estrés por sal. A pesar de las discrepancias en las cifras, debido a que se trata de meras estimaciones y no al resultado de una cartografía adecuada, la dimensión del problema es importante ya que, junto a la sequía, es el factor

abiótico que produce un mayor descenso en el rendimiento de los cultivos (Flowers and Yeo, 1995).

La calidad fisiológica de la semilla, medida a través de la viabilidad, germinación y vigor, es un factor determinante en la producción (Thakur *et al.*, 1997).

#### 2.15.1. Suelo Salino

Las características químicas de los suelos salinos quedan determinadas principalmente por el tipo y cantidad de sales que se presenten. La cantidad de sales presentes controla la presión osmótica de la solución del suelo y casi siempre los suelos salinos se encuentran floculados debido a la presencia de un exceso de sales y a la ausencia de cantidades significantes de sodio intercambiable, teniendo como consecuencia que la permeabilidad es igual o mayor a la de suelos similares no salinos (Guerra,1993).

#### 2.16. Factores que Favorecen el Proceso de Salinización

Peña (1980) menciona que el proceso de salinización de un suelo está condicionado por:

##### 2.16.1. Aguas de Mala Calidad

El uso de las salinas apresura el proceso de salinización máxima y se presenta cuando los riegos se aplican sin las correspondientes láminas de sobre riego o excedentes que sirven para arrastrar las sales a través del perfil y sacarlos de la zona radical.

#### 2.16.2. Mal Drenaje

Se presenta cuando la permeabilidad es baja por causas de las arcillas finas y capas cementadas con carbonatos de calcio o sílice que facilitan la formación de mantos freáticos elevados.

#### 2.16.3. Aguas Freáticas Superficiales

Cuando estas aguas son estáticas y con altos contenidos salinos se favorece el proceso de salinización con el ascenso capilar de las sales.

#### 2.16.4. El Clima

Un porcentaje alto de evaporación y bajas precipitaciones evitan el lavado natural de las sales, por ello se acumulan más rápido.

#### 2.16.5. Topografía

La topografía accidentada, las variaciones geológicas y edafológicas facilitan la formación de acuíferos y represamientos superficiales que incrementa el proceso de salinización.

#### 2.16.6. Conductividad Eléctrica

Es la facilidad que tienen algunos cuerpos sólidos o líquidos de transmitir la electricidad cuando se establece un circuito. En una solución el transporte de la electricidad se lleva a cabo por iones de las sales disueltas, dado que los iones tienen capacidad para transmitir la corriente eléctrica. La conductividad eléctrica está íntimamente correlacionada con la suma de aniones o cationes que se determinan químicamente y con los sólidos totales disueltos (Peña, 1980).

### 2.17. Efecto de la Salinidad en la Germinación

Aceves (1979), encontró que, bajo condiciones de salinidad, uno de los principales problemas es obtener un porcentaje de germinación adecuada. También nos dice que a niveles moderados de sales en el suelo generalmente retardan la germinación sin afectar el porcentaje de la misma, pero a concentraciones elevadas retardan la germinación y además afectan notablemente el porcentaje de emergencia, dependiendo del cultivo. A menudo la germinación se ve afectada porque las sales se acumulan en la capa superficial del suelo y las semillas pueden verse expuestas a concentraciones varias veces mayores a las que se encuentran en la zona de las raíces en etapas posteriores el desarrollo.

La salinidad produce una disminución en el porcentaje de semillas germinadas y un aumento en el tiempo de germinación y emergencia, así como una disminución de la tasa de absorción de agua por las semillas en germinación (Guerra, 1993).

#### 2.18. Efecto de la Salinidad sobre las Plantas

El autor anterior menciona que el efecto sobre las sales sobre las plantas y los suelos son muy variados, manifestándose en forma diferente, de acuerdo con el cultivo y el tipo de sal de los cuales están formados por los iones calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruro, sulfato, carbonatos y bicarbonatos.

Las plantas halófitas (resistente a la salinidad) están adaptadas a un amplio rango de concentraciones salinas en sus tejidos vegetales y en el suelo. La dilución y la expulsión de las sales son otras formas en que las plantas halófitas regulan la concentración de sal en su interior.

Serrano y Gaxiola, (1994). Menciona, también que el efecto más importante que limita la producción y el crecimiento de las plantas, además de tener un efecto negativo en la germinación de las semillas es el estrés salino del ambiente y la sequía. Estos son los factores más serios, ya que los efectos de la

salinidad afectan a más del 40 por ciento de las áreas de riego, especialmente en las zonas de mayor producción en el mundo.

Los efectos de la salinidad sobre la relación del agua en la planta, el desbalance nutricional, y la toxicidad de los iones, son responsables de la inhibición de su crecimiento y como consecuencia de la disminución de la productividad (Mc Kenzie y Leshen, 1994).

La planta extrae agua del suelo ejerciendo una fuerza de absorción mayor que aquella que retiene el agua en el suelo. Si no puede hacer suficientes ajustes internos y ejercer suficiente fuerza no puede extraer agua; esto pasa cuando el suelo se seca demasiado, o cuando se acumulan sales que reducen su disponibilidad para el cultivo. Si el agua contiene sales, la planta requiere más energía para absorber la misma cantidad que cuando está libre de ellas.

El efecto acumulativo trae como consecuencia una reducción importante en el agua aprovechable para el cultivo a medida que aumenta la salinidad la reducción del crecimiento, daño en los tejidos y necrosis son síntomas típicos del efecto de sales (García, 2003).

La salinidad del medio puede inhibir el crecimiento vegetal, tanto mediante perturbaciones en el balance de agua, como mediante la reducción de la turgencia, así como el agotamiento de la energía requerida para el metabolismo. Estas perturbaciones pueden estar generadas tanto por dificultad en la captación o transporte de agua dentro de la planta, como por efectos tóxicos ocasionados por un exceso de iones minerales en los tejidos (Ramos, 2000).

Los efectos nocivos de las sales sobre las células de las plantas tienen dos componentes principales: el estrés osmótico y la toxicidad de los iones. El componente osmótico no es específico del NaCl, es el resultado de la deshidratación y la pérdida de turgencia por los solutos externos. El estrés

osmótico también resulta de la desecación y además es un componente común de sequía y estrés salino (Tarafdar y Rao, 1997).

Zhu (2001) menciona que el estrés salino como tantos otros estreses abióticos inhibe el crecimiento de la planta. El bajo crecimiento es una característica adaptativa de los cultivos para sobrevivir al estrés por salinidad. En la naturaleza la capacidad de tolerar la salinidad o la sequía parece estar inversamente relacionada a la tasa de crecimiento. Una causa de la reducción del crecimiento es la inadecuada fotosíntesis debida al cierre estomático y en consecuencia la limitación de la entrada de CO<sub>2</sub>. Más importante es que el estrés inhibe la división celular y la expansión directamente. Algunas plantas son tan sensibles al estrés que cesen el crecimiento cuando ocurre un ligero estrés. Por lo contrario, algunas plantas que no son sensibles corren el riesgo de morir por continuar creciendo cuando el estrés es severo.

Hasegawa et al. (2000) hace mención que uno de efectos más evidentes del estrés salino es la reducción en la capacidad de absorción de agua, que se puede manifestar como los efectos del estrés hídrico: reducción de expansión foliar y pérdida de turgencia. Sin embargo, los efectos de la salinidad se pueden clasificar desde el punto de vista fisiológico, que pueden producir alteraciones de los caracteres morfológicos, que son las que se aprecian visualmente al someter los cultivos a condiciones salinas.

Según (Hartung *et al.*, 2002), menciona que las características anatómicas y morfológicas de la raíz pueden tener gran influencia en la capacidad de adaptación a la salinidad, por lo que, a nivel de raíces, las sales alteran la absorción de agua afectando el crecimiento de estos órganos; también actúan produciendo efectos tóxicos.

### 2.18.1. Efecto del Cation Sodio ( $\text{Na}^+$ )

Según Chapman (1973), el sodio juega un papel importante en la relación suelo-planta, particularmente en regiones áridas y semiáridas. El sodio es benéfico para el crecimiento de algunas plantas. Muchas de ellas que excluyen sodio desde sus retoños acumulan cantidades considerables en sus raíces. El mecanismo para la exclusión puede ser relacionado al proceso por el cual los iones son transferidos por fluidos del Xilema. En soluciones nutritivas los síntomas por deficiencia de sodio son: el paro de crecimiento, amarillamiento de hojas pequeñas y en pequeñas cantidades, el desarrollo de áreas blancas necróticas a lo largo de las puntas y bordes de los cotiledones y hojas viejas.

Aun cuando el sodio no se considera como esencial para el crecimiento de las plantas, resulta benéfico para algunas de ellas. Tiene una importancia especial en relación a los problemas alcalinos.

### 2.18.2. Efecto del Cation Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ )

Meiri (1969) señala que es conocido el efecto de este ión sobre el crecimiento de las plantas ya que influye fuertemente en la reducción de  $\text{Ca}^{++}$ , provocando así deficiencias. Cuando altas concentraciones de  $\text{Mg}^{++}$  se combinan con altas concentraciones de  $\text{Ca}^{++}$ , no ocurre efecto de ión específico.

El magnesio es el único elemento metálico contenido en la clorofila, es necesario para la formación de azúcar, ayuda a la asimilación de otros nutrientes, actúa como transportador del fósforo dentro de la planta, promueve la formación de aceites y grasas y en cierta forma, corrige la acidez del suelo (Bolívar, 2016).

### 2.18.3. Efecto del Cation Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ )

Con el incremento del sodio y el decremento del calcio, las cantidades tóxicas de sodio pueden ser absorbidas por la planta; el sodio es absorbido más rápidamente por la planta con bajos niveles de calcio (Chapman, 1973). El mismo autor menciona que el calcio soluble es conocido como un requerimiento para un

desarrollo normal de la raíz. El calcio es un componente estructural de la pared celular por lo tanto es fundamental para la formación de nuevas células, por otra parte, el calcio se encuentra de tal manera integrada en la pared celular, que no es posible utilizar ya que poseen las células viejas para construir las nuevas (Chapman, 1973).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Descripción del Sitio Experimental

La investigación se realizó en el Laboratorio de Producción de semillas y Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de semillas (CCDTS) de la UAAAN, situada geográficamente a 25° 22` Latitud Norte, Longitud Oeste de 101°00`, Latitud Oeste; Con la altura sobre nivel del mar de 1742 msnm. en Buenavista, Saltillo, Coah.

La preparación de los tratamientos se llevó acabo en el Laboratorio de Calidad de Aguas del Departamento de Riego y Drenaje de la misma Universidad.

#### 3.2. Semillas

Para este estudio se empleó semillas de *Lablab Purpureus*. que fue donada por el Dr. Francisco Higinio Espinosa profesor investigador de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Fecha de colecta: junio de 2018

Procedencia: UABCS.

#### 3.3. Sales

Se utilizaron tres tipos de sales: Cloruro de Sodio (NaCl) cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) y Cloruro de Magnesio (MgCl<sub>2</sub>).

Los tratamientos fueron: T1 con CaCl<sub>2</sub>, T2 con MgCl<sub>2</sub>, T3 con NaCl y un testigo de Agua destilada, cada una de éstas en 3 concentraciones distintas y tres repeticiones por tratamiento.

#### 3.4. Cámara de Germinación

Se utilizó una cámara de germinación de alta capacidad con las siguientes condiciones; temperatura de 25° C, humedad del 5 por ciento y 16 horas luz y 8 horas de oscuridad.

#### 3.5. Horno de Secado

Se empleó un horno de secado, para determinar peso seco en las plántulas. Se manejó a una temperatura de 60° C durante 24 horas.

#### 3.6. Balanza Analítica

Se utilizó para obtener con precisión el peso de las muestras realizadas para cada uno.

#### 3.7. Substratos

Como medios de germinación se emplearon substratos de papel filtro colocando 20 semillas en cada uno.

#### 3.8. Preparación de Sales Puras

La cantidad de solutos requeridos para preparar las diferentes soluciones salinas (Cuadro 3.1) se determinó utilizando las siguientes ecuaciones.

$$\text{meq/L} = 10 (\text{C.E} \cdot 10^3)$$

Donde:

meq/L es la concentración en la solución (miliequivalentes por litro) (C.E\*10<sup>3</sup>) es la C.E del extracto de saturación en mmhos/cm o dS.m<sup>-1</sup>.

$$\text{ppm} = 0.64 (\text{C.E} \cdot 10^6)$$

Donde:

ppm es la concentración de sales en las soluciones en partes por millón.  
(C.E\*10<sup>6</sup>) es la CE de extracto de saturación en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

$$P.O = 0.36 (C.E*10^3)$$

Donde:

P.O es la presión osmótica requerida para preparar las soluciones para cada concentración osmótica.

(C.E\*10<sup>3</sup>) es la C.E del extracto de saturación en mmhos/cm o dS.m<sup>-1</sup>. En el cuadro 3.1 se resume la preparación de los tratamientos, con los distintos tipos de sales y las cantidades requeridas para cada concentración.

Cuadro 3. 1. Concentraciones requeridas para la preparación de los tratamientos de sales.

| C.E                | meq/l | Tratamientos de Sales |                                |                                |
|--------------------|-------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                    |       | (NaCl) gr/100 ml      | (CaCl <sub>2</sub> ) gr/100 ml | (MgCl <sub>2</sub> ) gr/100 ml |
| dS/m <sup>-1</sup> | meq/l |                       |                                |                                |
| 2                  | 20    | 0.116                 | 0.11                           | 0.094                          |
| 4                  | 40    | 0.232                 | 0.22                           | 0.188                          |
| 6                  | 60    | 0.348                 | 0.33                           | 0.282                          |

### 3.9. Preparación de la Semilla

Las semillas fueron seleccionadas de tamaño y color uniforme para la germinación de *L. Purpureus*. Cabe mencionar que dichas semillas no recibieron ningún tratamiento previo al proceso germinativo.

### 3.9.1. Siembra

- Se colocaron 20 semillas sobre papel filtro esterilizado previamente humedecida con los distintos tratamientos, dentro de un papel filtro.
- De cada tratamiento se hicieron tres repeticiones.
- Una vez colocadas las semillas en el papel filtro, éstas se introdujeron a la cámara de germinación a una temperatura de 25°C y una humedad de 5 por ciento.
- A los 4 días se hizo la evaluación final, anotando el número de plántulas normales y germinación fisiológica.
- Se hicieron las mediciones de hipocótilo.
- Se llevaron a peso seco las plántulas normales a una temperatura constante de 60° C por 24 horas.

## 3.10. Parámetros a Evaluar en Condiciones de Laboratorio

### 3.10.1. Germinación

Se tomaron en cuenta para este conteo las semillas que presentaron una radícula de más de 0.5 centímetros.

### 3.10.2. Plantas Normales

Se consideran plántulas normales aquellas que poseen sus estructuras esenciales para producir una plántula en sustrato bajo condiciones de agua, luz y temperatura. Esta variable se midió en 4 días, durante el desarrollo de toda la prueba.

- Puede presentar una combinación de estructuras esenciales como sistema de raíz bien desarrollado, sistema apical bien desarrollado, número específico de cotiledones, hojas verdes y expandidas, brote terminal y ápice, coleótilo rígido y bien desarrollado.

### 3.10.3. Plantas Anormales

Las que no se pueden clasificar como normales por tener alguna deficiencia en desarrollo de sus estructuras esenciales, lo que les impide su desarrollo cuando crece en sustrato y en condiciones favorables de agua, luz y temperatura se capturaron dentro de esta variable.

- Plántulas dañadas, sin cotiledones con fisuras y lesiones que dañen el tejido conductor del hipocótilo, epicotilo o raíz.
- Plántulas deformes con desarrollo débil o desequilibrado en las estructuras primordiales: plúmulas retorcidas en espiral; plúmulas y epicotilos poco desarrollados talluelos hinchados y raíces sin desarrollo; plúmulas hendidas o coleóptilos sin hojas verdes.
- Plántulas con estructuras esenciales deterioradas por hongos o bacterias excepto en el caso que se determine que dicha infección no proviene de la semilla.

### 3.10.4. Semillas Muertas

Aquellas que no germinen y que no se les clasifique como latentes o duras, deberán ser consideradas como semillas muertas. Esta variable se registró al final de la prueba.

- Semillas muertas. Son aquellas que no germinan y que no clasifique como latentes y duras, deberán ser consideradas como semillas muertas. No muestran ningún signo de desarrollo y comúnmente están flácidas, decoloradas y con presencia de hongos.

### 3.10.5. Longitud Media de Radícula

Una vez terminada la prueba de germinación de la especie a los 4 días se evaluaron todas las plántulas que resultaron normales, para la determinación de la longitud media de radícula se utilizó una regla milimétrica de 30 cm colocando sobre la regla la punta de la raíz principal hasta llegar al hipocótilo registrando su medición en cm.

### 3.10.6. Longitud del Hipocótilo

La parte del tallo de la plántula situado entre los cotiledones y la raíz primaria, la longitud del hipocótilo se les determinó a las plántulas normales resultantes de la prueba de germinación. La medición de esta variable se realizó al final de la prueba para cada tratamiento, utilizando una regla graduada y los resultados se expresan en centímetros.

### 3.10.7. Peso Seco de la Plántula.

Las plántulas medidas en cada tratamiento, se colocaron en bolsas de papel estraza previamente perforadas y perfectamente identificadas. Posteriormente se introdujeron a la estufa donde permanecieron por un período de 24 horas a una temperatura constante de 60°C. Después de ser secadas, las plántulas se llevaron a pesar de nuevo a la balanza analítica para esta forma obtener el peso seco.

## 3.11. Diseño Experimental y Análisis Estadístico

En el presente trabajo se usaron técnicas estadísticas para el análisis de variables plántulas normales, plántulas anormales, semillas sin germinar, longitud hipocótilo y peso seco. El modelo estadístico fue un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 4 con un tratamiento extra siendo la unidad experimental el papel filtro.

**Siendo:**

Factor A: Tipos de Sales.

Factor B: Valores de conductividad eléctrica (C.E)

Repeticiones: 3

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3$  (Tipos de sales)

$j = 1, 2, 3, 4$  (Valores de conductividad eléctrica C.E)

$k = 1, 2, 3$  Número de repeticiones

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tipo de sal

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo valor de conductividad eléctrica

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción de tipos de sales y conductividad eléctrica

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

El análisis estadístico se realizó utilizando el software de hoja de cálculo Excel 2013 para obtener el análisis de varianza (Anova), en cada caso según la variable evaluada y se procedió a hacer la prueba estadística de comparación de medias con la prueba logarítmicas cuando fue necesario.

### 3.11.1. Parámetros de Observación

Porcentajes de semillas germinadas como: germinación fisiológica, plantas normales, plantas anormales, semillas muertas, semillas duras y peso seco.

## IV. RESULTADO Y DISCUSIONES

### 4.1 Germinación Fisiológica

A pesar del presente experimento realizado, se determinó a un plazo de 4 días para la germinación de *L. Purpureus* en todos los tratamientos se logró obtener el 100 por ciento de semillas germinadas, incluso en condiciones normales es decir en el testigo. Como se muestra en la Figura 4.1.

Bajo condiciones salinas el porcentaje más alto de germinación se obtuvo con el T2  $\text{MgCl}_2$  y concentración intermedia de 4 y 6  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  lográndose el 100 por ciento a los 4 días. Seguido por el porcentaje alcanzado en la concentración salina más baja del T1 es decir 2  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  reportándose para ésta un 93.33 por ciento. Para las concentraciones más altas de  $\text{NaCl}$  2  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ,  $\text{CaCl}_2$  2  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , se obtuvo un 100 por ciento y un 100 por ciento respectivamente en el mismo periodo de tiempo.

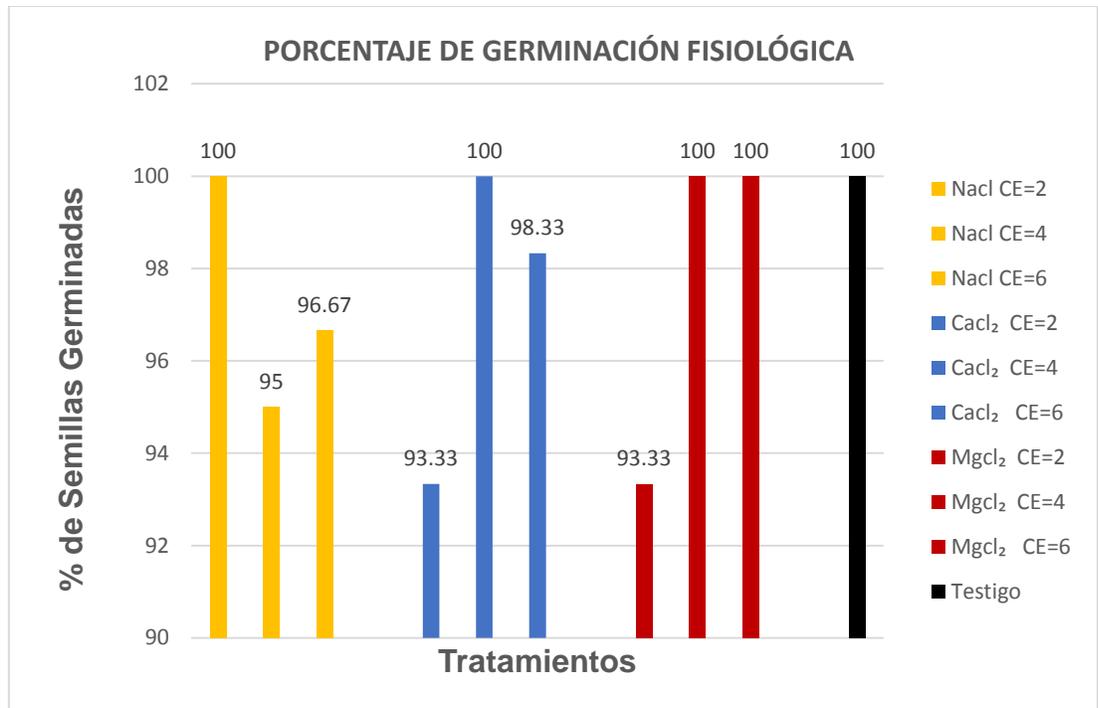


Figura 4. 1. Germinación Fisiológica de *L. Purpureus* a diferentes concentraciones de NaCl, CaCl<sub>2</sub> y MgCl<sub>2</sub>.

En la figura 4.2 se puede observar que tanto el testigo como la CE de 4 dS.m<sup>-1</sup> tuvieron el 100 por ciento de germinación con CaCl<sub>2</sub>, siguiéndole el de 6 dS.m<sup>-1</sup> y finalmente la de 2 dS.m<sup>-1</sup>, lo que quiere decir que el CaCl<sub>2</sub> estimula esta etapa del cultivo.

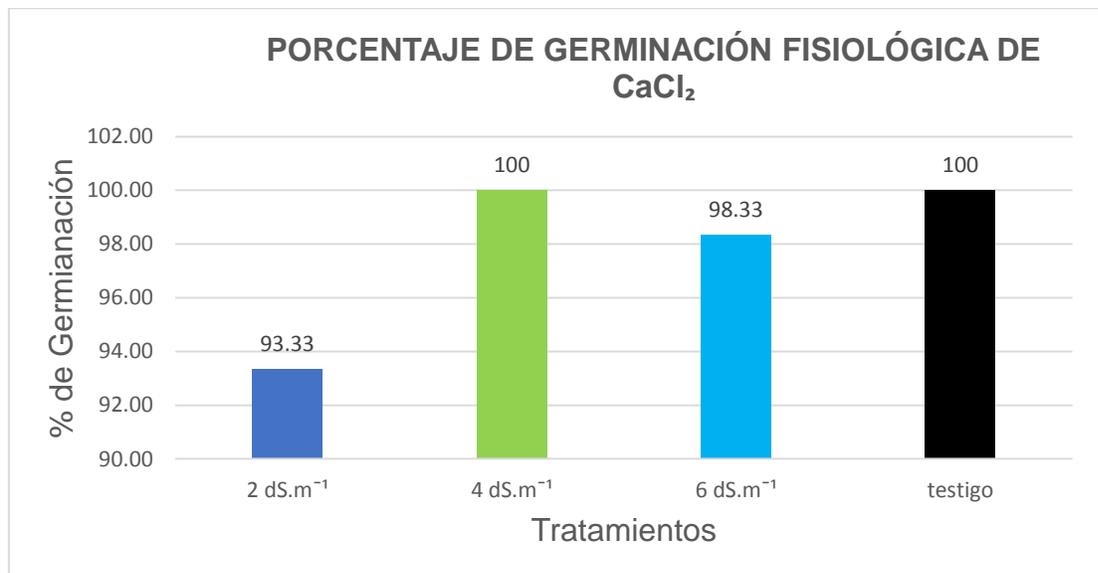


Figura 4.2. Germinación Fisiológica de *L. Purpureus* a diferentes concentraciones de CaCl<sub>2</sub>.

Para el tratamiento de ( $\text{MgCl}_2$ ) con las concentraciones 4 y 6  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  tanto el testigo extra, se obtuvo el mejor porcentaje de germinación al 4 día, registrándose 100 por ciento en la figura 4.3.

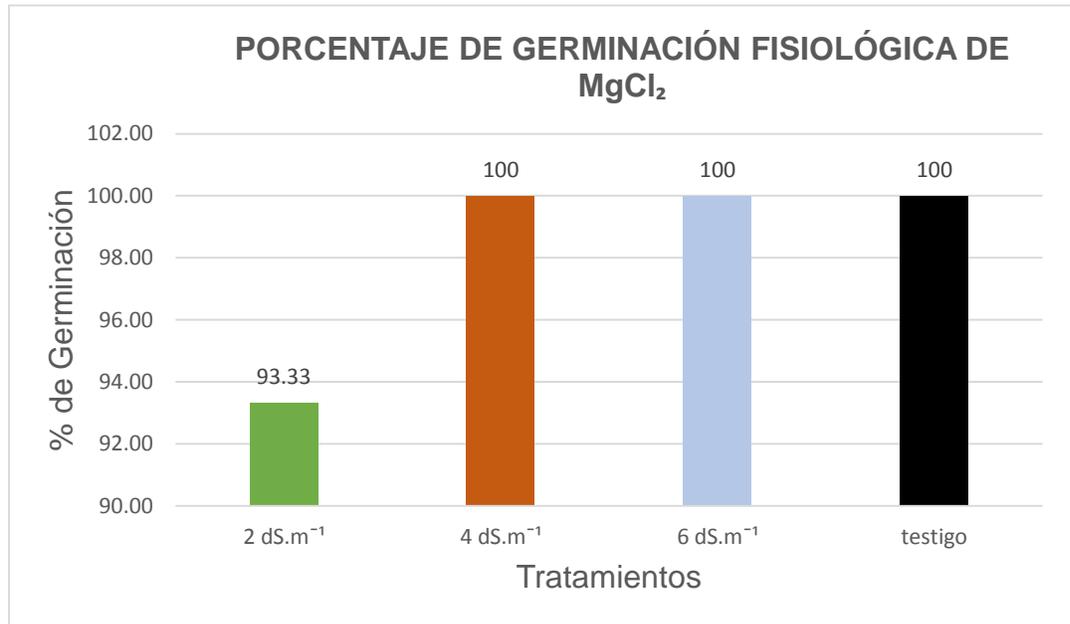


Figura 4.3. Germinación Fisiológica de *L. Purpureus* a diferentes concentraciones de  $\text{MgCl}_2$ .

Bajo Con el tratamiento de  $\text{MgCl}_2$  se encontró que en las concentraciones más bajo 2  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  fue donde se logró el menor el porcentaje, lo que indica que el  $\text{MgCl}_2$  la estimula.

Con el tratamiento de  $\text{NaCl}$  el valor más alto de germinación fisiológica la menor concentración de testigo y 2  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , consiguiéndose el 100 por ciento.

Como puede observarse en la figura 4.4. Lo anterior indica que el ión  $\text{Na}^+$  es tóxico para este cultivo.

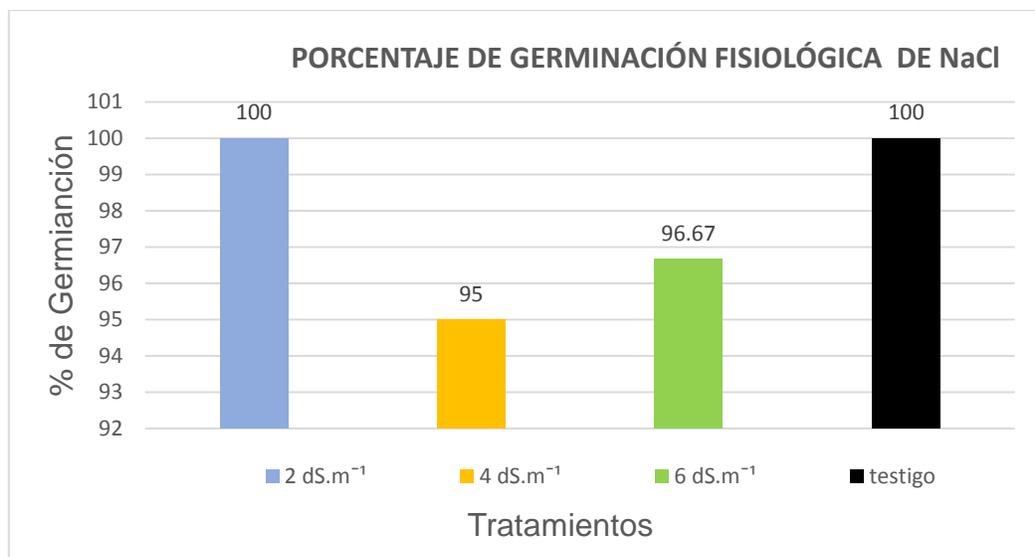


Figura 4.4. Germinación Fisiológica de *L. Purpureus* a diferentes concentraciones de NaCl.

En general, la mayor concentración de sal, en la germinación fisiológica fue con MgCl<sub>2</sub> 6 dS.m<sup>-1</sup> logrando el 100 por ciento, mismo porcentaje que se logró con CaCl<sub>2</sub> pero con una CE a 4 dS.m<sup>-1</sup>.

Para esta prueba de 4 días se consideró tiempo suficiente para cuantificar la germinación fisiológica en condiciones salinas, ya que este periodo fue suficiente para la germinación de esta prueba (100 prueba).

Los resultados de las variables evaluadas estuvieron expresados en conteo directo, por lo que fueron transformados mediante la siguiente ecuación. Transformación logarítmica.

$$\text{arcsen} = \sqrt{\frac{x}{100}}$$

Según el análisis de varianza (cuadro 4.1) se demostró que no hubo diferencia significativa con la variable de la germinación.

Cuadro 4. 1. Análisis de varianza para la variable de germinación fisiológica.

| FV                 | GL | SC       | CM          | FC       | Fa    |       |
|--------------------|----|----------|-------------|----------|-------|-------|
|                    |    |          |             |          | 0.05  | 0.01  |
| <b>FAC-TESTIGO</b> | 1  | 5.53E-05 | 5.5334E-05  | 0.842 NS | 4.351 | 8.096 |
| <b>A(Sales)</b>    | 2  | 6.92E-05 | 3.45845E-05 | 0.526 NS | 3.493 | 5.849 |
| <b>B (C.E)</b>     | 2  | 6.93E-05 | 3.465E-05   | 0.527 NS | 3.493 | 5.849 |
| <b>AxB</b>         | 4  | 0.0005   | 0.0001      | 1.843 NS | 2.866 | 4.431 |
| <b>E. E</b>        | 20 | 0.0013   | 6.56489E-05 |          |       |       |
| <b>TOTAL</b>       | 29 | 0.0020   |             |          |       |       |

Ns = No hay diferencia significativa

\*= Existe diferencia significativa

\*\*= Existe diferencia altamente Significativa

#### 4.2. Plántulas Normales

En la figura 4.5 se observa las plántulas normales logradas durante la prueba de germinación.



Figura 4. 5. plántulas normales

La siguiente figura 4.6 muestra los porcentajes de plántulas normales obtenidos. El porcentaje más alto para esta variable se obtuvo cuando las semillas se encontraron en condiciones no salinas ya que los resultados arrojaron que en el testigo el porcentaje de plántulas normales fue 80 por ciento estando por arriba de los obtenidos por el tratamiento, 4 dS.m<sup>-1</sup> de CaCl<sub>2</sub> (65 por ciento);

con el  $MgCl_2$  y la misma concentración de sales, se logró 61 por ciento; el mayor porcentaje de las plántulas normales, con el  $NaCl_2$  se obtuvo con  $6\text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  siendo menor con el  $MgCl_2$  (56 por ciento) y el  $CaCl_2$  de 41 por ciento.

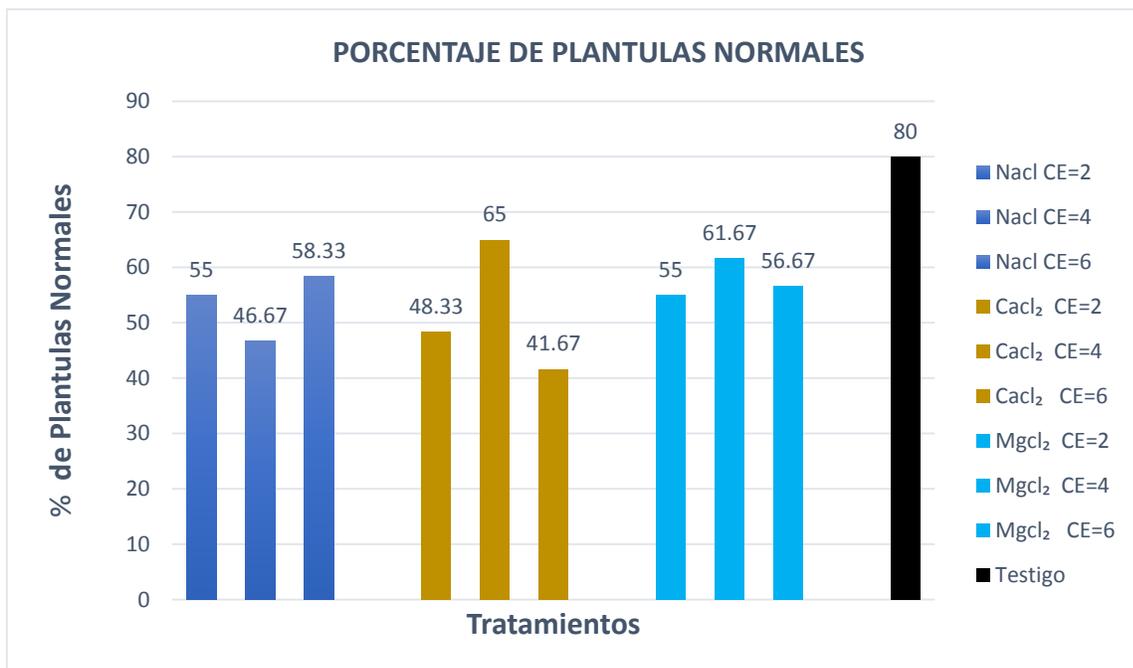


Figura 4. 6. porcentaje de plántulas normales germinadas de *L. Purpureus* con tres tipos de sales y cuatro diferentes niveles de concentración.

Para el T3 ( $MgCl_2$ ) a una concentración de  $4\text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  se obtuvo el porcentaje más exitoso fue con un 61.67 por ciento a una concentración de  $2\text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  el porcentaje más bajo reportó 55 por ciento.

En el T1 ( $NaCl$ ) encontramos el mayor porcentaje de plántulas normales a  $6\text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  con 58.33 por ciento y el porcentaje más bajo se localiza en el nivel de concentración más alto que es a  $4\text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  con 46.67 por ciento.

Los resultados de las variables evaluadas estuvieron expresados en conteo directo, por lo que fueron transformados mediante la siguiente ecuación.

Transformación logarítmica.

*Log (Dato)*

El análisis de varianza (cuadro 4.2) muestra que hubo diferencia significativa solamente entre el testigo y los tratamientos, pero no hubo para plántulas normales entre los tratamientos, ni entre los tratamientos y las diferentes concentraciones.

Cuadro 4. 2 Análisis de varianza para la variable plántulas normales.

| FV                 | GL | SC    | CM    | FC       | Fa    |       |
|--------------------|----|-------|-------|----------|-------|-------|
|                    |    |       |       |          | 0.05  | 0.01  |
| <b>FAC-TESTIGO</b> | 1  | 0.061 | 0.061 | 5.251 *  | 4.351 | 8.096 |
| <b>A(sales)</b>    | 2  | 0.023 | 0.012 | 1.004 NS | 3.493 | 5.849 |
| <b>B (C.E)</b>     | 2  | 0.023 | 0.011 | 0.986 NS | 3.493 | 5.849 |
| <b>AxB</b>         | 4  | 0.063 | 0.016 | 1.354 NS | 2.866 | 4.431 |
| <b>E. E</b>        | 20 | 0.232 | 0.012 |          |       |       |
| <b>TOTAL</b>       | 29 | 0.403 |       |          |       |       |

Ns = No hay diferencia significativa

\*= Existe diferencia significativa

\*\*= Existe diferencia altamente Significativa

Al analizar los datos con una prueba de medias de “Log” (Cuadro 4.3) tenemos que  $MgCl_2$  a una concentración de  $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  es el que presentó mayor número de plántulas normales y además superó al testigo seguido por  $CaCl_2$  con  $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . Estos tres tratamientos están claramente separados en el primer grupo estadístico (A) es decir son estadísticamente iguales.

Cuadro 4. 3 Comparación de medias entre testigo y tratamientos para variables de plántulas normales.

| <b>Sal</b>              | <b>Concentración dS.m<sup>-1</sup></b> | <b>Medias *</b> | <b>Significancia **</b> |
|-------------------------|--|-----------------|-------------------------|
| <b>NaCl</b>             | 2                                      | 1.016           | <b>A</b>                |
|                         | 4                                      | 0.952           | <b>B</b>                |
|                         | 6                                      | 1.063           | <b>A</b>                |
| <b>CaCl<sub>2</sub></b> | 2                                      | 0.981           | <b>B</b>                |
|                         | 4                                      | 1.113           | <b>A</b>                |
|                         | 6                                      | 1.076           | <b>A</b>                |
| <b>MgCl<sub>2</sub></b> | 2                                      | 1.033           | <b>A</b>                |
|                         | 4                                      | 1.175           | <b>A</b>                |
|                         | 6                                      | 1.035           | <b>A</b>                |
| <b>Testigo</b>          | 0                                      | 1.20            | <b>A</b>                |

\* Medias transformadas.

\*\* Medias con letra iguales son estadísticamente iguales.

Con esto podemos decir que MgCl<sub>2</sub> presentó más plántulas normales, seguido por CaCl<sub>2</sub> siendo la mejor concentración para plántulas normales de 4 dS.m<sup>-1</sup> ya que se observó que permite una buena germinación. En la figura 4.7 se presenta el comportamiento de las medias de los tratamientos y el testigo para la variable plántulas normales.

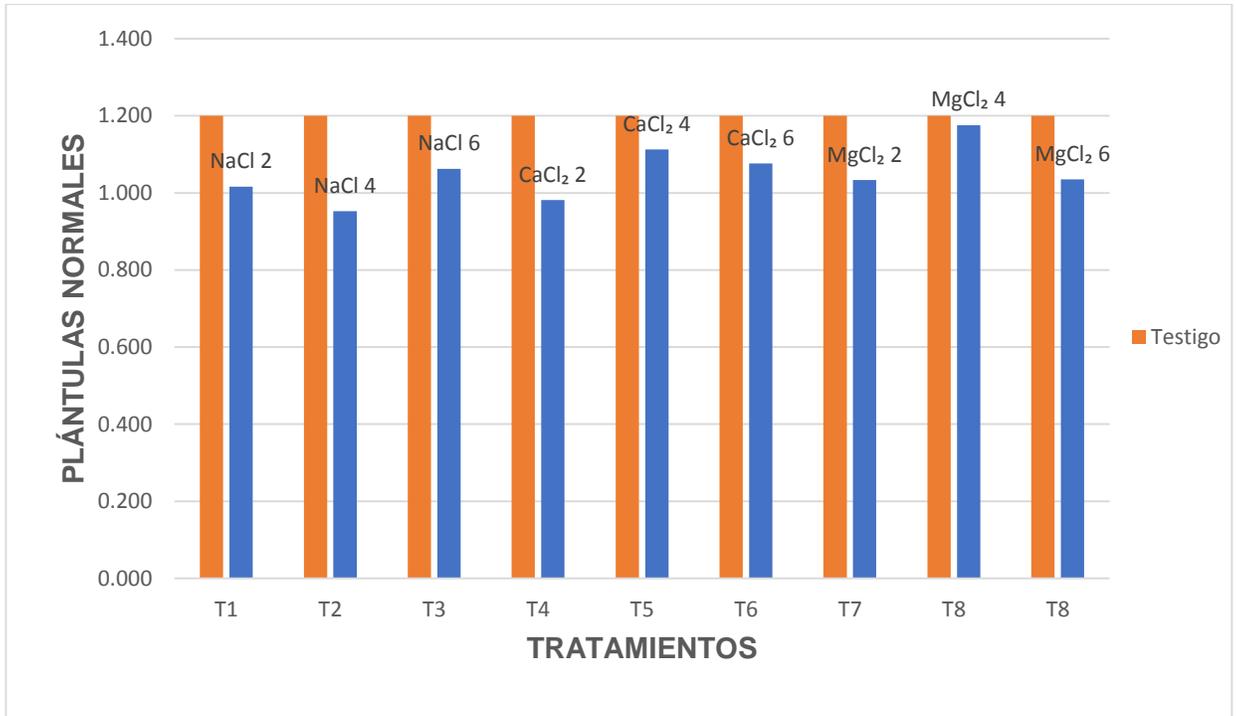


Figura 4. 7. Comparación de medias entre los tratamientos y el testigo para la variable de plántulas normales.

#### 4.3. Plántulas Anormales

La anomalía de la planta se debe principalmente a la acumulación de sal en las raíces, mostrando una deformación al no tener un mejor desarrollo. Las plántulas anormales registradas se clasificaron como tales por presentar características como: enroscamiento, cese de crecimiento o la radícula presentó coloración negra como se observa en a figura 4.8.



Figura 4. 8. Tratamiento extra del agua destilada presentando una plántula anormal.

Aun estando en condiciones no salinas se registraron algunas plántulas anormales en el testigo pues éste registró un 20 por ciento como se observa en la figura 4.9.

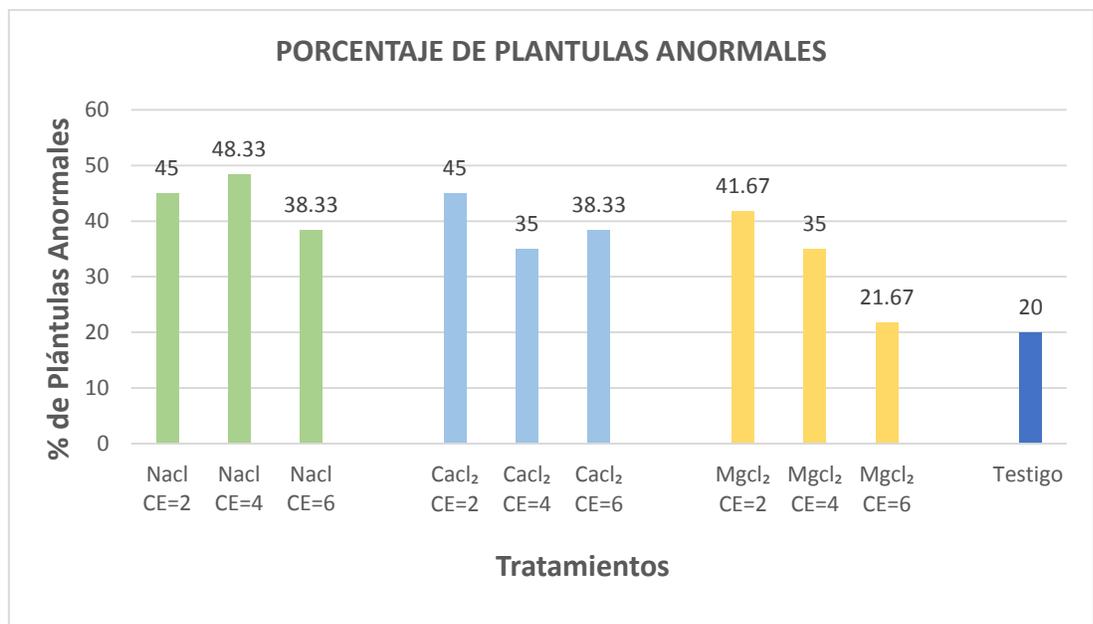


Figura 4. 9. porcentaje de plántulas anormales de *L. Purpureus* con tres tipos de sales y Cuatro diferentes niveles de concentración.

El mayor porcentaje registrado para esta variable fue de 48.33 por ciento y se obtuvo con NaCl a 2 dS.m<sup>-1</sup> y con el CaCl<sub>2</sub> se obtuvo un 45 por ciento a una concentración de 2 dS.m<sup>-1</sup>.

El porcentaje más bajo para la anormalidad de plántulas fue 21.67 por ciento y se obtuvo con MgCl<sub>2</sub> a la concentración de 6 dS.m<sup>-1</sup>.

Para la concentración salina más baja utilizada en esta prueba 2 dS.m<sup>-1</sup> el porcentaje más alto de plántulas anormales fue de 45 por ciento.

En general, el tratamiento que tuvo mayor porcentaje de plántulas anormales fue NaCl presentando un 48.33 por ciento de anormalidad en 4 dS.m<sup>-1</sup>.

por lo general mientras más alta sea la concentración de sales más alto será el índice de anormalidad en las plantas.

Los resultados de las variables evaluadas estuvieron expresados en conteo directo, por lo que fueron transformados mediante la siguiente ecuación.

Transformación logarítmica.

$$\text{Log (Dato)}$$

El análisis de varianza (Cuadro 4.4), muestra que hubo diferencia altamente significativa entre el testigo y las interacciones, así como de cada uno de los factores.

Cuadro 4. 4 Análisis de varianza para la variable de plántulas anormales.

| FV                 | GL | SC    | CM    | FC        | Fa    |       |
|--------------------|----|-------|-------|-----------|-------|-------|
|                    |    |       |       |           | 0.05  | 0.01  |
| <b>FAC-TESTIGO</b> | 1  | 0.307 | 0.307 | 10.216 ** | 4.351 | 8.096 |
| <b>A(Sales)</b>    | 2  | 0.038 | 0.019 | 0.639 NS  | 3.493 | 5.849 |
| <b>B (C.E)</b>     | 2  | 0.024 | 0.012 | 0.401 NS  | 3.493 | 5.849 |
| <b>AxB</b>         | 4  | 0.096 | 0.024 | 0.801 NS  | 2.866 | 4.431 |
| <b>E. E</b>        | 20 | 0.602 | 0.030 |           |       |       |
| <b>TOTAL</b>       | 29 | 1.068 |       |           |       |       |

Ns = No hay diferencia significativa

\*= Existe diferencia significativa

\*\*= Existe diferencia altamente Significativa

Al analizar los datos con la Prueba de Medias de “Log” (Cuadro 4.5), se observó que el mayor número de plántulas anormales se presentó con NaCl a concentraciones de 4 dS.m<sup>-1</sup>; seguido por CaCl<sub>2</sub> con 2 dS.m<sup>-1</sup>. Estos tratamientos están claramente separados en el mismo grupo estadístico de (A), es decir que son estadísticamente iguales.

Cuadro 4. 5 Comparación de medias y tratamientos y el testigo de la variable de las plántulas anormales.

| Sal                     | Concentración dS.m <sup>-1</sup> | Medias * | Significancia ** |
|-------------------------|----------------------------------|----------|------------------|
| <b>NaCl</b>             | 2                                | 0.905    | <b>A</b>         |
|                         | 4                                | 0.981    | <b>A</b>         |
|                         | 6                                | 0.874    | <b>A</b>         |
| <b>CaCl<sub>2</sub></b> | 2                                | 0.947    | <b>A</b>         |
|                         | 4                                | 0.842    | <b>A</b>         |
|                         | 6                                | 0.869    | <b>A</b>         |
| <b>MgCl<sub>2</sub></b> | 2                                | 0.881    | <b>A</b>         |
|                         | 4                                | 0.693    | <b>B</b>         |
|                         | 6                                | 0.912    | <b>A</b>         |
| <b>Testigo</b>          | 0                                | 0.541    | <b>B</b>         |

\*Medias transformadas

\*\* Medias con letra iguales son estadísticamente iguales.

En general podemos decir que, el NaCl provocó más plántulas anormales. Esta sal tuvo efectos tóxicos a niveles moderados. El NaCl estimuló la germinación, Sin embargo, con un nivel de sal de  $6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  produjo toxicidad.

#### **4.4. Semillas Muertas**

En la evaluación del porcentaje de semillas muertas, fue difícil de interpretarlo, ya se señaló que las semillas no recibieron ningún tratamiento previo exitoso en la germinación de la semilla y fueron atacadas por un hongo, el cual se alojó en todos los tratamientos. Como tampoco se sabe con exactitud si se tenía algún otro problema de germinación.

Al tener una semilla tratada con un buen control de calidad en la germinación se tiene menos mortandad. Las semillas utilizadas para esta prueba no fueron tratadas y durante esta germinación hubo presencia de hongo que se controló con Captán 50.

Como podemos ver tenemos que el mayor porcentaje de semillas muertas se presentó con  $\text{CaCl}_2$  a una concentración de  $2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  siendo 6.67 de por ciento; seguido por el cinco por ciento que presenta con NaCl a una concentración de  $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  (figura 4.11).

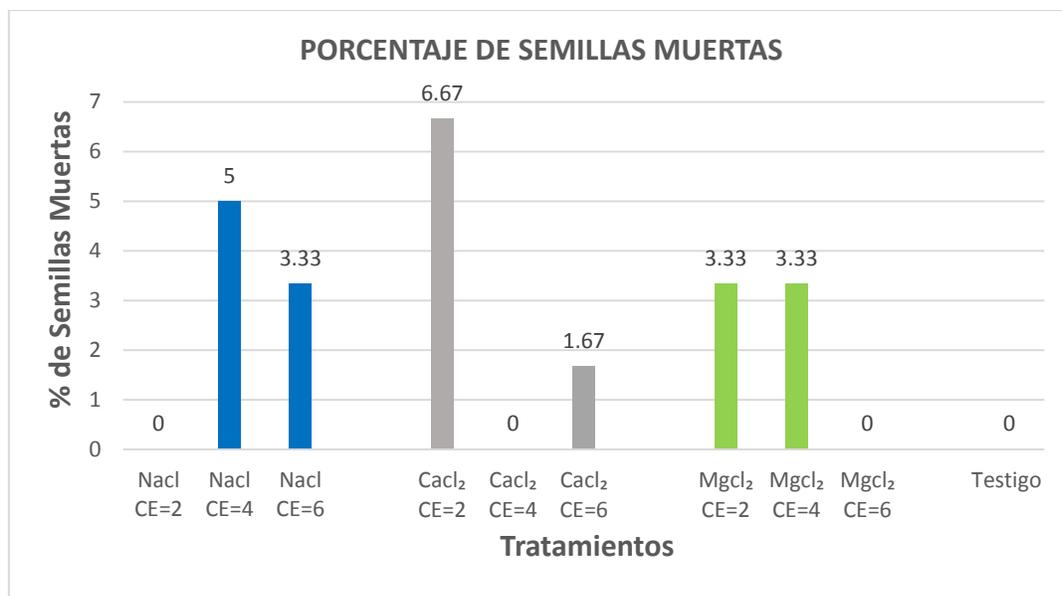


Figura 4. 10. Porcentaje de semillas muertas de *L. Purpureus* con tres tipos de sales y cuatro diferentes niveles de concentración.

Con 2 dS.m<sup>-1</sup> de CaCl<sub>2</sub> se logró el mayor porcentaje y con 4 dS.m<sup>-1</sup> registrando un valor de 0.0 por ciento.

Para la CE de 4 dS.m<sup>-1</sup> de NaCl se observó que aumentó el porcentaje de semillas muertas (5 por ciento). Seguidos por un 3.33 por ciento a 6 dS.m<sup>-1</sup>. Que dando al final un 0.0 por ciento de 2 dS.m<sup>-1</sup>.

El porcentaje más bajo reportado para esta variable lo obtuvo el testigo extra con 0.0 por ciento, así como con 2 dS.m<sup>-1</sup> del NaCl; 4 dS.m<sup>-1</sup> de CaCl<sub>2</sub> y 6 dS.m<sup>-1</sup> de MgCl<sub>2</sub>, lo que indica que el NaCl es más tóxico al MgCl<sub>2</sub>.

Los resultados de las variables evaluadas estuvieron expresados en conteo directo, por lo que fueron transformados mediante la siguiente ecuación.

Transformación logarítmica.

$$\sqrt{x + 1}$$

Según el análisis de varianza (cuadro 4.6) se demostró que no hubo diferencia significativa con la variable de la semilla muerta.

Cuadro 4. 6 Análisis de varianza para la variable semillas muertas.

| FV                 | GL | SC    | CM    | FC       | Fa    |       |
|--------------------|----|-------|-------|----------|-------|-------|
|                    |    |       |       |          | 0.05  | 0.01  |
| <b>FAC-TESTIGO</b> | 1  | 0.073 | 0.073 | 0.934 NS | 4.351 | 8.096 |
| <b>A(Sales)</b>    | 2  | 0.096 | 0.048 | 0.617 NS | 3.493 | 5.849 |
| <b>B (C.E)</b>     | 2  | 0.111 | 0.056 | 0.712 NS | 3.493 | 5.849 |
| <b>AxB</b>         | 4  | 0.622 | 0.156 | 1.990 NS | 2.866 | 4.431 |
| <b>E. E</b>        | 20 | 1.563 | 0.078 |          |       |       |
| <b>TOTAL</b>       | 29 | 2.466 |       |          |       |       |

Ns = No hay diferencia significativa

\*= Existe diferencia significativa

\*\*= Existe diferencia altamente Significativa

#### 4.5. Longitud de Hipocótilo.

En la investigación, las pruebas de vigor se desarrollan con la finalidad de ofrecer información complementaria a la obtenida en las pruebas de germinación y estimar el potencial de emergencia en el campo. Para medir el vigor de las semillas se utilizan indicadores de crecimiento y desarrollo inicial y una de las variables para determinar este comportamiento es la longitud de hipocótilo.

En la evaluación de este parámetro se consideraron todas las plántulas normales resultantes en cada uno de los tratamientos, ya que fueron pocas y la representación de esta variable se puede observar en la siguiente figura 4.12.

Numéricamente el mejor desarrollo de hipocótilo se observó con NaCl a la concentración de 6 dS.m<sup>-1</sup> y el menor se observa con CaCl<sub>2</sub> a 4 dS.m<sup>-1</sup>.

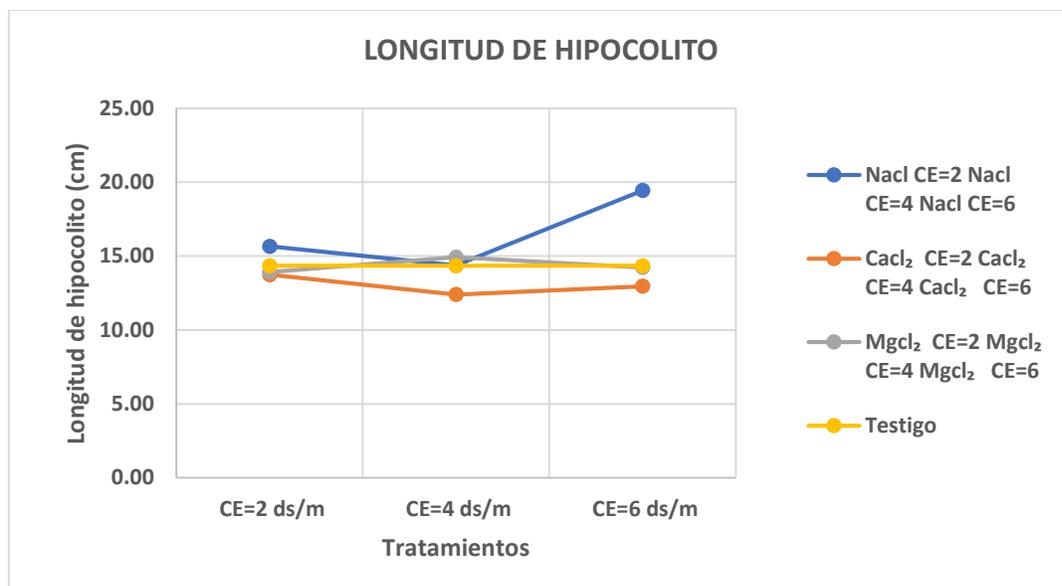


Figura 4. 11. Variable de longitud de hipocólito.

Los resultados de las variables evaluadas estuvieron expresados en conteo directo, por lo que no fue necesario utilizar una ecuación logarítmica.

Según el análisis de varianza (cuadro 4.7) se demostró que no hubo diferencia significativa con la variable de la longitud de hipocólito.

Cuadro 4. 7 Análisis de varianza para la variable longitud de hipocólito.

| FV                 | GL | SC      | CM     | FC       | Fa    |       |
|--------------------|----|---------|--------|----------|-------|-------|
|                    |    |         |        |          | 0.05  | 0.01  |
| <b>FAC-TESTIGO</b> | 1  | 0.216   | 0.216  | 0.025 NS | 4.351 | 8.096 |
| <b>A(Sales)</b>    | 2  | 54.678  | 27.339 | 3.226 NS | 3.493 | 5.849 |
| <b>B (C.E)</b>     | 2  | 12.537  | 6.269  | 0.740 NS | 3.493 | 5.849 |
| <b>AxB</b>         | 4  | 33.171  | 8.293  | 0.978 NS | 2.866 | 4.431 |
| <b>E. E</b>        | 20 | 169.516 | 8.476  |          |       |       |
| <b>TOTAL</b>       | 29 | 270.118 |        |          |       |       |

Ns = No hay diferencia significativa

\*= Existe diferencia significativa

\*\*= Existe diferencia altamente Significativa

#### 4.6. Longitud de Raíz

La investigación de estas variables de vigor es para determinar la longitud de raíz de la germinación de la semilla obtenidas de la prueba realizada. Esta variable también permite corroborar la buena germinación y el buen número de plántulas normales.

Se observó que  $\text{CaCl}_2$  a una concentración de  $2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  se obtuvo  $13.9 \text{ cm}$  de longitud, seguida de  $\text{NaCl}$  con el mismo nivel de sal pero con  $13.4 \text{ cm}$  de raíz. El testigo mostró un buen comportamiento pues registró valores de  $13.3 \text{ cm}$ , observándose que fue superado por  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{NaCl}$ , siendo los mejores tratamientos.

En general podemos observar que el  $\text{CaCl}_2$  estimula el desarrollo de las raíces a bajas concentraciones, pero a concentraciones de  $6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  se presenta una disminución de la raíz por los efectos tóxicos. En la figura 4.13 se muestra gráficamente el comportamiento de esta variable.

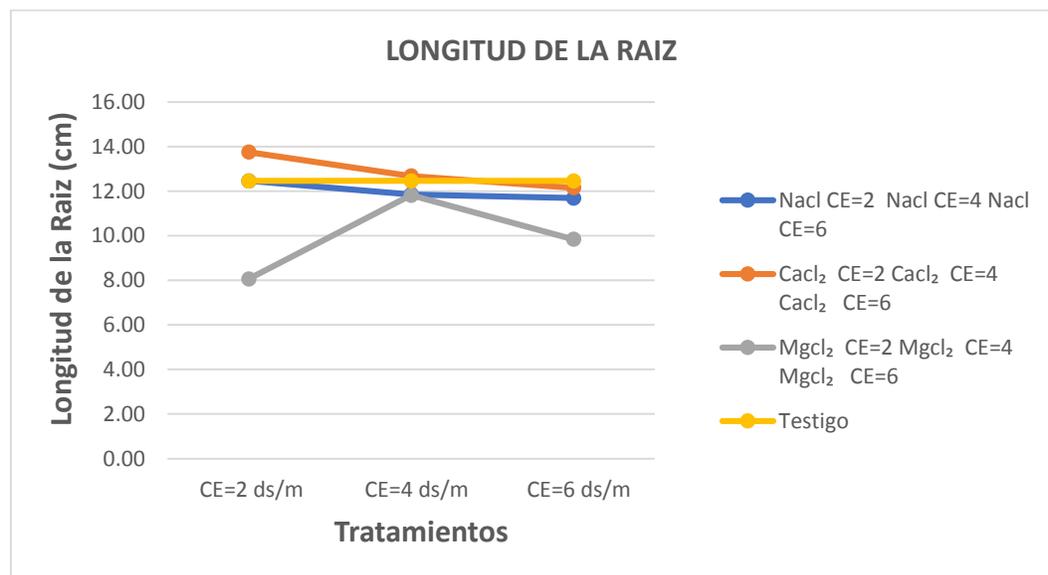


Figura 4. 12. Variable de longitud de la raíz.

Se observan diferencias entre los valores de promedios de la longitud de raíz como se puede ver con el  $MgCl_2$  que tuvo menor longitud en 2 dS.m<sup>-1</sup>.

Los resultados de las variables evaluadas estuvieron expresados en conteo directo, por lo que no fue necesario utilizar una ecuación logarítmica.

Según el análisis de varianza (Cuadro 4.8) se demostró que no hubo diferencia significativa con la variable de la longitud de raíz.

Cuadro 4. 8 Análisis de varianza para la variable longitud de raíz

| FV                 | GL | SC     | CM    | FC       | Fa    |       |
|--------------------|----|--------|-------|----------|-------|-------|
|                    |    |        |       |          | 0.05  | 0.01  |
| <b>FAC-TESTIGO</b> | 1  | 1.323  | 1.323 | 0.746 NS | 4.351 | 8.096 |
| <b>A(Sales)</b>    | 2  | 4.006  | 2.003 | 1.129 NS | 3.493 | 5.849 |
| <b>B (C.E)</b>     | 2  | 3.996  | 1.998 | 1.126 NS | 3.493 | 5.849 |
| <b>AxB</b>         | 4  | 8.216  | 2.054 | 1.158 NS | 2.866 | 4.431 |
| <b>E. E</b>        | 20 | 35.483 | 1.774 |          |       |       |
| <b>TOTAL</b>       | 29 | 53.024 |       |          |       |       |

Ns = No hay diferencia significativa

\*= Existe diferencia significativa

\*\*= Existe diferencia altamente Significativa

#### 4.7. Peso Seco

Las pruebas de germinación y vigor son herramientas confiables para determinar y comparar los niveles de calidad fisiológica entre poblaciones evaluadas. La evaluación este parámetro se utiliza como indicador de dicha calidad.

El valor más alto que se obtuvo para peso seco se registró para  $MgCl_2$  a una concentración de 4 dS.m<sup>-1</sup> con 0.90 gramos; seguido por el testigo con 0.83

gramos y el valor más bajo, se registró para NaCl a una concentración de 4 dS.m<sup>-1</sup> con 0.40 gramos.

En la figura 4.14 se expresa gráficamente los valores de esta variable.

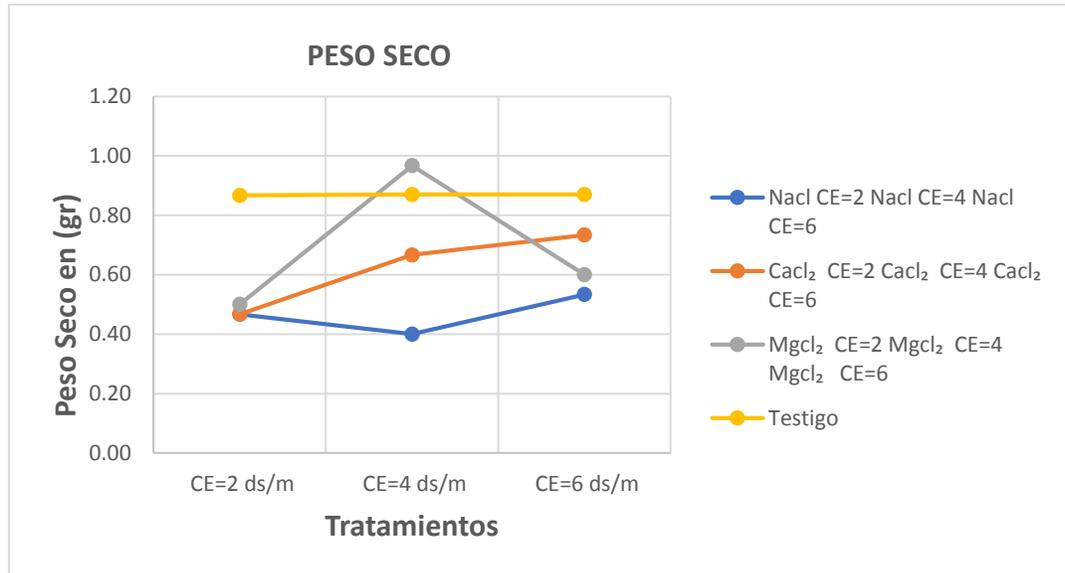


Figura 4. 13. Variable de peso seco.

Como se puede notar, el MgCl<sub>2</sub> con 4 dS.m<sup>-1</sup> obtuvo los valores más altos en longitud de hipocótilo y coincide con el mayor peso seco.

Los resultados de las variables evaluadas estuvieron expresados en conteo directo, por lo que no fue necesario utilizar una ecuación logarítmica.

Según el análisis de varianza (Cuadro 4.9) se demostró que no hubo diferencia significativa con la variable del peso seco.

Cuadro 4. 9 Análisis de varianza para la variable peso seco.

| FV                 | GL | SC    | CM    | FC       | Fa    |       |
|--------------------|----|-------|-------|----------|-------|-------|
|                    |    |       |       |          | 0.05  | 0.01  |
| <b>FAC-TESTIGO</b> | 1  | 0.203 | 0.203 | 2.623 NS | 4.351 | 8.096 |
| <b>A(Sales)</b>    | 2  | 0.234 | 0.117 | 1.513 NS | 3.493 | 5.849 |
| <b>B (C.E)</b>     | 2  | 0.192 | 0.096 | 1.240 NS | 3.493 | 5.849 |
| <b>AxB</b>         | 4  | 0.313 | 0.078 | 1.011 NS | 2.866 | 4.431 |
| <b>E. E</b>        | 20 | 1.547 | 0.077 |          |       |       |
| <b>TOTAL</b>       | 29 | 2.488 |       |          |       |       |

Ns = No hay diferencia significativa

\*= Existe diferencia significativa

\*\*= Existe diferencia altamente Significativa

## V. CONCLUSIONES

1. En la germinación fisiológica se ve favorecida por la presencia del  $MgCl_2$ , medianamente por el  $CaCl_2$  con  $4 \text{ dS.m}^{-1}$  y muy poco con niveles bajos de sal de  $CaCl_2$  y  $MgCl_2$  contrario al  $NaCl$ .

2. Para plántulas normales el mejor resultado se obtuvo con el testigo (80 por ciento) siguiendo el  $CaCl_2$  a  $4 \text{ dS.m}^{-1}$  con (65 por ciento). Con esta sal se presentó un buen vigor de la planta registrando valores muy pequeños de toxicidad.

3. La anormalidad de las plantas se ve incrementada por la presencia de  $NaCl$  a 2 y  $4 \text{ dS.m}^{-1}$  y  $CaCl_2$  a  $2 \text{ dS.m}^{-1}$  presentaron el valor más alto en plántulas anormales (48.33). Cloruro de sodio produjo el mayor porcentaje de plántulas anormales mientras que en el  $MgCl_2$  tuvo el menor porcentaje con la concentración de  $2 \text{ dS.m}^{-1}$ , tanto el testigo extra con un 20 por ciento.

4. Tenemos que en semillas muertas el mayor número se obtuvo con  $CaCl_2$  a una concentración de  $2 \text{ dS.m}^{-1}$  (6.67 por ciento) y el menor se presentó con  $MgCl_2$  a la misma concentración.

5. En longitud de hipocótilo el mayor número se obtuvo con  $NaCl$ , presentándose las plántulas con mejor vigor. Lo que nos indica que el sodio favoreció el crecimiento de hipocótilo en las plantas.

6. Para la longitud de la raíz los mejores tratamientos fueron  $CaCl_2$  a  $2 \text{ dS.m}^{-1}$ ,  $NaCl$  a  $2 \text{ dS.m}^{-1}$  así como el testigo.

7. En lo referente a peso seco los mejores tratamientos que presentaron mayores valores fueron  $MgCl_2$  a  $4 \text{ dS.m}^{-1}$ , seguido del testigo.

## VI. RECOMENDACIONES

Antes de realizar la prueba de germinación es conveniente hacer un lavado a las semillas, debido a que estas llevan pequeñas concentraciones de sal. En las variables propias de la germinación deben ser consideradas, ya que puede ser posible tener algunos otros parámetros, con el fin de obtener información más amplia de los efectos resultantes que se puedan obtener.

Continuar con estudios de salinidad del Frijol Dolichos ya que la información obtenida mediante la prueba de germinación puede utilizarse para posteriores investigaciones a nivel invernadero, donde también son controlados algunos factores como el clima.

## VII. LITERATURA CITADA

- Álvarez E, y Binder, T., y S. Pérez. 1997. Legumes of the worl. The Royal Botanic Gardens, Kew, Reino Unido. Pag. 577. ISBN 1-900347-80.
- Allison L.E., Brown, J.E., Hayward, H.E., Richards, L.A., Bernstein, L., Fireman, M., Pearson, G. A., Wilcox, L. V., Bower, C. A., Hatcher J.T. y R.C. Reeve. 1994. Diagnóstico y Rehabilitación de suelos salinos y sólidos Laboratorio de Salinidad de los E.U.A. Departamento de Agricultura de E.U.A. Ed. Limusa, México, D.F.
- Aceves, N. E. 1979. El ensalitramiento de los suelos bajo riego (Identificación, Control, Combate y Adaptación). Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Pp. 113-116.
- Bolívar, D.M. 2016. Apuntes de Suelos Salinos y Sódicos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Cameron, D.G. 1988. Tropical and subtropical pastura legumes. Queensland Agricultural Journal. March-April: 110-113.
- Cameron, A.G. 1992. Lablab. In *Agricultural Notes, Updated AgNote 532-C6, 781- C34*. Department of Industry and Fisheries. Government of the Northern Territory of Australia.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1985. Referencia de los cursos de capacitación sobre frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Comisión Nacional del Agua. 2007, Serie: Planeación Hidráulica en México. Componente: Planeación Local, Proyectos Emblemáticos- Guía esquemas para la conservación de suelo, bosque y agua. SEMARNAT. 91 P.  
<http://www.conagua.gob.mx/OCLSP07/Contenido/Documentos/ProgHidri codeJalisco2030.pdf>
- Copeland, L. O. and M. B. Mc Donald. 1985. Principles of seed Science and Techonlogy. Burgess Publishing Company. Second Edition. Minneapolis, Minnesota, USA. 50 p.

- Chapman, D. H. 1973. Diagnostic, criteri for plant nutrition University of California Citrus Reseach Center and Agricultural Experiment Station. Riverside, California E. U. A p 409-432.
- Cheeseman, J.M. 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiology* 87:547-550.
- Delgado, H., Pinzón, E.H., Blair, M., P.C Izquierdo. 2013. Evaluation of lines of ben (*Phaseolus vulgaris* L.) of advanced backcross between wild and radical Cerinza acce-ssion. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 16 (1): 79-86.
- Deka, R.K. y C.R. Sarkar. 1990. Composición de nutrientes y factores antinutricionales de las semillas de *Dolichos lablab* L. *Química de Alimentos.* 38: 239-246.
- Duke, J.A. 1983. *Lablab purpureus* (L.) Sweet. En: Manual de leguminosas de importancia económica mundial. Nueva York, Estados Unidos; Plenum Press. pp 102-106.
- Flores, M. 1993. El uso del frijole lablab–Noticias sobre el uso de cultivos de cobertura. CIDICCO Carta No.4. Honduras.
- Flowers, T.J. y A.R. Yeo. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: Where next? *Aust. J. Plant Physiol.* 22:875-884.
- Gili, P.; Marando, G.; Irisarri, J.; Sagardoy, M. 2004. Effect of washing and fertilization techniques on salinity in soils of the high valley of río negro and neuquén, Argentina. *Agr.Técnica.* 64 (3): 295-304.
- García A. 2003. Curso de Salinidad de Suelos disponible en: <http://www.gratisweb.com/ocaclevante/calidadagua.pdf>
- Guerra, H. M. 1993. Tolerancia a la salinidad en el Mejoramiento y la Producción Agrícola. Seminarios de Postgrado, Departamento de Fitomejoramiento, División de agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. pp. 64-77.
- Hartmann, Y. y D. Kester. 1988. Propagación de plantas. México D. F. Compañía editorial continental, S. A. de C. V. pp. 192-212.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu J.K. y Bohnert, H.J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity *Annual Review of plant physiology and plant Molecular Biology*, 51: 463-499.
- Hartung, W., Sauter, A., y E. Hose. 2002. Absciscic acid in the xylem: where does it comes from. Where does it goes to? *Journal of Experimental Botany*, 53: 27-32.

- Hendricksen, R.E. y D.J. Minson. 1980. El consumo de alimento y el comportamiento de pastoreo del ganado que pasta en un cultivo de *Lablab purpureus* cv. Rongai. Revista de Ciencias Agrícolas (Cambridge). 95: 547-554.
- Hendricksen R.E. y D.J. Minson. 1985a. Crecimiento, estructura del dosel y composición química de *Lablab purpureus* cv. Rongai en Samford, SE Queensland. Tropical Grasslands 19: 81-87.
- Hendricksen R.E. y D.J. Minson. 1985b. *Lablab purpureus* - A Review. Herbage Abstracts. 55: 215-227.
- Humphreys, L.R. 1995 y Said and T., 1993. Diversity of Productivity of Tropical Legumes. In: Tropical Legumes in Animal Nutrition; D. Mello, J.P.F and C. Devendra (eds). Cab International Wallingford, UK.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. Seed Science and Technology 4: pp.1-177. The Netherlands.
- Jaradat, A.A., m. Shahid, y A. Al-Maskri. 2004. Genetic diversity in the Batini Barley Landrace from Oman: II. Response to Salinity stress. Crop Sci. 44:007-1007.
- Kay, D. E. 1979. Hyacinth Bean - Food Legumes. Crop and Product Digest No. 3. Tropical Products Institute. xvi:184-196.
- Lambourne, L.J. and Wood L.M. 1985. Nutritional quality of grain of Australian cultivars of lablab bean (*Lablab purpureus*). Australian Journal of Experimental Agriculture. 25:169-177.
- Marín, A., 2003. Valor nutricional de los follajes de Musa paradisiaca. Interciencia 28:1
- Martínez, V. N., Lopez, A. C., Basurto, S. M. y Pérez, L. R. 2010. Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Campus 1. Chihuahua, Chihuahua México. Rev. Tecnociencia Chihuahua. Vol. V. N° 3. 2011.
- Mayer, L. Chandler D.R. and Taylor M.S. 1986. *Lab-lab purpureus* - A fodder crop for Botswana. Bulletin of Agricultural Research in Botswana No. 5:37-48.
- Menéndez, J. Mesa, A.R. and M. Esperance. 1985. Dolichos (*Lablab niger*). Pastos y Forrajes, 8:321-335.

- Meiri, A. 1996. Plant Response to Salinity. In: Yron, B., E Panfors And Y. Vadia (Ed.). Irrigation in Arid Zones. Ministry in Arid Zones. Ministry of Agriculture, The Volcani Institute of Agriculture Research and Extensi Service Foreing Training Departament. Bet-Dagan, Israel. pp. 273-279.
- Milford, R. and D.J. Minson. 1968. The effect of age and method of haymaking on the digestibility and voluntary intake of the forage legumes *Dolichos lablab* and *Vigna sinensis*. Australian Journal of Experimental Animal Husbandry. 8:409-418.
- Morales, N. C. R. 1992. Efecto de Sustancias Húmicas y Hormonales sobre la Geminación y Vigor en Semillas de Pasto. Tesis de Maestría Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. pp. 42-45.
- Murtagh, G. J. and A.B. Dougherty. 1968. Relative yields of lablab and velvet bean. Tropical Grasslands. 2:57-63.
- Mc Kenzie, B.D. and Y.A. Leshen. 1994. Stress and Stress Coping in Cultivated Plants. 256 p. Kluwer Academic Publisher, London, UK.
- Priano, F. and E. Pilatti 1989. Plant responses to soil substrates. VIL Growth ion uptake throughout plant development in two varieties of *Hordeum vulgare*. Australian Journal Biological Science 18:763.
- Peña, I. De La. 1980. Salinidad de los Suelos Agrícolas - Su origen – Clasificación - Prevención y Rehabilitación. Universidad Autónoma Agraria Narro. p. 1-42.
- Purseglove, J.W. 1968. Tropical Crops, Dicotyledons. Vol L London, UK; Longmans Greens and Company Ltd. pp 273-276.
- Ramos, R. R. 2000. Aplicación de Sustancias Húmicas Comerciales como Productos de Acción Bioestimulante Efectos Frente al Estrés Salino. Tesis de Doctorado Universidad de Alicante España.
- Sairam, R.K. y A. Tyagi. 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Current Science., 86:407.
- Said, A.N. and A. Tolera. 1993. The supplementary value of forage legume hays in sheep feeding: feed intake, nitrogen retention and body weight changes. Livestock Production Science.33:229-237.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Ed. por Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V. México. pp. 647 – 649.
- Sinclair, R. 1996. *Dolichos lablab*: una alternativa para la alimentación del ganado en épocas de verano. Centro Internacional de Información Sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO) Informe Técnico No. 15.

- Serrano, R., and R. Gaxiola. 1994. Microbial Model and salt Stress Tolerance in plants. *Crit. Rev. PlantSci.* 13:121-138.
- Secretaria de Educación Pública (SEP). 1983. Manuales para la Educación Agropecuaria.Cultivos Básicos. Ed. Trillas. México.
- Schaaffhausen, R. V. 1963a. *Dolichos lablab* or Hyacinth Bean; Its uses for feed, food and soil improvement. *Economic Botany.* 17:146-153.
- Schaaffhausen, R. V. 1963b Economical methods for using the legume *Dolichos lablab* for soil improvement, food and feed. *Turrialba.* 13:172-178.
- Szabolcs, I. 1994. Prospects of soil salinity for the 21 st century. 15th World Congress of Soil. *Sci Soc (1):*123-141.
- Stephens, J.M. 1994. Bean. Hyacinth: *Dolichos lablab* L. or *Lablab purpureus* (L.) Sweet. *Fact Sheet* nr. HS-552, Horticultural Science Department, University of Florida.
- Skerman, P. J., Cameron, D. G and F. Riveros. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal, No. 2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Tarafdar, C. J., and V.A. Rao. 1997. Response of Arid Legumes to VAN Fungal Inoculation. *Symbiosis.* 22:264-274.
- Thakur, A., Thakur, P.S., Sharway, J. 1997. Influence of seed osmoconditioning on germination potencial and seeding performance of bell peper. *Ser Research* 25: 25-30.
- Ungar, I. A. 1996. Effect of salinity on seed germination, growth and ion accumulation of *Atriplex patula* (*Chenopodiaceae*). *Amer. J Bot.* 83(5):604-607.
- Viswanathan, C.; ZHU, J. 2003. Plant salt tolerance. En: Hirt, H.; Schinozaki, K. (eds). *Plant responses to abiotic stress. Topics in current genetics.* Berlin: Springer-Verlag. p.241-270.
- Zhu, J.K, 2001. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science,* 6:66.

Página consultada en Internet

<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v19n1/v19n1a10.pdf>

# ANEXOS

Porcentaje de germinación fisiológica de *L. Purpureus* bajo 3 tipos de sales diferentes y a 4 concentraciones.

| Sal               | Concentración dS.m <sup>-1</sup> | Germinación (%) |
|-------------------|----------------------------------|-----------------|
| NaCl              | 2                                | 100             |
|                   | 4                                | 95              |
|                   | 6                                | 96.67           |
| CaCl <sub>2</sub> | 2                                | 93.33           |
|                   | 4                                | 100             |
|                   | 6                                | 98.33           |
| MgCl <sub>2</sub> | 2                                | 93.33           |
|                   | 4                                | 100             |
|                   | 6                                | 100             |
| Testigo           | 0                                | 100             |

Porcentaje de plántulas normales de *L. Purpureus* bajo 3 tipos de sales diferentes y a 4 concentraciones.

| Sal               | Concentración dS.m <sup>-1</sup> | Plántulas Normales (%) |
|-------------------|----------------------------------|------------------------|
| NaCl              | 2                                | 55                     |
|                   | 4                                | 4.67                   |
|                   | 6                                | 58.33                  |
| CaCl <sub>2</sub> | 2                                | 48.33                  |
|                   | 4                                | 65                     |
|                   | 6                                | 41.67                  |
| MgCl <sub>2</sub> | 2                                | 55                     |
|                   | 4                                | 61.67                  |
|                   | 6                                | 56.67                  |
| Testigo           | 0                                | 80                     |

Porcentaje de plántulas anormales de *L. Purpureus* bajo 3 tipos de sales diferentes y a 4 concentraciones.

| Sal               | Concentración dS.m <sup>-1</sup> | Plántulas Anormales (%) |
|-------------------|----------------------------------|-------------------------|
| NaCl              | 2                                | 45                      |
|                   | 4                                | 48.33                   |
|                   | 6                                | 38.33                   |
| CaCl <sub>2</sub> | 2                                | 45                      |
|                   | 4                                | 35                      |
|                   | 6                                | 38.33                   |
| MgCl <sub>2</sub> | 2                                | 41.67                   |
|                   | 4                                | 35                      |
|                   | 6                                | 21.67                   |
| Testigo           | 0                                | 20                      |

Porcentaje de semillas muertas de *L. Purpureus* bajo 3 tipos de sales diferentes y a 4 concentraciones.

| Sal               | Concentración dS.m <sup>-1</sup> | Semillas Muertas (%) |
|-------------------|----------------------------------|----------------------|
| NaCl              | 2                                | 0                    |
|                   | 4                                | 5                    |
|                   | 6                                | 3.33                 |
| CaCl <sub>2</sub> | 2                                | 6.67                 |
|                   | 4                                | 0                    |
|                   | 6                                | 1.67                 |
| MgCl <sub>2</sub> | 2                                | 3.33                 |
|                   | 4                                | 3.33                 |
|                   | 6                                | 0                    |
| Testigo           | 0                                | 0                    |

Porcentaje de longitud hipocólito de *L. Purpureus* bajo 3 tipos de sales diferentes y a 4 concentraciones.

| Sal               | Concentración dS.m <sup>-1</sup> | Longitud de Hipocólito (cm) |
|-------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| NaCl              | 2                                | 15.66                       |
|                   | 4                                | 14.38                       |
|                   | 6                                | 19.43                       |
| CaCl <sub>2</sub> | 2                                | 13.75                       |
|                   | 4                                | 12.40                       |
|                   | 6                                | 12.96                       |
| MgCl <sub>2</sub> | 2                                | 13.92                       |
|                   | 4                                | 14.92                       |
|                   | 6                                | 14.23                       |
| Testigo           | 0                                | 14.35                       |

Porcentaje de longitud de la raíz de *L. Purpureus* bajo 3 tipos de sales diferentes y a 4 concentraciones.

| Sal               | Concentración dS.m <sup>-1</sup> | Longitud de la Raíz (gr) |
|-------------------|----------------------------------|--------------------------|
| NaCl              | 2                                | 12.46                    |
|                   | 4                                | 11.85                    |
|                   | 6                                | 11.69                    |
| CaCl <sub>2</sub> | 2                                | 13.75                    |
|                   | 4                                | 12.68                    |
|                   | 6                                | 12.15                    |
| MgCl <sub>2</sub> | 2                                | 8.06                     |
|                   | 4                                | 11.81                    |
|                   | 6                                | 9.84                     |
| Testigo           | 0                                | 12.46                    |