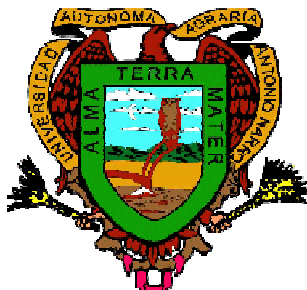


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Efecto de salinidad y sequía en semillas de dos especies de leguminosas
Dolichos lablab* (variedades negro y café) y *Vigna unguiculata

POR

Diana Zenteno Solís

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Septiembre del 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMÍA

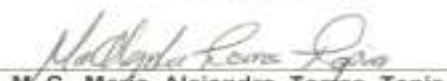
Efecto de salinidad y sequia en semillas de dos especies de leguminosas
Dolichos lablab (variedades negro y café) y *Vigna unguiculata*

POR

Diana Zenteno Solís

Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial
Para Obtener el Titulo de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN
A P R O B A D A


M. C. María Alejandra Torres Tapia
Asesor principal


Dr. Víctor Manuel Zamora Villa
Sinodal


MC Leticia Escobedo Bocardo
Sinodal


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Septiembre 2010



AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen de Guadalupe por permitirme nacer, y darme una familia maravillosa que ha apoyado mis logros.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por abrirme sus puertas y lograr alcanzar una formación académica.

Agradezco de manera muy profunda a la **M.P. María Alejandra Torres Tapia** por prestar paciencia y dedicación en las revisiones de este trabajo y brindarme la oportunidad de trabajar con ella.

Al **Dr. Víctor Manuel Zamora Villa** por compartir conmigo parte de sus conocimientos adquiridos y sobre todo por la disponibilidad y colaboración que recibí de su parte en sus asesorías, para el término de este trabajo.

A la **M.C Leticia Escobedo Bocardo** que durante mi formación académica fue un gran apoyo como jefa de carrera siempre al pendiente de nuestras necesidades, y sobre todo agradezco su colaboración del presente trabajo.

A todos los maestros que contribuyeron en mi formación, para crecer profesionalmente lo cual me motiva algún día seguir preparándome.

DEDICATORIA

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía, en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar en donde estén, quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado.

A ti **mamá Sra. Norma Solís** tus brazos siempre se abren cuando necesito un abrazo, tu corazón sabe comprender cuándo necesito una amiga, tú fuerza y amor me han dirigido por la vida y me han dado las alas que necesito para volar.

Papá Sr. Isauro Zenteno en mi crecimiento, has sido una figura que me ha enseñado la diferencia entre el mal y el bien, la autoridad que me ha puesto límites a mis deseos, por enseñarme a no rendirme y luchar por lo que anhelo.

Diego, Mario, Joel, y Primi a lo largo de su infancia he comprendido que nunca se debe de dejar de sonreír han sido la alegría que cuando regreso a casa siempre son los primeros que me reciben con un fuerte abrazo.

A ti **abuela Sra. María Álvarez** gracias por tu cariño y por estar a mi lado en cualquier momento de mi vida, he crecido a tu lado, me has ayudado a caminar en mi vida y formado parte de ella; tu amor, tus consejos son las mejores palabras que he escuchado.

Gera, eres la alegría de mi corazón cada vez que te veo me lleno de emoción por tener a una persona como tú a mi lado, tu comprensión, el apoyo incondicional que me has brindado no se compara.

Benito agradezco tu compañerismo durante la carrera, a mis compañeras de asistencia **Bety y Roble**, que han sido un gran apoyo en mi estancia en Saltillo, aprendí lo importante que es compartir una linda amistad.

ÍNDICE GENERAL

	Página
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	4
Hipótesis	5
II. REVISIÓN LITERARIA	6
Potencialidad de la utilización de las leguminosas	6
Especie <i>Dolichos lablab</i>	9
Especie <i>Vigna unguiculata</i>	11
Salinidad	13
Efectos del cloruro de sodio (NaCl) en la germinación	14
Sequia	18
Resistencia a sequia a través de germinación de la semilla en polietilenglicol y otros medios	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
Localización del área experimental	24
Material genético	24
Tratamientos	24
Parámetros evaluados	25
Diseño experimental	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
Capacidad de germinación con polietilenglicol 8,000 (PEG 8,000)	32
Vigor con polietilenglicol 8,000 (PEG 8,000)	39
Capacidad de germinación con cloruro de sodio	48
Vigor con cloruro de sodio	54

V. CONCLUSIONES	62
VI. LITERATURA CITADA	64
VII. APÉNDICE	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
3.1	Tratamientos aplicados a dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009.	25
4.1	Cuadrados de medios y significancia del análisis de varianza en las variables de plántulas normales, anormales y semillas sin germinar con polietilenglicol 8,000 evaluados en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009	33
4.2	Cuadrados de medias y significancia del análisis de varianza en las variables de vigor IVE, LMR, LMH, LME Y PESOS SECO con polietilenglicol 8,000 evaluados en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009	39
4.3	Cuadrados de medias y significancia del análisis de varianza en las variables de plántulas normales, anormales y semillas sin germinar con NaCl, evaluados en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009	48
4.4	Cuadrados de medios y significancia del análisis de varianza en las pruebas de vigor con NaCl; evaluados en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
4.1	Respuesta de la capacidad de germinación (plántulas normales, anormales y semillas sin germinar) en la interacción de especie y presiones osmóticas en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009	35
4.2	Respuesta para variable Índice de velocidad de emergencia (IVE) en la interacción de especie y presión osmótica en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009	41
4.3	Respuesta para la variable (longitud media de radícula, longitud media de hipocotilo, longitud media de epicotilo) en la interacción de especie y presión osmótica en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009	43
4.4	Respuesta para la variable tasa de crecimiento de plántula (PS) en la interacción de especie y presión osmótica en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009	47
4.5	Respuesta de la capacidad de germinación (plántulas normales, anormales y semillas sin germinar) en la interacción de especie y concentración de NaCl en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009	50
4.6	Respuesta del vigor mediante el Índice de emergencia (IVE) en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes de Baja California Sur; 2009 en diferentes concentraciones de salinidad (NaCl) bajo condiciones de laboratorio	55
4.7	Respuesta para la variable Vigor (Longitud media de radícula, Longitud media de hipocotilo, Longitud de epicotilo) en la interacción de especies por concentración de NaCl en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009	56
4.8	Respuesta para la tasa de crecimiento de plántula (PS) en la interacción de especie y concentración de NaCl en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009	61

RESUMEN

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. Estos cambios climáticos, Algunos autores mencionan que se deben a dos causas esenciales naturales o antropogénicas trayendo como consecuencia la alteración de la composición de la atmósfera mundial suma la variabilidad natural del clima, una alternativa para atenuar dichos efectos es la selección de plantas tolerantes a estos cambios, aprovechando que existen cultivos que de forma natural han mostrado ser tolerantes como algunas gramíneas y leguminosas.

Se evaluaron en el presente trabajo dos especies de leguminosas *Vigna unguiculata* y *Dolichos lablab* de variedad negro y café bajo condiciones de laboratorio, determinando el fisiológico aplicando dos tratamientos: polietilenglicol 8,000 y cloruro de sodio como agentes indicadores de estrés hídrico y salino para el primero se utilizaron tres presiones osmóticas a -1, -1.5 y -5 bar; y para el segundo tres concentraciones de 100, 200 y 300 mM teniendo un testigo absoluto con agua para ambos tratamientos. Se establecieron tres repeticiones por tratamiento y concentración. Se evaluaron parámetros de capacidad de germinación considerando las variables: plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), semillas sin germinar (SSG) y vigor considerando las variables: índice de velocidad de emergencia (IVE), longitud media de radícula (LMR), longitud media de hipocotilo (LMH), longitud media de epicotilo (LME), y tasa de crecimiento de plántula (peso seco, PS); los resultados obtenidos se analizaron con un diseño completamente al azar con arreglos en parcelas divididas con tres repeticiones, considerando las

especies como parcela grande y las presiones osmóticas como parcela chica, se realizó adicionalmente la Prueba de Diferencia Mínima (DMS), a 0.05 de probabilidad.

Los resultados mostraron que la especie *Vigna unguiculata* fue tolerante a la sequía por obtener un menor efecto en la capacidad de germinación; en cuestión de presiones osmóticas la mejor fue -1 bar debido a que presentó mejores condiciones de germinación y desarrollo óptimo de la plántula. Las pruebas realizadas en el tratamiento de cloruro de sodio (NaCl) determinaron que la especie *Dolichos lablab* variedad café presentó tolerancia en condiciones salinas; en la concentración de NaCl a 100 mM brindó la mejores condiciones como medio salino y la especie más afectada en los dos tratamientos fue *Dolichos lablab* variedad negro en ambos tratamientos.

Palabras clave: Germinación, Vigor, Presión osmótica y concentración

INTRODUCCIÓN

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. Estos cambios climáticos, algunos autores mencionan que son debido a dos causas esenciales, una las naturales (Crowley y North, 1988); y otra las antropogénicas (Oreskes, 2004) (Charlson *et al.*, 1992). (Hansen *et al.*, 2007). En forma directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

El cambio climático y la agricultura son procesos relacionados entre sí, y tienen escala global. El cambio climático tendrá impactos significativos que afectarán a la agricultura, como: la temperatura, el dióxido de carbono, el aumento del deshielo, la precipitación y la interacción entre estos elementos. Estas condiciones determinan la capacidad de carga de la biosfera para producir suficiente alimento para todos los humanos y animales domesticados. El efecto a nivel general del cambio climático en la agricultura dependerá del balance de estos efectos. El estudio de estos fenómenos podría ayudar a prevenir y adaptar adecuadamente el sector agrícola para maximizar su productividad. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Hennessy *et al.*, (2007), (IPCC, 2007).

De alguna manera el cambio climático ha traído como consecuencia que se incrementen millones de hectáreas en el mundo afectadas por condiciones de suelo dadas por salinidad, la concentración de sales confiere al suelo propiedades muy particulares con efectos muy nocivos para los cultivos. Se distinguen dos situaciones, con morfologías, propiedades, génesis y usos de los suelos muy diferentes, según que el catión predominante en el complejo de cambio sea el Na^+ o el Ca^{++} . Si el catión predominante es el Ca^{++} , las sales solubles son muy abundantes en el suelo y su estructura tiende a ser estable, se les denomina suelos salinos (o suelos halomorfos).

Todos los suelos contienen sales solubles, algunas de las cuales son esenciales para el crecimiento de las plantas, pero si hay presencia excesiva de concentración de sales solubles en el suelo, esta limitación es mayor a medida que aumenta la concentración de sales hasta provocar la muerte de la planta (Zhu, 2001), efectos de la toxicidad de sales son disminución en la síntesis de proteínas, disminución en la conductancia estomática, síntesis de pared celular y expansión celular.

Otro factor que se ha venido presentando y que afecta la producción de los cultivos es la sequía, que no solo es frecuente en zonas áridas y semiáridas, como parte de Baja California Norte y Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, parte de San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, y Zacatecas; donde las precipitaciones no son suficientes para transportar las sales de la zona explorada por las raíces y no abastece las demandas hídricas de los cultivos, sino también en zonas donde no se presenta a menudo las sequías como Veracruz, Valle de México, Jalisco, parte de Yucatán y el Bajío.

Todos los años incrementa la improductividad de tierras debido a estos cambios. Existen varios tipos de sequía, la meteorológica, la hidrológica y la agrícola ésta última ocurre cuando no hay suficiente agua para que puedan crecer los cultivos. Las plantas continuamente se encuentran sometidas a situaciones ambientales cambiantes, lo que trae como consecuencia una serie de estímulos denominados estresores, que van a influenciar el desarrollo y crecimiento normal de las plantas.

Una opción a largo plazo es la selección de plantas tolerantes a este estrés, aprovechando que de forma natural existen cultivos tolerantes a la salinidad como las gramíneas y algunas leguminosas. Varios autores han conducido experimentos para evaluar la tolerancia a salinidad en la etapa de germinación de cultivos como: (Méndez, *et al.*, 1997), (Ajmal y Ungar, 1996) a diferentes concentraciones o incluso el uso de agua subterránea (Figueroa *et al.*, 2005), Alam *et al.* (2006), Rana y Richard (2003), para crear un potencial osmótico adverso para el desarrollo de las plántulas y seleccionar los genotipos que tienen mayor porcentaje de germinación. En sequía algunos autores han trabajado para obtener plantas tolerantes como: Lima (1978), Hernández y Rodríguez (1989), Rivera (1988), Álvarez (1991), Parera y Cantliffe (1994), Tetepa *et al.*, (1997), Mooler y Smith (1998), Caseiro *et al.*, (2004), Mora y Hernández, (2006), Marín y Hernández (2007) entre otros.

Por lo anterior es necesario encontrar especies con respuesta positiva a la salinidad y sequía pues el clima ha cambiado constantemente y la agricultura depende de él, tal parece que es difícil impedir estos cambios por lo cual se ha trabajado con dos especies de leguminosas para observar su tolerancia ante estos dos factores ya que sería una gran alternativa para zonas de escasa precipitación y suelos con gran presencia de sales y pobres en nutrientes.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el efecto fisiológico del polietilenglicol y cloruro de sodio como agentes de estrés hídrico y salino en dos especies de leguminosas *Vigna unguiculata* y *Dolichos lablab* variedad negro y café bajo condiciones de laboratorio.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto fisiológico de diferentes concentraciones de estrés hídrico con PEG 8000 mediante pruebas de germinación y vigor en dos especies de leguminosas *Vigna unguiculata* y *Dolichos lablab* variedad negro y café en condiciones de laboratorio.
- Evaluar el efecto fisiológico de diferentes concentraciones de estrés salino con NaCl mediante pruebas de germinación y vigor en dos especies de leguminosas *Vigna unguiculata* y *Dolichos lablab* variedad negro y café en condiciones de laboratorio.

Hipótesis

- Al menos una de las especies de leguminosas *Vigna unguiculata* y *Dolichos lablab* variedad negro y café estudiadas obtendrá la mejor respuesta en la germinación y el vigor de la semilla en alguna concentración de estrés hídrico con PEG 8000 bajo condiciones de laboratorio.
- Al menos una de las especies de leguminosas *Vigna unguiculata* y *Dolichos lablab* variedad negro y café estudiadas obtendrá la mejor respuesta en la germinación y el vigor de la semilla en alguna concentración de estrés salino con NaCl bajo condiciones de laboratorio.

REVISIÓN DE LITERATURA.

Potencialidad de la utilización de las leguminosas

Una vez que las leguminosas se conocieron sus principales bondades como alimento, medicina y ornamento, y sus posibilidades de uso como forrajes, forestales, abonos verdes, cultivos de cobertura entre otros, se han realizado diversos estudios en el mundo con vistas a explotar en un futuro todas sus potencialidades.

La familia de las leguminosas es una de las familias botánicas más importantes desde el punto de vista económico, no solo 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.

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 (Álvarez, 1997).

En general las leguminosas tropicales crecen bajo precipitaciones promedio, entre los 500 y 1 300 mm anuales (Pérez y Álvarez, 1997) y reaccionan negativamente al exceso de humedad en el suelo y a la proximidad del nivel freático; prefieren los terrenos bien drenados, aunque existen especies tolerantes al mal drenaje como *Sesbania spp.*, *Aeschynomene spp.*, *Fuerana phaseoloides* y algunas variedades de *Canavalia* y *Vigna unguiculata*.

Muchas leguminosas son relativamente resistentes a períodos prolongados de sequía, debido a las características de su sistema radical que les permite extraer humedad de las capas más profundas del suelo. Entre las especies más resistentes se encuentran: *Cajanus cajan*, *Phaseolus acutifolius*, *Vigna unguiculata*, *Canavalia ensiformis*, *Clitoria ternatea*, *Macroptilium atropurpureum*, *Lablab purpureus* y *Stylobium deeringianum*.

Otra de las principales bondades de las especies de esta Familia lo constituye su capacidad eficiente de fijación del nitrógeno atmosférico al suelo, que ayuda al mejoramiento de éste. Las plantas no pueden crecer sin nitrógeno, que es el factor limitante entre los nutrientes necesarios para el crecimiento vegetal. Aun cuando este elemento abunda en la atmósfera y representa el 78 % del aire atmosférico, las plantas por si solas no pueden absorber el nitrógeno molecular del aire. La única vía racional para introducir el nitrógeno molecular al suelo y que esté disponible para las plantas, es la fijación biológica del nitrógeno a través de la asociación simbiótica de las leguminosas con las bacterias del género *Rhizobium* y algunos otros microorganismos, los cuales son capaces de infectar las raíces de la planta, crear nódulos y a partir de ellos fijar el nitrógeno atmosférico al suelo en forma asimilable por las plantas, (Binder, 1997).

El interés en la fijación biológica del nitrógeno mediante las leguminosas se había perdido debido al uso de los fertilizantes químicos; aun cuando estos pueden

destruir la estructura y la vida del suelo y ocasionar su degradación, se empleaban para garantizar altos rendimientos en poco tiempo. Actualmente, dado el alto costo de los fertilizantes y tomando como premisa fundamental la conservación del medio ambiente, las leguminosas están ganando importancia, al reemplazar en parte la fertilización química por la fertilización orgánica, debido a su potencial como fuente económica y ecológica de producción de nitrógeno con el aprovechamiento de la energía solar. Las leguminosas como abono verde, cultivo de cobertura y árboles de sombra desempeñan un papel primordial en la protección y el mejoramiento del suelo, aumentando su contenido de materia orgánica y nitrógeno, ya que son capaces de fijar hasta 500 Kg de N/ha al suelo mejorando sus condiciones.

Actualmente muchas de las investigaciones sobre pastos y forrajes se dirigen hacia el uso de alternativas que suplan, en gran medida, la falta de proteína natural (aspecto limitante en la producción ganadera), la escasa fertilización nitrogenada y una estación seca relativamente larga que retrasa el crecimiento de los pastos, (Álvarez, 1997). Un papel fundamental lo tienen las leguminosas forrajeras (*Fabaceae*) por su alto contenido proteico, las cuales pueden llegar a sustituir hasta el 50 % del concentrado que se utiliza para alimentar el ganado. Es posible usarlas eficientemente, como fuente de forrajes y granos de alto contenido de proteínas importantes para la alimentación animal (22-30 %), lo cual disminuye la cantidad de concentrados, y mejora la producción de leche, además de constituir un considerable ahorro de fertilizantes.

Especie *Dolichos lablab*

Comúnmente llamado "frijol dólico", "caballero" en Nicaragua, o "garbanzo" en algunas regiones de Honduras.

Ventajas

- Aporta considerables cantidades de forraje de buena calidad para la alimentación del ganado durante la época seca.
- 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.
- Tiene un alto contenido de proteína en el follaje verde (14.2%).
- Se asocia con el cultivo de maíz, se siembra unos 40 días después de haber sembrado el maíz, aunque en zonas donde la cosecha del maíz es tardía (diciembre-enero)
- Posee disponibilidad de forraje de cada ganadero para la época de verano, así, aquellos con más necesidad de forraje van a realizar siembras tempranas del Dolichos. A partir de noviembre ocurre la cosecha del maíz, y desde esa fecha ya algunos ganaderos permiten a sus animales pastorear en los lotes.
- Produce abundante nodulación. Su efecto como mejorador del suelo ha sido comprobado en numerosos experimentos.
- No es sensible a la luz.
- Empieza a florecer 75-90 días después de ser sembrado.

Desventajas

- 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.
- 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.

Aspectos dignos de ser fomentados en el futuro

En vista de que hasta el momento no se ha utilizado todo el potencial de esta leguminosa en 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 se hace esto, solo deben cortarse las partes superiores del follaje y obtener nuevos brotes. 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 dé en el campo, pero aún sin riego, el *lablab* continuará creciendo bien durante la mayor parte de la estación seca.

Especie *Vigna unguiculata*.

Llamada también caupí o chícharo salvaje, son semillas comestibles de la familia *Fabaceae*. Es una planta anual originaria de la India que se cultiva en gran parte de Asia y América en sus diferentes variedades.

Esta variedad de judía es más pequeña que la normal, apenas llegando al centímetro. Su color es blanco o blanco amarillento y tiene una careta o mancha negra en su lateral.

Descripción

Es una planta herbácea o semiarbustiva, anual, trepadora, cuyo fruto una legumbre se emplea como alimento en regiones tropicales del Viejo y Nuevo Mundo; se cultiva además como forraje. Es un cultivo alimentario sumamente importante en los trópicos asiáticos y africanos, gracias a que tolera bien la sequía y el calor, a diferencia de otras leguminosas. Existen numerosas variedades cultivadas de muy diverso fotoperiodo, pero todas requieren una temporada cálida para la germinación y buen drenaje, pero toleran suelos pobres en nutrientes y elevadas condiciones de acidez, así como regímenes de lluvias inferiores a los 300 mm anuales. Resistente a la sombra, se planta en parcelas compartidas con gramíneas, como el maíz (*Zea mays*) o el sorgo (*Sorghum vulgare*), u otros cultivos como el algodón (*Gossypium* spp.) y la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Como cultivo de rotación tiene la ventaja de ayudar a fijar el nitrógeno al suelo, mejorando su rendimiento.

Ventajas

- Son de mucha importancia en la canasta básica familiar por su alto contenido de proteínas, carbohidratos y minerales.
- Mejora los suelos incorporando el nitrógeno atmosférico fijado por simbiosis con bacterias del genero *Rhizobium*.
- Sus granos contienen proteínas (22% - 28%), vitaminas, minerales y fibras solubles (pectinas); los cuales poseen efectos en la prevención de enfermedades del corazón, obesidad y tubo digestivo. Es por ello que importantes instituciones médicas a nivel mundial vienen promoviendo su consumo convirtiéndolo en un producto comercialmente atractivo.
- La amplia adaptabilidad de algunas variedades facilitan la producción durante todo el año con lo cual es posible aprovechar las ventanas comerciales de mejores precios.

Salinidad

El origen común de las especies vegetales a partir de ancestrales que habitaron el medio marino, sugiere la posibilidad de obtener plantas más tolerantes a la salinidad mediante el cultivo reiterado en estas condiciones, dada la posibilidad de existencia de genes de tolerancia en todas las plantas (Zhu, 2001). Los trabajos de mejora genética por los métodos convencionales, poco aplicables al género *Stylosanthes* (el cual agrupa la tercera parte de las leguminosas destinadas a la ganadería), conllevan la utilización combinada de métodos biotecnológicos y selectivos Vieira, *et al.*, (1996). Este género es reconocido como un modelo de regeneración in vitro, con diferencias en la respuesta a las condiciones de cultivo a nivel de especies.

La tolerancia a las sales es un carácter poligénico, heredable, que involucra respuestas al estrés iónico y osmótico a nivel celular (Yeo, 1998; Saleki, *et al.*, 1993; Foolad y Jones, 1992; 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% de tierras agrícolas y el 50% 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).

Efectos de cloruro de sodio (NaCl) en la germinación

La temperatura es un factor que influye en la respuesta a la salinidad Ajmal y Ungar (1996), realizaron un experimento con *Haloxylon recurvum* para determinar el efecto de la salinidad y la temperatura sobre la germinación de las semillas. Los resultados indican que la germinación de *H. recurvum* disminuyó con el incremento en la salinidad y fue sustancialmente inhibido en 500mM. Sin embargo, el porcentaje más alto de germinación se obtuvo con agua destilada, y los termoperiodos fríos (10-20°C) promovieron la germinación mientras que las altas temperaturas (25-35°C) la inhibieron significativamente en todas las concentraciones de NaCl probadas (100, 200, 300, 400 y 500 mM).

Por su parte Méndez, *et al.* (1997) evaluaron el efecto de cinco potenciales osmóticos creados con Na_2SO_4 sobre la capacidad de germinación de las semillas y posterior crecimiento de las plántulas de tres híbridos de maíz. Usaron los híbridos comerciales de maíz Cargill 633, Himeca 2003 y Pioneer 3031. Los potenciales osmóticos de 0, -3, -6, -9 y -12 bares se obtuvieron agregando 0,00; 21,54; 43,02; 64,56 y 86,10 g de Na_2SO_4 , respectivamente, en un litro de agua. Estos autores encontraron que para el porcentaje de germinación, altura de plántula, peso seco del vástago y peso seco de la radícula, la relación altura de plántula/longitud de radícula y la relación peso de vástago/peso de radícula, la interacción fue no significativa, mientras que para el número de hojas/plántula y longitud de la radícula la interacción cultivares x potenciales osmóticos fue significativa. El porcentaje de germinación se incrementó 9,45 % a -3 bares, para luego disminuir con incrementos del potencial, la germinación se redujo 83,72 y 73,28 % a -9 y -12 bares, respectivamente.

En frijol, Jeannette y colaboradores (2002) evaluaron la tolerancia a la salinidad durante la germinación y desarrollo de plántulas de 24 materiales de frijol de cuatro especies silvestres (*P. angustissimus* A. Gray, *P. filiformis* Benth, *P. leptostachyus* Benth, y *P. microcarpus* Mart.) y cuatro materiales de frijol común con concentraciones de 0, 60, 120 y 180 mM de NaCl. Los resultados mostraron que la biomasa de la radícula y el hipocotilo decrecieron con el incremento en la salinidad. Algunos materiales silvestres germinaron más rápido en condiciones de salinidad.

Rana y Richard (2003), aplicaron solución 150mM de NaCl en trigo tetraploide, donde se definió como tolerancia a salinidad a las diferencias fenotípicas en producción de biomasa en condiciones de salinidad y no salinidad durante periodos prolongados de 3 a 4 semanas. En su experimento corto en una semana se midió la biomasa o la elongación de las hojas. Se encontró que grandes decrementos en la tasa de crecimiento fueron debidos al efecto osmótico de la sal pero con pocas

diferencias genotípicas, aunque hubo diferencias genotípicas en los experimentos largos.

En cebada, Jaradat *et al.*, (2004) realizaron un experimento con 2308 genotipos, en la parte de laboratorio sometieron a la semilla a 0 y 20 d S m⁻¹ con NaCl durante 10 días, encontraron que el porcentaje de germinación final a 20 dS m⁻¹ tuvo una correlación negativamente significativa. Y en promedio el peso seco de plántula y el número de raíces por plántula se redujo drásticamente en respuesta al estrés por salinidad.

Para el caso de variedades de alfalfa Figueroa *et al.*, (2005) en el INIFAP, desarrollaron una Metodología para evaluar la tolerancia a salinidad de cultivos en etapas tempranas de desarrollo. Se evaluó el comportamiento de 10 variedades de alfalfa en condiciones de salinidad en las etapas de germinación y plántula. Los tratamientos se formularon con agua subterránea para uso agrícola con una conductividad eléctrica (CE) de 10.1 dS m⁻¹, diluida con agua para uso doméstico (CE = 0.9 dS m⁻¹). La germinación se evaluó en cajas petri y la etapa de plántula en envases de un litro con perlita como sustrato y solución nutritiva. La germinación fue altamente afectada en la mayoría de las variedades. La variable materia seca en parte aérea tuvo una relación lineal con la salinidad, excepto en una variedad.

En etapas específicas, Ashraf y Foolad, (2005) mencionan que la germinación rápida de la semilla y el establecimiento son factores críticos para la producción bajo condiciones de estrés de sal. En muchas especies, la germinación de la semilla y el crecimiento temprano de la plántula son las etapas más sensitivas para el estrés por salinidad. La salinidad puede retardar el comienzo, puede reducir la tasa, y puede aumentar la dispersión de eventos, conduciendo a las reducciones en el crecimiento de la planta y el rendimiento final del cultivo.

En arroz, Alam *et al.*, (2006) evaluaron la respuesta de germinación y crecimiento temprano de la plántula para niveles de salinidad (0, 50, 100, 150, 200 y 250 mM NaCl) en lotes individuales de semilla de diez genotipos modernos. Semillas de arroz nuevo y deteriorado fueron germinadas en toallas enrolladas de papel y en cajas petri. Se evaluó la calidad inicial de la semilla, la germinación final, la tasa de germinación y el crecimiento de plántula. Las pruebas de los genotipos de arroz difirieron en la calidad inicial de la semilla (medidas en términos de Ki). El efecto de deterioro varió dependiendo de la calidad inicial de la semilla y la severidad del tratamiento impuesto.

El envejecimiento (usando la técnica de deterioro controlado, (DC)) por 24 h no tuvo efecto en niveles finales de germinación. Aunque el DC por 30 h únicamente redujo ligeramente la germinación final, el envejecimiento durante 36 o 48 h la redujo grandemente. El deterioro controlado por 36 h o más redujo la relación de la extensión de la plúmula y radícula. Combinando la información acerca de la germinación en la solución de sal con la calidad de la semilla posibilitó una distinción hecha entre variedades que se comportaron pobremente porque fueron genéticamente susceptibles a la sal de esas que germinaron pobremente debido a la escasa calidad de la semilla. Se argumenta que el vigor de la semilla de los lotes usados en la evaluación de genotipos debería ser evaluado para evitar descartar genotipos potencialmente útiles debido a la pobre calidad fisiológica de la semilla.

Sequía

La semilla con óptima calidad debe germinar rápida y uniformemente bajo diferentes condiciones ambientales; de no ser así, se deben utilizar técnicas que mejoren tales características, como es el acondicionamiento osmótico, que consiste en someter la semilla a un proceso de hidratación controlada en una solución osmótica para activar su metabolismo, sin que ocurra la protusión de la radícula (Parera y Cantliffe, 1994; Mora *et al.*, 2004).

Los cultivos con frecuencia están expuestos al estrés por sequía. La incidencia de factores adversos se ha incrementado debido en parte al cambio climático, al desplazamiento de los cultivos hacia ambientes desfavorables con bajo potencial productivo, a la introducción de otros cultivos más rentables y a la disminución de la fertilidad del suelo, entre otras causas (Banziger *et al.*, 2000). El mejoramiento genético convencional, algunas veces asistido por marcadores moleculares, ha sido importante en la generación de variedades más capaces para abastecer las necesidades humanas. Una parte importante de la ganancia genética en el rendimiento se atribuye a una mayor tolerancia al estrés (Campos *et al.*, 2004); sin embargo, llevar a cabo este mejoramiento presenta como mayor inconveniente la larga duración de los numerosos ciclos de selección. Además, cuando es necesario examinar los cultivares por su tolerancia a sequía, en campo se presentan dificultades como condiciones climáticas incontroladas, insuficiente homogeneidad del suelo, requerimiento de mayores cantidades de material vegetal, tiempo y dinero.

Resistencia a sequía

Rodríguez et al. (1989) menciona que la resistencia en un sentido agrícola, se refiere a la capacidad de una planta cultivada para rendir su producto económico con agua disponible limitada. En un contexto evolutivo, sin embargo, resistencia a sequía normalmente sería la capacidad de una planta ó una especie para sobrevivir y eventualmente reproducirse bajo humedad limitada.

Núñez (1984) menciona estos tres tipos de mecanismos pero denominándolos como escape, evitación y tolerancia respectivamente, donde el escape consiste en que las plantas completan su ciclo rápidamente, evitación, aquí las plantas intentan retener un nivel normal de agua en los tejidos durante condiciones de sequía y tolerancia, es cuando la planta altera sus tejidos de tal manera que resisten un alto grado de deshidratación.

En términos generales el mecanismo escape a la sequía puede ser considerado como efecto ecológico de la planta, mientras que la tolerancia y evasión son respuestas fisiológicas y protoplásmicas de ésta. De acuerdo con lo anterior mencionado por Morgan (1980) y otros autores, el ajuste osmótico es el proceso fisiológico más importante de la adaptación de las plantas en condiciones de sequía.

Efectos de la sequía sobre las características morfológicas de la planta

Bajo condiciones de campo, muchos cultivos experimentan efectos negativos durante alguna etapa del ciclo de su vida debido a la sequía, si esta situación se repite constantemente se contaría con la adaptación de las plantas a sequía, un componente importante en el mejoramiento de los programas de investigación

agrícola. Adaptación de las plantas es definida de diferentes formas dependiendo del tipo de planta, ambiente y el uso que tendría dicha especie.

Akers y Kevin (1986) mencionan que una semilla no germina debido a que los potenciales hídricos de la semilla y la de la solución sometida se equilibran; por lo que, al dejar de penetrar el agua en interior de la semilla, se detienen los procesos metabólicos que completan la germinación y ésta no ocurre.

Resistencia a sequía a través de germinación de semilla en Polietilenglicol y otros medios.

Lima (1978) estudió la respuesta a sequía en frijol, utilizando para ello 3 métodos para medir resistencia; 1) variación del potencial mátrico de humedad del suelo, 2) germinación de semillas y crecimiento de plántulas en soluciones de manitol a diferentes presiones osmóticas; 3) prueba de índice de estabilidad de clorofila, indicando que el manitol dio el mejor resultado para los estudios a resistencia a sequía. Observó disminuciones en 1% de germinación de las variedades Carioca, P-748-7, P-750-A cuando fueron sometidos a tensiones osmóticas de 3 atmósferas pero la variedad P-749-A no se afectó por tensión de humedad del suelo, aún cuando se sometió a 5 atmósferas en ambos métodos.

Al someter semillas de frijol a condiciones crecientes de presión osmótica de 3.5, 7.2, 11.0, y 16.5 atmósferas durante la germinación mediante el uso de polietilenglicol – 600 mantuvo un efecto muy grande disminuyendo la germinación total, el crecimiento de raíces y crecimiento de la plántula aún en 3.5 atmosferas; sugieren que existe gran susceptibilidad del frijol para germinar bajo condiciones limitadas de agua.

Hernández y Rodríguez (1989) sometieron semillas de las variedades de frijol Carioca, Rosinha G-2 y Bico-de-ouro a condiciones crecientes de presión osmótica durante la germinación, mediante el uso de soluciones de polietilenglicol-600. El estrés de agua tuvo un efecto muy fuerte, disminuyendo la germinación total, el crecimiento de raíces y el desarrollo temprano de plántulas; esto sugiere que existe una gran susceptibilidad del frijol para germinar bajo condiciones de limitación de agua.

Rivera (1988) evaluó materiales en el laboratorio usando dos soluciones inductoras de presión osmóticas las cuales fueron polietilenglicol y manitol, utilizando para polietilenglicol presiones de 0 y -2 Mpa en soluciones líquidas donde se pusieron a germinar las semillas, para manitol manejó presiones osmóticas de -.35 v -1 Mpa utilizando soluciones sólidas como medio de cultivo (M.S.). Como material de siembra utilizó embriones de semillas de materiales evaluados, como conclusión menciona que las dos metodologías de laboratorio evaluadas, la germinación de embriones de semillas de maíz en manitol y medio nutritivo, es la que ofrece perspectivas más prometedoras en virtud de que permiten evaluar parámetros de plántula tales como longitud de tallo y radícula, así como de materia seca de tallo y de radícula, porcentaje y velocidad de germinación.

Álvarez (1991), en su trabajo de investigación usó tres reactivos como inductores de sequía los cuales son sacarosa, polietilenglicol y manitol. El objetivo era evaluarlos para determinar cuál es el mejor y cual funciona bajo la técnica "in vitro", usando como medio de cultivo el de Murashige y Skoog. Al finalizar con su trabajo preliminar concluye lo siguiente: la sacarosa obtuvo datos variados de repeticiones de cada material debido a la metabolización que sufrió la sacarosa por parte de la planta, por lo que descarta su uso. Para polietilenglicol determinó que es factible su uso en soluciones acuosas utilizando semillas completas como material

vegetativo, no así para ser usado en medio sólido debido a que este reactivo no permite su solidificación; con respecto al manitol determinó que es un reactivo útil para ser usado en la selección de materiales tolerantes a sequía; ya que permite que solidifique el medio de cultivo, no es absorbido por la planta y mucho menos metabolizado por la misma.

El polietilenglicol (PM 8000) se ha utilizado con resultados favorables en *Physalis ixocarpa* Brot. (Cavallero et al., 1994; Ozbigoł, 1998), *Daucus carota* L. (Yanmaz, 1994), y *Lactuca sativa* L. (Tarquis y Bradford, 1992). Y resultados negativos en *Apium graveolens* L., *Allium porrum* L. *Allium cepa* L. (Brocklehurst et al., 1987).

Parera y Cantliffe (1994), determinaron que los potenciales osmóticos deben ser bajos que permitan obtener una germinación más rápida.

Tetepa et al., (1997) obtuvo resultados positivos con potenciales osmóticos más altos (0 y -5 atm); además observó un incremento en el peso seco después de tratar las semillas en PEG 200 a -5 atm.

Mooler y Smith (1998) reportan que el período de los potenciales osmóticos deben ser cortos, con períodos prolongados existe el riesgo que los iones de los agentes osmóticos penetren en la semilla y dañen el embrión.

Caseiro et al., (2004) compararon formas para la prueba de germinación en cebolla, y se empleó las siguientes presiones de PEG 8000 a -0.5 y -1.0 Mpa, y un testigo con agua, encontró que el alto porcentaje y velocidad de germinación se logró con el testigo con agua, mientras que con el polietilenglicol (PEG 8000) se redujo el porcentaje de germinación.

Mora y Hernández, (2006) determinaron con Polietilenglicol 6000 el efecto en la calidad fisiológica de Brócoli (*Brassica oleracea L. var italica* Plenck); con potencial osmótico de 0, -5, -10, -15 y -20 atmosferas, concluyendo que el Polietilenglicol 6000 no afectó significativamente la calidad fisiológica de la semilla, pero de acuerdo con las tendencias observadas, el testigo con agua bidestilada (0 atm) fue la mejor opción para mejorar la expresión de la calidad fisiológica, aumentando la germinación y la velocidad de emergencia, mejorando la expresión de vigor y generando menor número de semillas muertas.

Marín y Hernández (2007), trabajaron con semillas de cebolla y evaluaron: porcentaje de germinación (plántulas normales), porcentaje de semillas muertas, peso seco de plántulas, porcentaje de plántulas anormales y tiempo para alcanzar el 50% de germinación (G50). Utilizaron reactivos de Nitrato de potasio (KNO_3), cloruro de potasio (KCl) y polietilenglicol (PEG 8000), con cuatro potenciales osmóticos (-5, -10, -15, -20 atm), y un testigo absoluto. Concluyen que el polietilenglicol 8000 a -5 atm, mantuvo ventajas superiores al testigo en el porcentaje de germinación, peso seco y vigor de plántula, lo que coincide con Parera y Cantlife (1994).

MATERIALES Y METODOS

Localización del área experimental

El trabajo fue realizado en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas que pertenece a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual se localiza al sur de Saltillo, Coahuila, México, cuyas coordenadas geográficas son: 25° 22" latitud Norte y 101° 00" lon

gitud Oeste, con una altura de 1742 msnm.

Material genético

Se evaluaron 2 especies de leguminosas *Dolichos lablab* variedad negro y café y *Vigna unguiculata* producidas en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en La Paz Baja, California Sur KM 5.5, Apartado Postal 19-B, C.P. 23080, Enero-Junio de 2009.

Tratamientos

Se estudiaron ocho tratamientos en las especies utilizando polietilenglicol (PEG) PM 8,000 en diferentes presiones osmóticas y Cloruro de sodio (NaCl) en diferentes concentraciones; donde en PEG se evaluaron tres presiones hídricas -5, -1.5 y -1 Bar; en NaCl fueron tres concentraciones 100, 200 y 300 mM y un testigo

absoluto con agua (destilada). En cada tratamiento y especie se evaluaron tres repeticiones.

Cuadro 3.1 Tratamientos aplicados a dos especies de leguminosas forrajeras producidas en Baja California Sur; 2009.

No. Tratamiento	Tratamiento	Preparación
1	PEG -5 Bar	8.0 g / 40 mL agua destilada
2	PEG -1.5 Bar	4.0 g / 40 mL agua destilada
3	PEG -1 Bar	3.2 g / 40 mL agua destilada
4	NaCl 100 Mm	0.48 g / 40 mL agua destilada
5	NaCl 200 Mm	0.32 g / 40 mL agua destilada
6	NaCl 300 Mm	0.16 g / 40 mL agua destilada
7	Testigo absoluto con agua	0

PEG= Polietilenglicol; NaCl= Cloruro de sodio; mM= Mili molar.

Parámetros evaluados

En el presente trabajo fueron evaluados los materiales genéticos con la aplicación de tratamientos mediante pruebas de calidad fisiológicas dadas por la capacidad de germinación (GER) y el vigor determinado por un primer conteo (PC), el índice de velocidad de emergencia (IVE), longitud media de hipocotilo (LMH), longitud media de epicotilo (LME), longitud media de radícula (LMR) y tasa de crecimiento de plántula (Peso seco- PS).

Capacidad de germinación (GER)

La prueba de germinación se determinó mediante las reglas internacionales de la ISTA (2004).

Sobre un papel Anchor de 19 cm de ancho por 26 cm de largo previamente humedecido con el tratamiento correspondiente se sembraron 14 semillas por cada repetición, tratamiento y especie sobre dos líneas paralelas en la parte central de la hoja con 7 semillas en cada línea, cubriendo con otra hoja húmeda y enrollando ambas a formar un “taco” por repetición; una vez realizados los tacos fueron colocados en bolsas de plástico de 1 Kg, y llevados a una cámara germinadora Biotronette mark con temperaturas de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, con 8 horas luz y 16 horas oscuridad durante 13 días evaluando plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG) en un conteo final.

Plantas normales

Se consideran aquellas que poseen sus estructuras esenciales para producir en suelo de buena calidad preparado en el laboratorio, estas plántulas bajo condiciones de agua, luz y temperatura, con las siguientes estructuras esenciales:

- Sistema radicular bien desarrollado, incluyendo raíz primaria, excepto para aquellas plantas, por ejemplo gramíneas, que presentan raíces seminales, de las cuales deben estar presentes cuando menos dos de ellas.
- Hipocotilo bien desarrollado e intacto y un epicotilo sin daño en el tejido conductor y en las dicotiledóneas una plúmula normal.

- Plúmula intacta en las gramíneas, que deben presentar una hoja verde bien desarrollada dentro o emergiendo del coleoptilo.
- Un cotiledón en monocotiledóneas y dos cotiledones en dicotiledóneas.
- 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, coleoptilo rígido y bien desarrollado.
- Aquellas que presenten ligeros defectos en las estructuras anteriores o cierto retardo, sin que esto limite su crecimiento y desarrollo y revelen un desarrollo vigoroso balanceado.
- Aquellas que estén invadidas o dañadas por hongos y bacterias siempre y cuando sea evidente que la fuente de infección no es la semilla, y presenten las estructuras esenciales.

Plantas anormales

Las que no pueden clasificarse como normales por tener alguna deficiencia y desarrollo de sus estructuras esenciales, lo que les impide su desarrollo normal cuando crece en suelo preparado y en condiciones favorables de agua, luz y temperatura; que pueden presentar una combinación de sus defectos en sus estructuras esenciales que limitan la continuación de su crecimiento y desarrollo estos defectos son bien marcados y varían según las especies.

- Plántulas dañadas, sin cotiledones con fisuras y lesiones que dañen el tejido conductor del hipocotilo, 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 coleoptilos 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.

Semillas sin germinar

- Semillas duras. Son aquellas que permanecen duras al final de la prueba de germinación, ya que no absorben porque tienen cubierta impermeable.
- Semillas latentes. Se denomina así las semillas viables (diferentes de las semillas duras) que no germinan aún cuando estén bajo las condiciones que se especifican para dicha especie.
- 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.

Vigor

Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Se sembró de igual forma que la prueba de capacidad de germinación utilizando los mismos requisitos de la prueba, entre papel Anchor humedecido con cada tratamiento; realizando tres repeticiones con 14 semillas cada uno por tratamiento y especie; evaluando todos los días el número de plántulas emergidas

por día a completar los días totales en la prueba de germinación (13 días). Para la determinación del IVE se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{IVE} = \frac{\text{Numero de plantulas normales}}{\text{Dias al primer conteo}} + \dots + \frac{\text{Numero de plantulas normales}}{\text{Dias al conteo final}}$$

Longitud media de radícula (LMR)

Una vez terminada la prueba de germinación de las especies a los 13 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 hipocotilo registrando su medición en cm.

Longitud media de hipocotilo (LMH)

Para la determinación de la longitud media de hipocotilo de las plántulas normales se utilizó una regla milimétrica de 30 cm colocando sobre la regla de la punta del hipocotilo hasta llegar a los cotiledones registrando su medición en cm.

Longitud media de epicotilo (LME)

Se realizó la medición del epicotilo que debe tener como mínimo una medición de 2 cm de longitud tomándola como una plántula normal. Colocamos la plántula sobre una regla de 30 cm y tomamos la punta del epicotilo hasta llegar a la parte superior de la plántula, registrando su medición en cm.

Tasa de crecimiento de plántula (Peso seco-PS)

Se partió de las mismas plántulas normales resultantes de cada repetición por tratamiento y especie una vez evaluadas, se descartaron los restos de cotiledones y fueron colocadas las plántulas por repetición en una bolsa o sobre de papel manila y fueron llevadas a una estufa Felisa a una temperatura de $74 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 horas. Transcurridas las 24 horas se enfriaron en un desecador con silica gel por 15 minutos y posteriormente se pesaron las muestras en una balanza Adventurer-pro con 0.001 g de precisión, obteniendo el peso de las plántulas en gramos. La tasa de crecimiento de plántula se calculó en base al peso seco de las plántulas en mg dividido entre el número de plántulas normales en cada repetición.

Diseño Experimental

En este trabajo se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones, considerando las especies como parcela grande y las presiones osmóticas como parcela chica.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) en parcelas divididas con arreglo completamente al azar, bajo el modelo siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + P_j + EP_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable observada

μ =Efecto de la media general del experimento

E_i = Efecto de la i-ésima especie

P_j = Efecto de la j-ésima presión osmótica

EP = Efecto de la interacción de la i-ésima especie con la -ésima presión osmótica

E_{ijk} = Error experimental.

Se realizó adicionalmente la Prueba de Diferencia Mínima (DMS), a 0.05 de probabilidad para la comparación de medias de cada factor.

$$DMS = (t_{\alpha, gl}) \frac{\sqrt{2CMEE}}{r} \times 100$$

t_{α} = valor de tablas a nivel

gl = grados de libertad

$CMEE$ = Cuadrados medios del error experimental

r = repeticiones

$$C.V = \frac{\sqrt{CMEE}}{\text{media}} \times 100$$

100 = constante para reportar el dato en el porcentaje

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capacidad de germinación en Polietilenglicol 8,000 (PEG 8,000)

Plántulas normales (PN)

El análisis de varianza para el parámetro plántulas normales (Cuadro 4.1), muestra una diferencia altamente significativa entre las especies estudiadas y las presiones osmóticas de polietilenglicol aplicadas; así como en su interacción especies por presiones encontrando una diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 27.46 %.

En la prueba de germinación, se observó que las especies no tuvieron una respuesta homogénea, ya que *Dolichos lablab* variedad negro siempre mostró un crecimiento inferior a *Dolichos lablab* variedad café y la *Vigna unguiculata*; estos resultados fueron corroborados en una prueba de comparación de medias encontrando que estas dos especies formaron el primer grupo estadístico, donde *Vigna unguiculata* obtuvo numéricamente el mayor valor en plántulas normales con 78.1% y *Dolichos lablab* variedad café un 71.6 %; y el segundo grupo y último a *Dolichos lablab* variedad negro con un 35.3% (Figura A1).

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia del Análisis de varianza para la prueba de capacidad de germinación con polietilenglicol 8,000 evaluadas en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009.

FV	GL	PN	PA	SSG
Esp	2	6394.11**	380.38NS	8739.33**
Presiones	3	4061.44**	4118.01**	608.94*
EspxPresiones	6	789.74*	254.70NS	586.44*
Error	24	286.39	269.24	76.45
C.V		27.46	73.84	53.11

**= altamente significativo; *= significativo; NS= no significativo; PN= Planta normal; PA= Planta anormal; SSG= Semilla sin germinar; C.V= Porcentaje de Coeficiente de variación.

Respecto a las variedades de *Dolichos lablab* con PEG 8,000, no tuvieron la respuesta esperada, posiblemente se debió a que *Dolichos lablab* variedad negro no contaba con una buena calidad fisiológica inicial, lo que contrasta con Parera y Cantliffe, 1994; Mora *et al.*, (2004), quienes mencionan que una semilla con óptima calidad debe germinar rápida y uniformemente bajo diferentes condiciones ambientales, por tal razón fue difícil observar las diferentes respuestas a las presiones osmóticas estudiadas, sin embargo se logró obtener información .

Esta diferencia entre las respuestas en la aplicación de PEG también se debió tal vez a la misma constitución bioquímica de la semilla, en el caso de *Vigna* se tuvieron valores más altos que en la especie *Dolichos lablab*, sin embargo en las tres especies en respuesta a las diferentes presiones se logró ver su influencia en la germinación coincidiendo con Lima (1978) y Rivera (1988) quienes mencionan que con el uso de PEG, disminuye la germinación total, en cambio con el uso de manitol disminuye solo el 1% de ella. Este resultado de las diferentes presiones osmóticas mostraron una disminución en el número de plántulas normales por lo cual se

menciona que afecta negativamente a la germinación, sin embargo no en todas las presiones como se refleja en la prueba de comparación de medias donde el testigo absoluto y las presiones -1.5 y -1 bar que formaron el primer grupo estadístico dado en la Figura A2, sobresaliendo numéricamente el testigo con 77.11%, seguido de -1.5 bar con 70% de plántulas normales, y por último la presión -1 bar con 69.22%.

Un siguiente grupo estadístico, lo formó la presión -5 bar mostrando un efecto en la germinación con 30.22% (Figura A.2), el cual nos puede servir como un indicador de tolerancia a sequía entre las especies como menciona Álvarez (1991), que recomienda a PEG y Manitol como indicadoras de sequía; para estas especies en esta presión (-5 bar) se pudo observar que existió una cierta susceptibilidad, teniendo como consecuencia un menor número de plántulas normales, ello puede indicar una menor tolerancia a sequía o que esta presión no es adecuada para este tipo de leguminosas; ya que para la presión -1.5 bar, las especies respondieron mejor pues se obtuvieron menores daños en la germinación pero siguieron siendo menores que el testigo absoluto.

En la interacción especies por las diferentes presiones osmóticas mostraron nuevamente la tendencia negativa en la germinación al aumentar la presión, sin embargo en *Vigna unguiculata* y *Dolichos lablab* variedad café siempre respondieron mejor que *Dolichos lablab* variedad negro; debido a que las primeras especies obtuvieron una calidad fisiológica más alta, como se muestra en el testigo con agua teniendo valores de 100 % de germinación, en cambio *Dolichos lablab* variedad negro mostró claramente su deficiencia en la calidad 31 % y en consecuencia en las presiones como se observa en la Figura 4.1.

En la misma Figura 4.1, *Dolichos lablab* variedad café sobresale en la presión de -1.5 bar por tener una germinación de 90% a diferencia de *Vigna unguiculata* que presento 78%; tal vez *lablab* café tuvo una ligera alteración en su metabolismo,

pues se esperaba la misma tendencia como en -1 bar provocando bajos porcentajes de germinación como lo mencionan Akers y Kevin (1986); sin embargo en la presión -1 bar, la especie *Dolichos lablab* variedad café y negro reflejaron comportamientos similares obteniendo germinaciones de 60 y 62 % respectivamente; indicando posiblemente que a esta presión afecta medianamente el metabolismo de la semilla por lo que reduce su germinación como lo menciona Caseiro *et al.*, (2004).

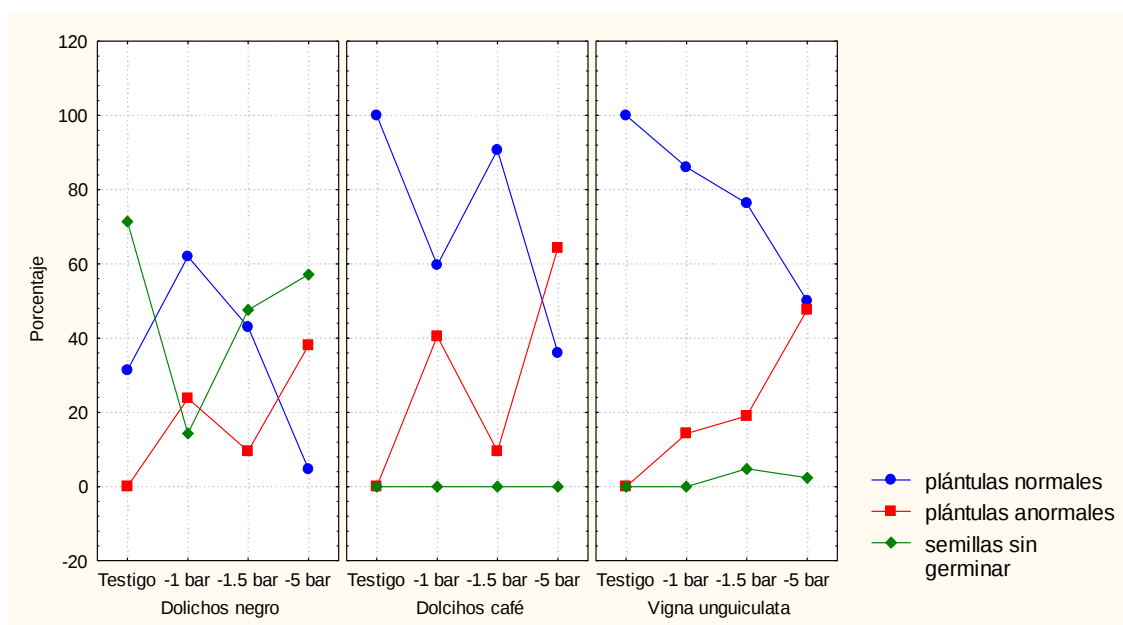


Figura 4.1 Respuesta de la capacidad de germinación en la interacción de de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes presiones de sequía (PEG 8000) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

Plántulas anormales (PA)

En el ANVA mostrado en el Cuadro 4.1 para el parámetro de plántulas anormales, resultó que en las especies estudiadas no existió diferencia entre ellas, al igual que en la interacción especies por presiones, sin embargo en las diferentes presiones osmóticas de polietilenglicol se obtuvo una diferencia altamente significativa; dando un coeficiente de variación de 73.84 %, debido a que en algunos de los tratamientos se obtuvieron valores de cero.

La prueba de comparación de medias para especies confirmaron la igualdad de las especies por pertenecer al mismo grupo estadístico, pero numéricamente si existieron diferentes valores en el porcentaje de plántulas anormales, donde *Dolichos lablab* variedad café obtuvo un 28.57 %, seguido de *Vigna unguiculata* con 20.24 %, y *Dolichos lablab* variedad negro con 17.85 % (Figura A1), como se ha mencionado confirma la baja calidad fisiológica de *Dolichos lablab* variedad negro, sin embargo por el número bajo de PA que se tiene, se pensaría es de mejor calidad que las primeras, pero hay que recordar que su porcentaje de PN fue muy bajo, lo cual muestra que la semilla ya se encuentra en un estado de deterioro avanzado.

En la Figura A2 se exponen las diferencias estadísticas entre la presión -5 y -1 bar, mostrando que el mayor porcentaje de plántulas anormales lo obtuvo -5 bar con 50.01 %, confirmando que al someter las especies a esta presión provoca un efecto en el metabolismo y causa anormalidades en plántula, y por tanto en toda la prueba de capacidad de germinación de la semilla; en cambio el efecto fue menor con -1 y -1.5 bar donde se encontraron porcentajes de 26.19 y 12.69 % respectivamente, pudiendo distinguir los efectos en las especies, mientras que el testigo con agua no presentó anormalidades en las especies en forma general.

La interacción entre las especies por las diferentes presiones osmóticas en plántulas anormales se pudo mostrar en la Figura 4.1, notando que *Dolichos lablab* variedad café en las presiones osmóticas -1 y -5 bar, obtuvieron el mayor numero de PA con 41 y 68 % cada una, mientras que el testigo absoluto con agua no tuvo anormalidades como ya se mencionó. En *Vigna unguiculata* a una presión de -1.5 bar presentó el mayor numero de PA con 21 %, seguido de la especie *Dolichos lablab* con una respuesta de similar de 10 % anormalidades.

Semillas sin germinar (SSG)

El Cuadro 4.1 muestra el ANVA para semillas sin germinar donde resultaron diferencias altamente significativas para las especies consideradas, las presiones osmóticas de polietilenglicol y la interacción de especies por presiones osmóticas con un coeficiente de variación de 53.11 %.

Durante la prueba de capacidad de germinación fue notable el comportamiento diferente de cada especie, la evidencia de que los materiales no iniciaron con la misma calidad fisiológica, al responder de manera diferente a las presiones osmóticas aplicadas; mostrando una clara respuesta en el porcentaje de SSG que *Dolichos lablab* variedad negro fue una especie muy deteriorada por obtener hasta un 47.61 % de semillas sin germinar, esta clasificación no fue por que la semilla tuviera latencia o que fuera fresca o dura como lo menciona Moreno (1996), sino por estar muerta, ya que presentaron gran cantidad de hongos (*mucor* y *rhizopus*) en algunos tratamientos, y en otros, a que el rango de presión osmótica a la que se sometieron no permitieron que se emitiera la radícula, generando daño al embrión y la posible muerte de las semillas, de acuerdo con Akers y Kevin (1986) esto se debe a que los potenciales hídricos de la semilla y de la solución se equilibran; por lo que, al dejar de penetrar el agua en interior de la misma, se detiene los procesos metabólicos que completan la germinación aumentando el número de

semillas sin germinar como fue con *Vigna unguiculata* que obtuvo un 1.78 %, o simplemente no le afectó como a *Dolichos lablab* variedad café que no tuvo SSG. (Ver Figura A1).

Como se observa en la Figura A2, el testigo absoluto, -5 y -1.5 bar constituyen el primer grupo estadístico estableciendo diferencias con -1 bar; una de las especies es la causa de esta agrupación de alto valor en SSG debido a su baja calidad fisiológica, que como se ha estado mostrando resulta que *Dolichos lablab* variedad negro es el causante de esto, sin embargo en las presiones -1.5 y -5 bar tal vez estos valores si se deban específicamente al efecto del tratamiento así como de la presión.

La Figura 4.1 muestra el comportamiento de las aseveraciones anteriormente señaladas, donde la calidad del frijol *Dolichos lablab* variedad negro obtuvo el mayor porcentaje de semillas sin germinar desde el testigo con 77 % hasta las tres presiones osmóticas aplicadas -5 bar 59 %, -1.5 bar con 50 %, y -1 bar con 15 %, debido no solo a su baja calidad fisiológica sino también al efecto del tratamiento y sus presiones, ya que siempre se mantuvo por debajo del resto de las especies.

Vigor en Polietilenglicol 8,000 (PEG)

Índice de velocidad de emergencia (IVE)

El ANVA para el índice de velocidad de emergencia resultante en especies, presiones y en especies por presiones presentó diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 8.57 % como se observa en el Cuadro 4.2.

La especie *Vigna unguiculata* obtuvo un IVE de 20.93 plántulas por día, seguida de *Dolichos lablab* variedad café de 20.73 plántulas por día ambas pertenecen al mismo grupo estadístico y por último fue *Dolichos lablab* variedad negro de 11.73 plántulas por día conformando el segundo grupo estadístico (Figura A4).

Cuadro 4.2 Cuadrados medios y significancia del Análisis de varianza para las pruebas de vigor con PEG 8,000 evaluadas en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009.

FV	GL	IVE	LMR	LMH	LME	PSECO
Especies	2	331.36**	166.11**	3.09*	13.16**	1711.34*
Presiones	3	43.51**	101.83**	20.86**	12.34**	1923.42*
Esp x Presiones	6	33.73**	28.66*	7.08**	2.52**	1982.60**
Error	24	2.32	11.91	1.34	0.50	378.33
C.V		8.57	25.51	21.50	33.73	30.59

**= altamente significativo; *= significativo; NS= no significativo;; LMR= Longitud media de radícula; LMH= Longitud media de hipocotilo; LMHE= Longitud media de epicotilo; PS= Peso seco; IVE=índice de velocidad de emergencia; C.V= Porcentaje de Coeficiente de variación.

Como se observa en la Figura A5, el resultado de la comparación de medias entre las presiones evaluadas se encontró que el testigo superó al resto de las presiones la emergencia de las plántulas con 20.83 plántulas emergidas por día, indicando que las presiones osmóticas tienen un efecto negativo sobre el IVE, debido precisamente al retardo que se provoca en el metabolismo de la semilla para absorber suficiente humedad y poder ser activadas todas en las enzimas involucradas para que se lleve a cabo la emergencia como lo menciona Moreno, (1996).

Un siguiente grupo estadístico lo conformaron las presiones -1 y -1.5 bar las cuales se obtuvieron índices semejantes con 17.43 y 17.32 plántulas emergidas por día respectivamente; y por último -5 bar quien alcanzó el menor índice teniendo 15.58 plántulas por día, lo cual indica que existe un el efecto negativo mayor en el metabolismo al aplicar presión altas, por ello es recomendable como lo mencionan Parera y Cantliffe (1994), utilizar potenciales osmóticos bajos.

Como se observa en la Figura 4.2 *Vigna unguiculata* y *Dolichos lablab* variedad café alcanzaron el mayor numero de plántulas germinadas por día principalmente en el testigo con un número de 28 plántulas, aunque en el resto de las presiones osmóticas el comportamiento de ambas son muy similares, pero a nivel general *Vigna unguiculata* obtuvo resultados superiores numéricamente en las presiones -1.5 y -1 bar obteniendo 19 y 20 plántulas por día, con respecto a la presión -5 bar esta obtuvo hasta 18 plántulas emergidas, mientras que *Dolichos lablab* variedad café aventajó con 19 plántulas.

Por último *Dolichos lablab* variedad negro en la presión -1.5 bar presentó un ligero incremento de 14 plántulas emergidas, pero no lo suficiente en comparación con las demás variedades.

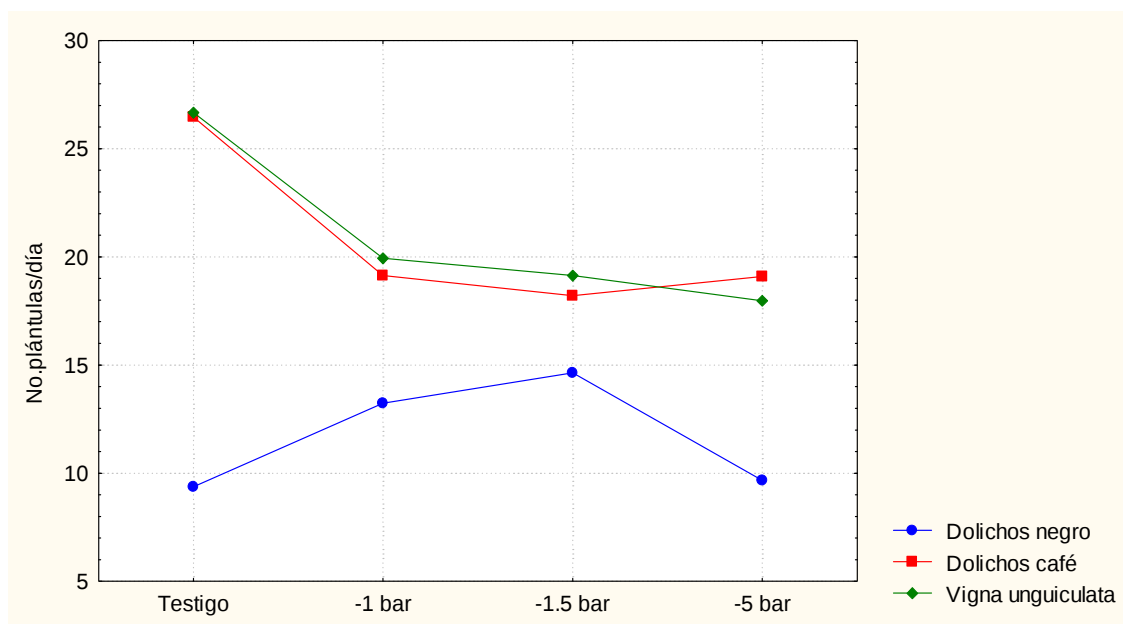


Figura 4.2 Respuesta en la variable índice de velocidad de emergencia (IVE) en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes presiones de sequía (PEG 8000) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

Longitud media de radícula (LMR)

El análisis de varianza para longitud media de radícula observa diferencias altamente significativas para las especies y presiones osmóticas, y diferencia significativa entre especies por presiones, con un coeficiente de variación de 25.51% (Cuadro 4.2).

La mayor longitud media de radícula se encontró por parte de *Vigna unguiculata* 17.68 cm dada por la prueba de comparación de medias ubicándola en el primer grupo estadístico, seguido de *Dolichos lablab* variedad café y negro de

12.43 y 10.48 cm respectivamente formando el segundo grupo estadístico (Figura A6). En esta especie de *Dolichos lablab* se provocó un estrés en la reducción del crecimiento de radícula por lo que coincide con Hernández y Rodríguez (1989), que se puede presentar un resultado vulnerabilidad con limitación de agua, efecto que provoca la aplicación de PEG. Sin embargo nuevamente *Dolichos lablab* variedad negro fue la que menor LMR obtuvo, lo cual nos vuelve a indicar su baja calidad fisiológica inicial de la semilla.

Como era de esperarse el testigo absoluto (con agua) obtuvo mayor longitud media de radícula con 17.07 cm mostrado en la Figura A7, debido a que la plántula no presentó estrés hídrico al no ser sometida a ninguna presión osmótica, como se observó con el cultivo de brócoli realizado por Mora y Hernández, (2006).

En la misma Figura se puede observar que el testigo absoluto, -1 bar, y -1.5 bar formaron el primer grupo estadístico, donde -1 bar obtuvo un promedio en LMR de 14.26 cm y -1.5 bar 13.82 cm y en el siguiente grupo estadístico se encontró -5 bar con 8.97 cm; viendo claramente que el incremento de las presiones osmóticas provocó una disminución de longitud media de radícula.

Como se aprecia en la Figura 4.3 *Vigna unguiculata* alcanzó mayor longitud media de radícula en -1 bar con una media de 20 cm, y en el resto de las presiones excepto en el testigo donde *Dolichos lablab* variedad café obtuvo una media de 19 cm de longitud.

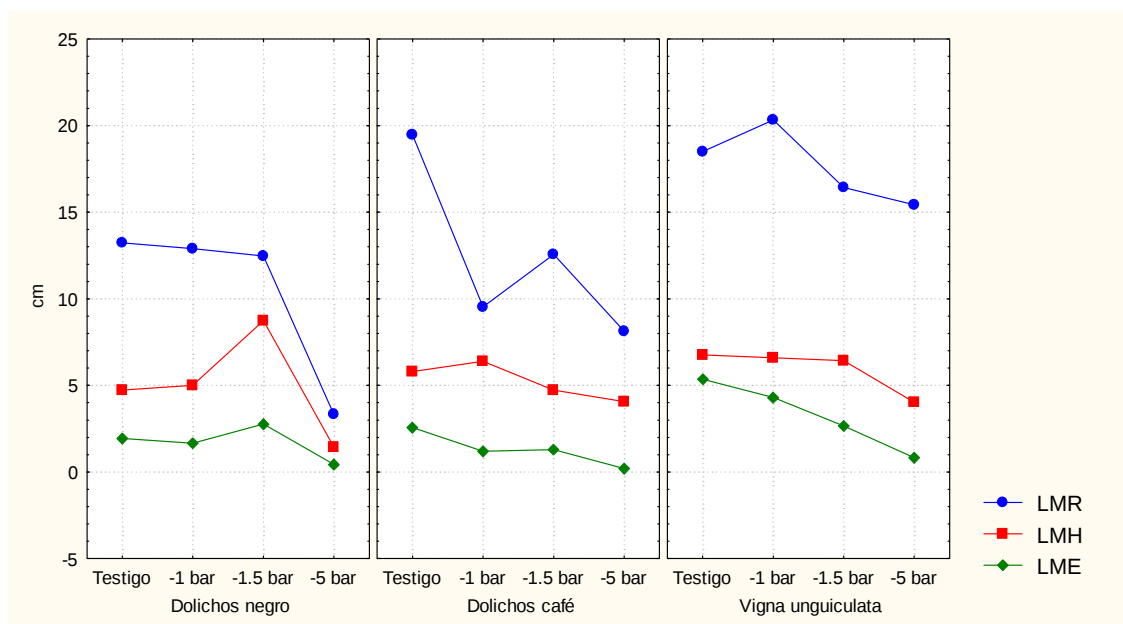


Figura 4.3 Respuesta para la variable vigor (Longitud Media de Radícula, Longitud Media de Hipocotilo y Longitud Media de Epicotilo), en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes presiones de sequía (PEG 8000) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

Longitud media de hipocotilo (LMH)

En el ANVA mostrado en el Cuadro 4.2, se encontró una diferencia significativa para especies en la variable longitud media de hipocotilo; no obstante en las diferentes presiones osmóticas existió una diferencia altamente significativa, así como en la interacción especies por presiones osmóticas, dando un coeficiente de variación de 21.50 %.

La especie *Vigna unguiculata* obtuvo 5.96 cm seguido de *Dolichos lablab* variedad café con 5.25 cm, y por último a *Dolichos lablab* variedad negro 4.98 cm, donde los dos primeras pertenecen al primer grupo estadístico y el *Dolichos lablab*

variedad negro al segundo grupo (Figura A 6). En la respuesta de la LMH en las presiones osmóticas que se muestran en la misma Figura, la presión -1.5 bar superó al testigo (con agua) lo que coincide con Tetepa (1997); donde obtuvo resultados positivos con potenciales más altos superando al testigo. Sin embargo las plántulas emergidas bajo alguna presión osmótica, probablemente se llevaron a un estrés y esto se reflejó en un crecimiento de hipocotilo más rápido como menciona en su definición de sequía Nuñez (1984), que es un mecanismo de escape para la planta al estar sometida a un estrés y tenga que desarrollarse mucho más rápido.

En la Figura A7, se muestra que aunque estadísticamente pertenecen al mismo grupo las presiones -1.5 bar, -1 bar con y el testigo con agua con 6.63, 6 y 5.77 cm respectivamente, numericamente son diferentes mientras que la presión -5 bar formó el último grupo con 3.18 cm; logrando determinar el efecto negativo de la presión más alta como es esta última sobre todo en el crecimiento de la plántula, como es LMH.

En la interacción especies por presiones es notorio ver la Figura 4.3 tendencia negativa conforme aumentaba la presiones en las especies a excepción con *Dolichos lablab* variedad negro en la presión -1.5 bar donde se encontró una mayor LMH en las plántulas normales resultantes, sin embargo *Vigna unguiculata* mostró siempre mayor longitud en todas las presiones aún en la de -5 bar, sin embargo la mejor respuesta en LMH fue a -1.5 bar en esta especie.

Longitud media de epicotilo (LME)

En el análisis de varianza para longitud media de epicotilo se muestran claramente las diferencias altamente significativas en las especies, presiones y en la

interacción especie por presión (Cuadro 4.2) dando un coeficiente de variación de 33.73 %.

En la Figura A6, *Vigna unguiculata* presentó un comportamiento sobresaliente de longitud media de epicotilo con 3.29 cm, a diferencia de las otras dos especies. *Dolichos lablab* variedad negro obtuvo 1.7 cm, y *Dolichos lablab* variedad café 1.32 cm quienes forman el segundo grupo estadístico. Es posible que *Vigna unguiculata* tuvieron un ajuste osmótico a las condiciones de estrés sometida como lo define Morgan (1984), que es el proceso fisiológico más importante

Respecto a la respuesta dada por la aplicación de las diferentes presiones sobre el crecimiento de LME (Figura A7), el testigo absoluto (con agua) obtuvo la mayor longitud, seguida de las presiones -1 y -1.5 bar que fueron estadísticamente iguales, y por último la presión -5 bar con el menor valor en la longitud, lo que coincide con Mooler y Smith (1998) quienes reportan que el período de los potenciales osmóticos deben ser cortos, con periodos prolongados puede existir el riesgo de que los iones de los agentes osmóticos penetren en la semilla y dañen el embrión.

Con respecto a la interacción especies por presión en esta variable se encontró que el testigo tuvo una respuesta mayor en todas las especies y las presiones, -1 y -1.5 bar tuvieron comportamientos muy similares, sin embargo nuevamente *Vigna unguiculata* superó a la especie *Dolichos lablab* teniendo la mejor LME en -1 bar (Figura 4.3).

Tasa de Crecimiento de Plántula (Peso seco, PS)

El ANVA para tasa de crecimiento de plántula encontró diferencia significativa entre las especies y en las diferentes presiones osmóticas; mientras que en su interacción especies por presiones existió una diferencia altamente significativa, con coeficiente de variación de 30.59 % (Cuadro 4.2).

A lo largo de la prueba se presentó un efecto diferente en *Dolichos lablab* variedad café, quien obtuvo el mayor peso seco en las plántulas normales, seguido de *Dolichos lablab* variedad negro; mientras que *Vigna unguiculata* quien había presentado en general la mayor capacidad de germinación y mayor longitud media de radícula, hipocotilo y epicotilo, se esperaba que en esta variable no fuera la excepción, posiblemente sucedió que las plántulas normales no obtuvieron el suficiente peso seco en cada una de ellas (plántulas con buena altura pero tal vez débiles) como se muestra en la Figura A8, tanto *Dolichos lablab* variedad negro y *Vigna unguiculata* se encontraron en el mismo grupo estadístico pero numericamente tuvieron una diferencia de 4.15 mg/plántula, mientras que *Dolichos lablab* variedad café mostró un peso seco de 77.18 mg/ plántula.

Las presiones osmóticas -1 y -1.5 bar junto con el testigo, formaron el primer grupo estadístico en la prueba de comparación de medias, aunque a -1 bar se obtuvo el mayor peso seco con 75.89 mg/plántula y -5 bar obtuvo el menor peso seco con 42.38 mg/plántula como lo muestra la Figura A9, esta presión ha proporcionado efectos negativos por lo que coincide con lo señalado por Möller y Smith (1998), así mismo con Tetepa (1997), quien al utilizar el PEG en proporciones moderadas tuvieron mejor respuesta en el peso seco en semillas de tomate.

En la Figura 4.4 se aprecian los resultados en PS en relación con la variedad *Dolichos lablab* variedad café, lo que corresponde a que algunas variedades no

tienen mucha longitud de radícula o Hipocotilo pero presentan mayor cantidad de materia seca, en especial en la presión -5 bar que obtuvo un PS de 95 mg/plántula donde superó al testigo, lo que concuerda con lo que mencionan Marín Mejía y Hernández (2007); al trabajar con semillas de cebolla concluyen que el polietilenglicol 8000 a -5 atm, mantuvo ventajas superiores al testigo, en peso seco. En la presión -1.5 bar *Dolichos lablab* variedad negro alcanzó mayor peso seco con 89 mg/plántula respecto a las otras presiones y a la especie *Vigna unguiculata* que obtuvo menor peso seco con 45 mg/plántula.

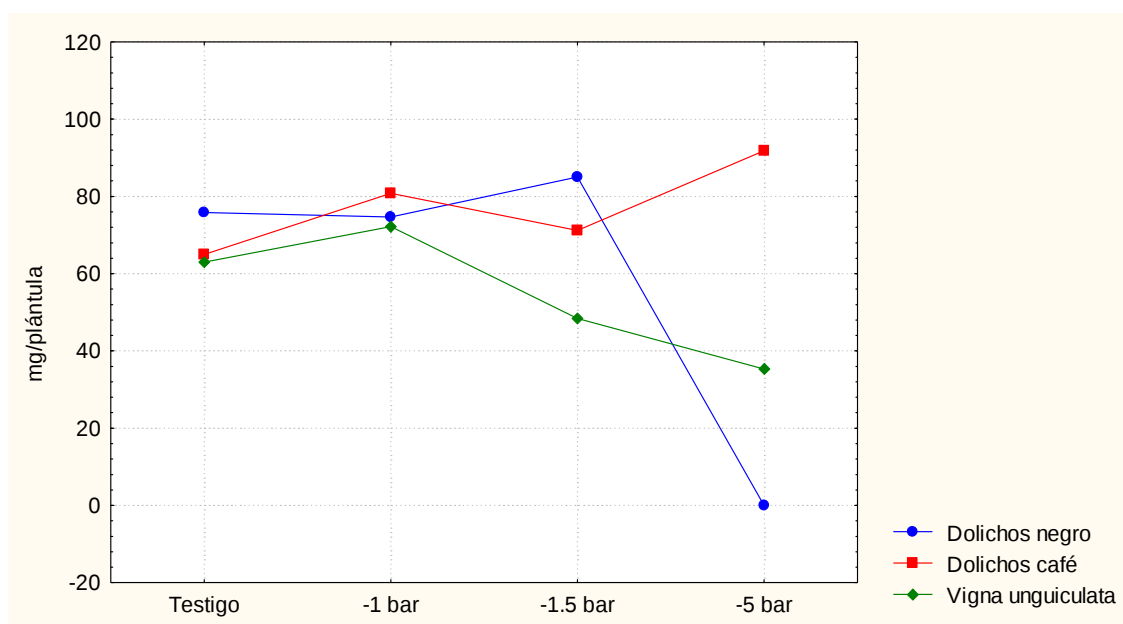


Figura 4.4 Respuesta de vigor en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes presiones de sequía (PEG 8000) mediante la tasa de crecimiento de plántula (peso seco) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

Capacidad de germinación con cloruro de sodio (NaCl)

Plántulas normales (PN)

Como se observa en el Cuadro 4.3, el ANVA para plántulas normales presentó diferencias altamente significativas para especies y para especies por concentraciones, mientras que en las concentraciones existió una diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 13.55 %.

Cuadro 4.3 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en la prueba de capacidad de germinación con NaCl; evaluadas en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009.

FV	GL	PN	PA	SSG
Especies	2	7687.53**	347.49*	9652.48**
Concentración	3	319.66*	358.12**	48.96*
Esp x Conc	6	413.27**	269.32**	53.19*
Error	24	97.53	60.75	26.86
C.V		13.55	74.19	31.09

**= altamente significativo; *= significativo; NS= no significativo; PN= Plántula normal; PA= Plántula anormal; SSG= Semilla sin germinar; C.V= Porcentaje de Coeficiente de variación.

En la Figura A10 se muestra el resultado de la comparación de medias, donde el mayor porcentaje de germinación fue de *Dolichos lablab* variedad café con 91.67 % estando como el primer grupo estadístico, en el segundo grupo se encontró a *Vigna unguiculata* con una respuesta de 82.83 % de PN mostrando que aplicar concentraciones de NaCl puede darnos un indicador de tolerancia a la salinidad. Dichos resultados coinciden con Ashraf y Foolad (2005); quienes mencionan que al germinar la semilla en condiciones de estrés salino, pueden ser factores críticos para

la producción, sin embargo pueden servir como evaluadores de materiales por la reducción en el crecimiento de la planta y rendimiento final.

Un último grupo estadístico fue *Dolichos lablab* variedad negro con 44.08 % de PN, aunque *Dolichos lablab* variedad negro y *Dolichos lablab* variedad café pertenecen a la misma especie pero diferente variedad, hace pensar que deberían comportarse en forma similar en la prueba de germinación, pero en la Figura A10, demuestra un comportamiento contrario, como se ha estado mencionando uno de los factores es que *Dolichos lablab* variedad negro tenía una baja calidad fisiológica, y fue aun más afectada por la aplicación del cloruro de sodio, dando una evidencia de que es un material con baja tolerancia al estrés salino lo que difiere de la otra variedad.

Con respecto a la respuesta de la germinación en las diferentes concentraciones de sal se observó que el mayor porcentaje fue de 79.44 % en el testigo (con agua destilada) y el menor porcentaje en la concentración de 300 mM con 65.11 %, dichos resultados concuerdan con Ajmal y Ungar (1996), quienes realizaron un experimento con *Haloxylon recurvum* para determinar efecto de salinidad, indicando que la germinación disminuyó al incrementar la salinidad y el porcentaje más alto de germinación se obtuvo con agua destilada.

En la prueba de comparación de medias, el testigo con 79.44 %, 100 mM con 72.33 % y 200 mM con 74.56 % formaron el primer grupo estadístico y nuevamente 100 mM, 200 mM junto con 300 mM con 65.11 % formaron el segundo grupo como lo muestra la Figura A11.

La Figura 4.5 corresponde a la interacción del efecto de las concentraciones sobre las especies estudiadas. De manera general *Dolichos lablab* variedad café superó al resto en el porcentaje de PN en la mayoría de las concentraciones principalmente en el testigo con agua y en 200 mM con un valor de 98 % de PN, a

excepción en la concentración de 300 mM donde *Vigna unguiculata* obtuvo un valor ligeramente superior con 77 % a diferencia de *Dolichos lablab* variedad café quien obtuvo 75 %. Esto demuestra que ésta especie puede resultar con mayor tolerancia al ser sometida a un efecto osmótico salino.

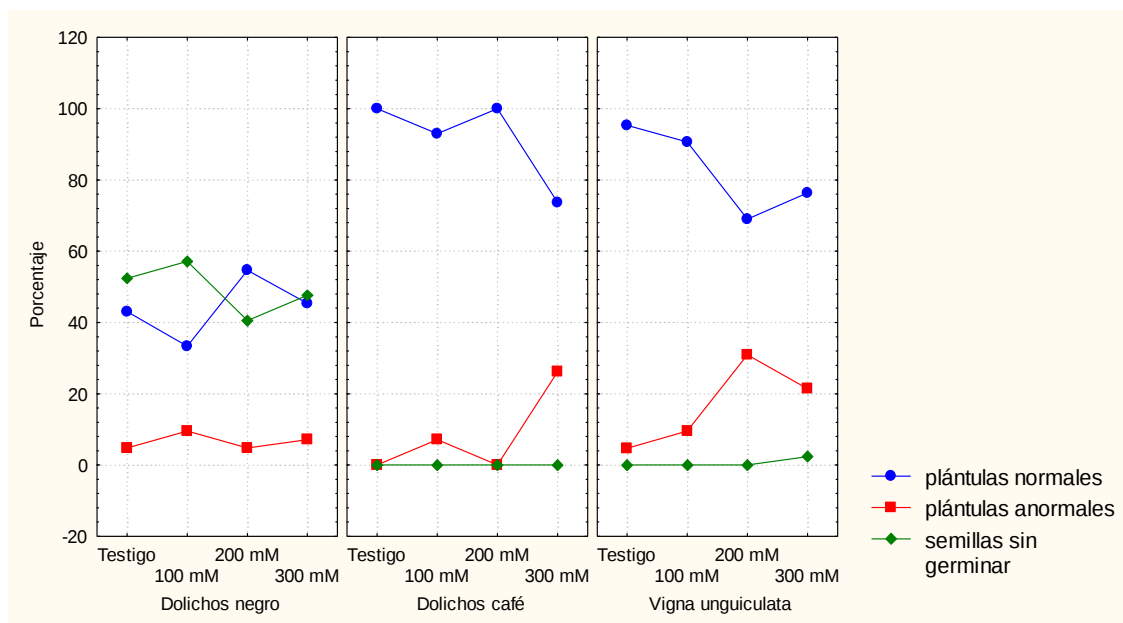


Figura 4.5 Respuesta de la capacidad de germinación en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes concentraciones de salinidad (NaCl) bajo condiciones de laboratorio, 2009

Plántulas anormales (PA)

El ANVA, para plántulas anormales presentó diferencias significativas para especies y diferencias altamente significativa para concentraciones y la interacción especies por concentraciones; con un coeficiente de variación de 74.19 % (Cuadro 4.3).

En la prueba de comparación de medias, se observó que las variedades *Dolichos lablab* variedad negro y *Dolichos lablab* variedad café (Figura A10), donde presentaron valores similares formando el primer grupo estadístico con un porcentaje menor de PA; mientras que *Vigna unguiculata* obtuvo el mayor porcentaje de PA con 16.63 % siendo el segundo grupo estadístico; coincidiendo con Alam *et al.*, (2006), quienes mencionan que puede existir una susceptibilidad genética entre variedades de una especie en la germinación y crecimiento de plántulas al ser evaluadas en diferentes niveles de salinidad, lo que hace pensar que pudo haber ocurrido en *Vigna unguiculata*.

En la comparación de medias entre concentraciones en esta variable, se encontró que el testigo y la concentración 100 mM obtuvieron el menor número de plántulas anormales 3.14 y 8.72 % siendo de un mismo grupo estadístico, esta concentración también formó parte del siguiente grupo junto con 200 mM teniendo un porcentaje de 11.9, y por último el tercer grupo el cual se formó con esta concentración (200 mM) y 300 mM donde se obtuvo el mayor número de plántulas anormales con 18.26 % (Figura 4.14). El efecto osmótico producido por el NaCl en la capacidad de germinación concuerda con Méndez *et al.*, (1997) quienes evaluaron el efecto de cinco potenciales osmóticos, también encontraron que al incrementar el potencial se redujo la germinación de los materiales y al disminuir la germinación no se vio afectada. (Figura A11).

Como se observa en la Figura 4.5 la interacción entre especies y concentraciones, el número de plántulas anormales en el testigo en las especies *Vigna unguiculata* y *Dolichos lablab* variedad negro presentaron resultados similares con 3 %; mientras *Dolichos lablab* variedad café obtuvo un 1 %. En la concentración de 100 mM, las especies presentaron un valor similar con 5 %. Algo que se logró observar fue que *Vigna unguiculata* mostró un aumento en el número de

anormalidades al incrementar las concentraciones en 100 mM fue de 5 %, 200 mM un 32 % y en 300 mM con 21 %; en cambio para *Dolichos lablab* variedad café a 100 mM obtuvo un 4 % de PA, con un descenso en 200 mM ya que no se encontraron anormalidades, mientras que en 300 mM aumentó drásticamente hasta un 23 %; posiblemente esta última concentración resultó muy perjudicial a la semilla, el rompimiento celular de la misma provoca un desorden en su metabolismo causando anormalidad en la plántula emergida.

Semillas sin germinar (SSG)

El análisis de varianza (Cuadro 4.3) para semillas sin germinar, observa diferencias altamente significativas en tres especies y diferencias significativas en tres especies por concentración y concentración; con un coeficiente de variación 31.09 %.

En la prueba de comparación de medias entre las especies se encontró que *Dolichos lablab* variedad negro obtuvo una cifra muy elevada de SSG con 49.42 %, formando el primer grupo estadístico (Figura A10), el siguiente grupo fue conformado por *Dolichos lablab* variedad café y *Vigna unguiculata*, quienes obtuvieron 0 y 0.59 %, como se ha estado mencionando a lo largo de los resultados del trabajo que *Dolichos lablab* variedad negro no mostró tolerancia a los tratamientos, por el hecho de no contar con una buena calidad fisiológica inicial, sin embargo *Dolichos lablab* variedad café nuevamente muestra un mejor mecanismo de tolerancia, lo que la convierte en una buena opción para ser producida en condiciones extremas de sequía y salinidad.

En el caso de las concentraciones se pudieron observar dos grupos estadísticos, el parámetro formado por el testigo absoluto, las concentraciones 100 y

300 mM SSG teniendo porcentajes de 17.47 19.04 y 16.67 respectivamente, el segundo grupo fue conformado por el testigo absoluto y las concentraciones de 200 y 300 mM con 13.5 % y 16.67 % respectivamente (Figura A11).

En la interacción especies por concentraciones se encontró que *Dolichos lablab* variedad negro obtuvo los mayores porcentajes de SSG en todas las concentraciones (en 100 mM, 56 %, Testigo absoluto y 300 mM, 48 %; y 200 mM, 40 %); a pesar de que fue una semilla que no tenía buena calidad fisiológica se mantuvo en valores similares en todas las concentraciones aunando el testigo, sin embargo es importante conocer una calidad fisiológica mediante la viabilidad, germinación y vigor para poder determinar la producción de un cultivo como mencionan Thakur *et al.*, 1997, por lo que esta especie no es apta para ser sembrada, ni aun cuando fuera ser sembrada en las más óptimas condiciones simplemente por su baja calidad; pudiera existir otra causa como lo mencionan Priano y Pilatti (1989), quienes afirman que en la etapa de germinación algunas especies son más sensibles a los efectos de salinidad que en la etapa vegetativa o en otros estadios de crecimiento y desarrollo posteriores que en el caso de *Dolichos lablab* variedad café y *Vigna unguiculata* resultaron menos susceptibles a la salinidad. (Figura 4.5)

Vigor con cloruro de sodio (NaCl)

Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Como se observa en el Cuadro 4.4, ANVA correspondiente al índice de velocidad de emergencia, se encontraron diferencias altamente significativas entre especies, así como diferencias significativas para las concentraciones aplicadas y en la interacción especies por concentraciones, con un coeficiente de variación de 7.87 %.

Cuadro 4.4 Cuadrados medios y significancia del Análisis de varianza en las pruebas de vigor con NaCl; evaluadas en dos especies de leguminosas producidas en Baja California Sur; 2009.

FV	GL	IVE	LMR	LMH	LME	PS
Especies	2	1356.18**	30.41ns	54.36*	22.01**	2346.42**
Concentración	3	8.69*	106.19ns	33.89ns	10.81**	718.02*
Esp x Conc	6	3.19*	32.04ns	15.22ns	2.92*	520.49*
Error	24	3.00	75.35	26.99	0.86	238.31
C.V		7.87	58.19	72.07	45.49	27.50

**= altamente significativo; *= significativo; NS= no significativo; LMR= Longitud media de radícula; LMH= Longitud media de hipocotilo; LMHE= Longitud media de epicotilo; PS= Peso seco; IVE=índice de velocidad de emergencia; C.V= Porcentaje de Coeficiente de variación.

En *Dolichos lablab* variedad café y *Vigna unguiculata* formaron el primer grupo estadístico con 28.78 y 27.49 plántulas por día respectivamente en la prueba de comparación de medias (Figura A12), en cambio *Dolichos lablab* variedad negro obtuvo el promedio menor de IVE con 9.76 plántulas/día siendo el segundo grupo

estadístico. Mientras en la comparación entre concentraciones, se formó el primer grupo con el testigo (con agua) con un promedio de 23.37 de plántulas, seguido de 100 mM con 21.74 y 200 mM con un promedio de 21.91, donde el testigo superó numéricamente al resto; el segundo grupo estadístico fue dado por las dos concentraciones anteriores y 300 mM con 21.02, donde esta última obtuvo el menor índice de velocidad de emergencia (Figura A13).

La variedad *Dolichos lablab* variedad café presentó mayor velocidad de emergencia con un promedio general entre 28 y 30 plántulas/día en todas las concentraciones, las diferencias son pequeñas con *Vigna unguiculata* con un promedio entre 27 y 28, y por último *Dolichos lablab* variedad negro entre 8 y 11 plántulas. La concentración 100 mM y el testigo absoluto incrementaron el número de plántulas por día como se observa en la Figura 4.6.

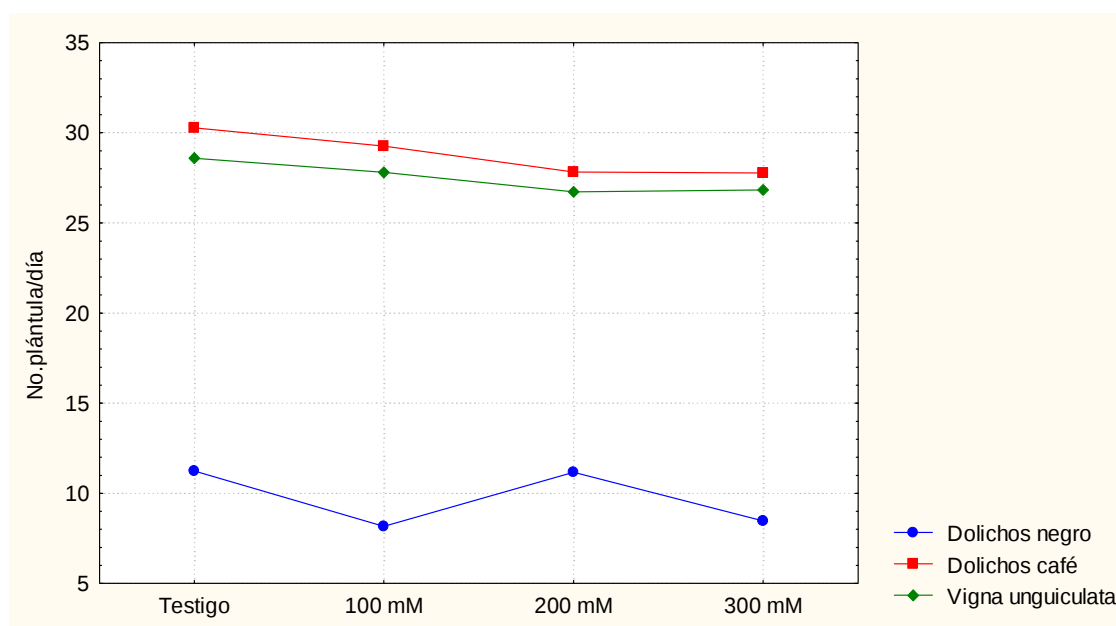


Figura 4.6 Respuesta del vigor mediante el índice de velocidad de emergencia (IVE) en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes concentraciones de salinidad (NaCl) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

Longitud media de radícula (LMR)

El Cuadro 4.4 correspondiente al ANVA para longitud media de radícula para especies no se observaron diferencias en ninguna de las fuentes de variación con un coeficiente de variación de 58.19 %.

Sin embargo numéricamente la especie *Dolichos lablab* variedad negro obtuvo una LMR de 16.49 cm alcanzando un valor superior en relación con *Vigna unguiculata* quien obtuvo 14.95 cm y *Dolichos lablab* variedad café con una media de 13.31 cm. Puede ser que la variedad negro presentó mayor estrés, como respuesta un mayor crecimiento radicular, característica común de las plantas desérticas generando las raíces profundas para conservar mejor la humedad y disponibilidad de nutrientes en el suelo (Figura A14).

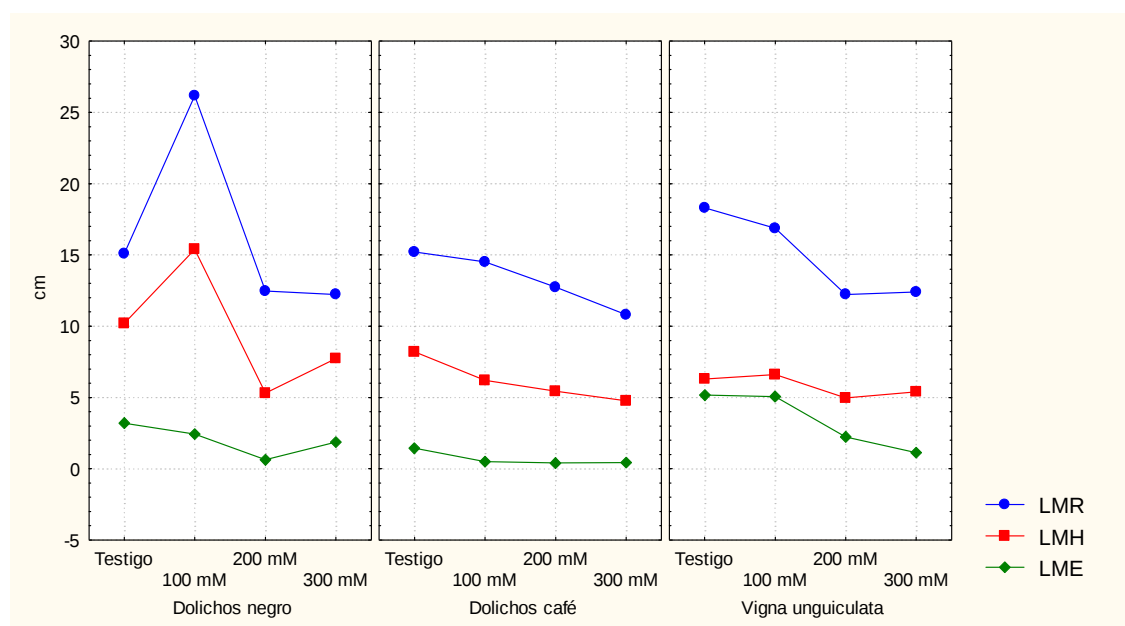


Figura 4.7 Respuesta en la variable Vigor (Longitud media de radícula, Longitud media de hipocotilo y Longitud media de epicotilo), en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes concentraciones de salinidad (NaCl) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

No existen diferencias estadísticas entre las concentraciones ya que pertenecen al mismo grupo estadístico, pero numéricamente en la concentración de 100 mM resultaron plántulas con mayor LMR con 19.18 cm, mientras que en el testigo alcanzaron una longitud de 16.2 cm; en 200 mM se obtuvo una menor con 12.48 cm y por último a 300 mM los valores de LMR descendieron hasta 11.81 cm, estos resultados son similares a los que obtuvieron Jeannette *et al.*, (2002) en frijol y Jaradat *et al.*, (2004), que al incrementar la salinidad se redujo la longitud de raíz (Figura A15).

En la Figura 4.7 se observa que numéricamente la variedad *Dolichos lablab* variedad negro a una concentración de 100 mM presentó una media de 27 cm de LMR, superando a las demás variedades, en el caso de *Vigna unguiculata* alcanzó una media de 18 cm en el testigo, así como *Dolichos lablab* variedad café quien también en el testigo obtuvo la mayor longitud con 15 cm.

Longitud media de hipocotilo (LMH)

En el análisis de varianza para longitud media de hipocotilo existieron diferencias significativas en las fuentes de variación especies y no significativas en concentraciones y en la interacción especies por concentración dando un coeficiente de variación de 72.07 % (Cuadro 4.4).

Dolichos lablab variedad negro presentó numéricamente la mayor longitud en LMH con 9.66 cm; seguida de *Dolichos lablab* variedad café 6.15 cm y por último a *Vigna unguiculata* 5.82 cm (Figura A14). De alguna manera las plántulas normales resultantes en *Dolichos lablab* variedad negro mostraron mejor vigor a pesar de que fueron menor en cantidad de plántulas, lo cual puede señalar que las semillas

emitieron mejor respuesta que las otras especies, no se encontró una explicación a este comportamiento.

Con respecto a la concentración de 100 mM numéricamente obtuvo la mayor LMH con 9.4 cm superando en muy poco al testigo con 8.23 cm, respuesta muy similar se encontró en 300 mM donde alcanzaron una longitud de 5.97 cm y en 200 mM de 5.23 cm, marcando un descenso en las longitudes de hipocotilo al aumentar las concentraciones de NaCl, resultados similares a los encontrados por Jeannette *et al.*, (2002) quienes encontraron que al aumentar la concentración de sal en frijol hubo un decrecimiento en el hipocotilo de las plántulas (Figura A15).

En la relación especies por concentración, *Dolichos lablab* variedad negro en la concentración 100 mM numéricamente logró el valor más alto con 16 cm, seguido del testigo con agua con una longitud de 11 cm; mientras que *Dolichos lablab* variedad café y *Vigna unguiculata* presentaron longitudes similares en la concentración 100 mM con 6 cm de longitud y en testigo tuvieron una diferencia entre ellas de 8 cm, pero menores a *Dolichos lablab* variedad negro, como se muestra en la Figura 4.7.

Longitud media de epicotilo (LME)

En el Cuadro 4.4 El análisis de varianza marca diferencia altamente significativa para las especies y concentraciones; en la interacción especies por concentraciones solo fue significativa obteniendo un coeficiente de variación de 45.49 % para esta variable.

En la Figura A14 se muestra la comparación de medias donde *Vigna unguiculata* obtuvo la mayor LME con 3.4 cm, seguido *Dolichos lablab* variedad

negro con 2.03 cm, y *Dolichos lablab* grano café 0.69 cm; aunque ya se mencionó que estadísticamente son iguales es interesante mencionar que pudo existir un efecto ciertamente fisiológico entre los materiales, resaltando que para que pueda haber un proceso de germinación en una semilla es necesario tener una cierta cantidad de hormonal para que se lleve a cabo el proceso, y por lo que se logra observar en la respuesta de los materiales, *Dolichos lablab* variedad negro no se vio tan afectada la actividad hormonal (auxinas) de crecimiento por la acción de NaCl tal vez por la cantidad presente en ella, mientras que *Dolichos lablab* variedad café fue más afectada contener menor cantidad y mostrar mayor sensibilidad a la salinidad.

Para la fuente de variación entre las concentraciones, se encontró que el testigo absoluto y 100 mM formaron el primer grupo estadístico con 3.27 y 2.67 cm respectivamente, seguido del segundo grupo estadístico 300 y 200 mM con 1.14 y 1.09 cm de longitud media de epicotilo como se observa en la Figura A15; este comportamiento nos muestra que a medida que aumentaba la concentración del NaCl, las longitudes de las plántulas resultantes se vio afectada coincidiendo con Ashraf y Foolad (2005), quienes mencionan que la salinidad puede reducir el crecimiento temprano de la planta siendo la etapa más sensitiva.

La especie *Vigna unguiculata* en los tratamientos testigo y en la concentración 100 mM presentaron una media de longitud de epicotilo de 5 cm marcando el primer grupo resultando los valores más sobresalientes, en el caso de *Dolichos lablab* variedad negro en el testigo y la concentración de 100 mM obtuvieron una LME de 3 y 4 cm respectivamente, mientras que en la variedad *Dolichos lablab* variedad café fueron los valores más bajos hasta de 2 cm en el tratamiento testigo y 1 cm en el resto de los tratamientos (100, 200 y 300 mM) como se puede apreciar en la Figura 4.7.

Tasa de crecimiento de plántula (Peso seco, PS)

El análisis de varianza para tasa de crecimiento de plántula (Cuadro 4.4) obtuvo una diferencia altamente significativa entre especies; así como en las concentraciones de NaCl y en la interacción se reportaron diferencias significativas con un coeficiente de variación de 27.50 %.

Así mismo, entre las especies se logró identificar mediante la prueba de comparación de medias que *Dolichos lablab* variedad café formó el primer grupo estadístico con 72.27 mg/plántula, lo cual muestra que esta especie logró mayor cantidad de materia seca en las plántulas normales a pesar de haberse sometido al estrés salino, en cambio en un segundo grupo formado por *Dolichos lablab* variedad negro y *Vigna unguiculata* con 48.57 y 47.56 mg/plántula cada uno (Figura A16), resultó que esta última se vio seriamente afectada en la producción de la materia seca de las plántulas tal vez por el efecto de la salinidad que provocó sobre la célula.

Con respecto a la respuesta para peso seco dado por los tratamientos, se encontró que el testigo absoluto (con agua) fue superior con 69.26 mg/plántula al resto de las concentraciones formando el primer grupo estadístico; el segundo grupo lo formaron todas las concentraciones de NaCl (300, 200 y 100 mM con 53.69, 52.21 y 49.37 mg/plántula respectivamente (Figura A17), dichos resultados difieren con Jarat *et al.*, (2004) quienes mencionan que el peso seco de la plántula resultante en el cultivo de cebada, se reduce drásticamente en respuesta al estrés por salinidad, en cambio los resultados reflejan que a 300 mM corresponde al potencial salino más alto en este trabajo aporta un promedio relevante de peso seco después del testigo.

En la interacción especie por tratamiento, se observó que la variedad *Dolichos lablab* variedad café alcanzó el valor más alto en el testigo con agua hasta de 94 mg/plántula; mientras que las concentraciones de NaCl de 100, 200 y 300 mM de 70,

62 y 58 mg/plántula respectivamente (Figura 4.8). En la misma Figura, se observa que a un estrés salino de 100 mM afectó en menor grado, a excepción de *Vigna unguiculata* que dio los resultados más bajos de peso con 21 mg/plántula ; como se había mencionado en las variables anteriores era de esperarse que a altas concentraciones existiera una disminución en la respuesta de calidad fisiológica de la especie y que también es necesario considerar la calidad inicial de cada una, por ello es que llama la atención que *Dolichos lablab* variedad negro generara al menos una respuesta positiva en alguna de las variables por que se presume que no tenía una buena calidad fisiológica inicial.

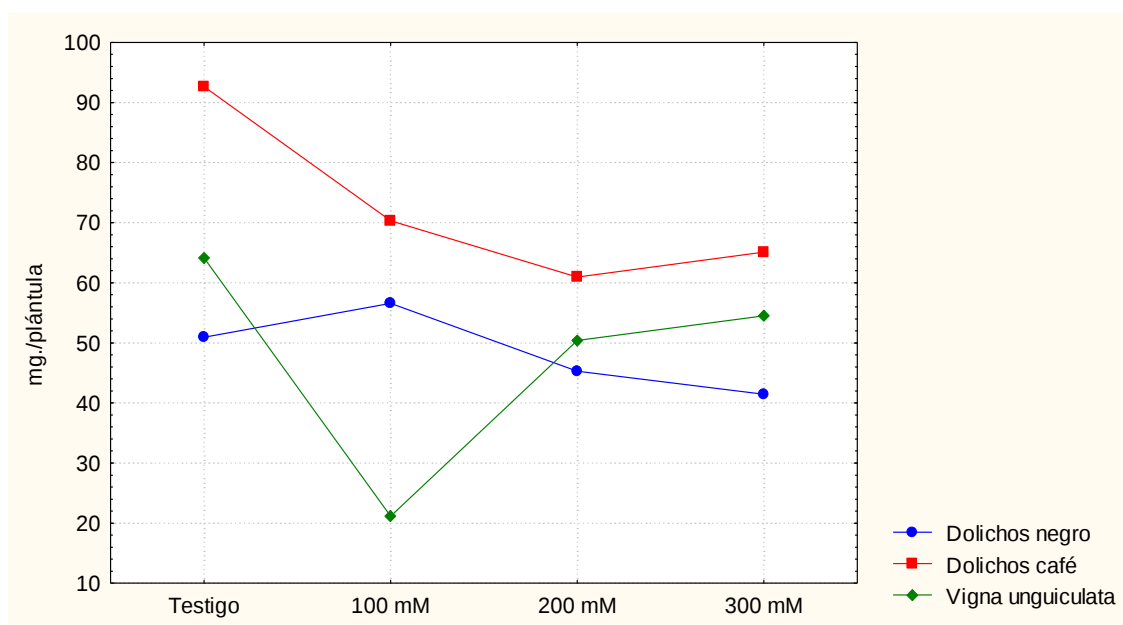


Figura 4.8 Respuesta en la variable tasa de crecimiento de plántula (peso seco) en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes concentraciones de sequía (NaCl) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

CONCLUSIONES

Una vez expresados los resultados de este trabajo y considerando los objetivos planteados se llegaron a las siguientes conclusiones:

- En la aplicación de polietilenglicol 8000 (PEG 8000), la especie *Dolichos lablab* variedad negro tuvo un efecto negativo en su capacidad de germinación por la disminución de plántulas normales reflejando una escasa tolerancia a la sequía; mientras que la especie *Vigna unguiculata* tuvo un menor efecto en su capacidad de germinación disminuyendo un poco el porcentaje de plántulas normales, lo cual puede indicar que esta especie es tolerante a la sequía.
- Las especies estudiadas fueron afectadas en diferentes niveles en la capacidad de germinación y vigor aplicando diversas presiones osmóticas de PEG 8000, mientras que el testigo con agua siempre mantuvo sus valores superiores en todas las variables evaluadas.
- En la presión osmótica -5 bar influyó perjudicialmente en la capacidad de germinación y vigor en todas las especies estudiadas, principalmente en *Dolichos lablab* variedad negro, quien reflejó un efecto negativo por obtener mayor porcentaje de semillas sin germinar, menor vigor en índice de velocidad de emergencia, longitud media de radícula e hipocotilo y por ende menor peso seco, en cambio en *Dolichos lablab* variedad café solo influyó negativamente en el incremento de plántulas anormales debido a la insuficiencia de humedad dada a esta presión osmótica.

- En la presión osmótica -1 bar influyó positivamente en la especie *Vigna unguiculata* al incrementar su germinación y vigor con mayor longitud media radícula e índice de velocidad de emergencia.
- En la aplicación de Cloruro de Sodio (NaCl), la especie *Dolichos lablab* variedad negro tuvo un efecto negativo en su capacidad de germinación por la disminución de plántulas normales reflejando una escasa tolerancia a la salinidad; mientras que en la variedad café tuvo un menor efecto en su capacidad de germinación disminuyendo un poco el porcentaje de plántulas normales, lo cual puede indicar que esta especie es tolerante a la salinidad.
- Las especies estudiadas fueron afectadas en diferentes niveles en la capacidad de germinación y vigor aplicando diversas concentraciones de NaCl, mientras que el testigo con agua siempre mantuvo sus valores superiores en todas las variables evaluadas.
- En la concentración 300 mM de NaCl influyó negativamente en la capacidad de germinación y vigor en todas las especies estudiadas obteniendo menor porcentaje de plántulas normales, longitud media radícula, longitud media de hipocotilo y epicotilo.
- En la concentración 100 mM influyó positivamente en la especie *Dolichos lablab* variedad café al obtener mejores resultados en la velocidad de emergencia de plántulas por día, longitud media de radícula, hipocotilo y su tasa de crecimiento de plántula (peso seco).

LITERATURA CITADA

- Alam M.Z., Stuchbury T, Robert E L Naylor. 2006. Early identification of salt tolerant genotypes of rice (*Oryza sativa* L.) using controlled deterioration. *Experimental Agriculture*. 42:65-67.
- Álvarez B., J.R. 1991. Implementación de la metodología de cultivo “ In vitro” de embriones como una alternativa para seleccionar genotipos de maíz (*Zea mays* L.) tolerantes a sequía Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Álvarez E., Binder T., Perez S.1997. Legumes of the world. The Royal Botanic Gardens, Kew, Reino Unido. pag. 577. ISBN 1-900347-80.
- Ajmal. D and Ungar I. 1996. Effects of osmotic priming and ageing on onion seed germination *Ann Appl. Biol.* 108: 639-648.
- Akers S., W and Kevin H., E. 1986. SPS: A system for Priming seed using aerated polyethylene glycol or salt solutions. *Hort Sci.* 21:529-531.
- Ashraf M., Foolad M.R. 2005. Pre-Sowing Seed Treatment--A Shotgun Approach to Improve Germination, Plant Growth, and Crop Yield Under Saline and Non-Saline Conditions. *Advances in Agronomy*, San Diego, 223p.

- Banziger M., Edmeades G O, Beck D, Bellon M. 2000. Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize: From Theory to Practice. CIMMYT, México, DF, 68 p.
- Brocklehurst, A. P., Dearmen, J., Drew, K.L.R. 1987. Recent development in osmotic treatments of vegetables seeds. *Acta Horticulturae* 215:193-200.
- Campos H., M Cooper, J E Habben, G O Edmeades, J R Schussler. 2004. Improving drought tolerance in maize. *Field Crops Res.* 90: 19-34.
- Caseiro R., Bennet M and Marcos-Filho J.2004. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial quality. *Seed Sci. and Tech* 32:365.375.
- Cavallero, V., Mauromicale, G, di Vincenzo, G. 1994. Effects of seed osmoconditioning on emergence characteristics of the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Acta Horticultirae* 362:213-219.
- Charlson R.J., Schwartz, S.E, Hales, J.M. 1992. Climate Forcing by Anthropogenic Aerosols 5043: 423-430.
- Cheeseman, J.M. 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiology* 87:547-550.
- Consoli, L., Vieira, M.L.C, López de Souza, C.Jr. and García, A.A.F.1988. Tissue culture effects on quantitative traits in *Stylosanthes guianensis* (Leguminosae). *Brazilian Journal of Genetics*.19:469.
- Crowley, Thomas J., North, Gerald R. 1988. Abrupt Climate Change and Extinction Events in Earth History *Science* 4855: 996-1002.
- Figueroa V. U., Flores O. M.A., Palomo R. M. 2005. Metodología para evaluar la tolerancia a salinidad de cultivos en etapas tempranas de desarrollo. *Agrofaz*: 5: 133-140.
- Flowers, T.J, y. Yeo A.R. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: Where next? *Aust. J. Plant Physiol.* 22:875-884.

- Foolad, M.R, R.A. Jones. 1992. Parent-offspring regression estimates of heritability for salt tolerance during germination in tomato. *Crop Science* 32:439-442.
- Hansen, J., Sato, M, Kharecha, P. 2007. Climate change and trace gases, *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 365 (1866): 1925-1954.
- Hernández, G y Rodríguez, M. 1989. Efecto del Polietilenglicol 600 en la germinación de diferentes variedades de Frijol. *Revista de leguminosas*. 353:212-215.
- IPCC 2007. En Pachauri, R.K. y Reisinger, A.. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra: Cambridge University Press.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2004. International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.* 21. Supplement.
- 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.
- Jeannette S.B.J., R. Craig y J.P. Lynch. 2002. Salinity tolerance of *Phaseolus* species during germination and early seedling growth. *Crop Science* 42:1584-1504.
- Kay, D.E. 1979. *Crop and Product Digest No.3 - Food Legumes*. London Tropical Products Institute P.41.
- Lima M.G 1978. Estudo da resistencia a seca en cultivares de feijão *Phaseolus vulgaris* L. Tese Mag.Sc. Piracicaba – sp. Brasil, Universidad de Sao Paulo Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”.
- Marín J., Hernández A. 2007. A Acondicionamiento osmótico de semillas de Cebolla (*Allium cepa* L.). *Agricultura técnica en México*, enero – abril, año/vol. 33, número 001 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Texcoco, México. pp 63-71.

- Méndez-N., J.R., Ibarra-P., F.T. y Merazo P., J.F. 1997. Germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tres híbridos de maíz (*zea mays* .L.) bajo soluciones osmóticas. ii. sulfato de sodio. Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica, Universidad de Oriente, Maturín, 6201, estado Monagas, Venezuela.
- Mooler, A and Smith., C. 1998. Germination and priming of tomato, carrot, onion and sorghum seeds primed in an aerated different potentials of Polyethylene glycol 8000. Soc. Hort. Sci. 111:660-665.
- Mora A., F. I Hernández., 2006 Acondicionamiento osmótico de semilla de *Brassica oleracea* L. Revista Chapingo. Serie horticultura, enero-junio, año/vol. 12, número 001 Universidad Autonoma de Chapingo, Chapingo México pp. 105-112.
- Mora A., Rodriguez, J. E., Peña, A.; Campos, D. A. 2004 Acondicionamiento osmótico de semillas de papa (*Solanum tuberosum* L.) con solución salina. Revista Chapingo Serie Horticultura 10:15-21.
- Morgan, J.M 1980. Differences in adaptation to water stress within crop species. In: Adaptation of plants to water and high temperature stress. Turner, N.C. and P.J. Kramer (eds) J.Wiley and sons. N.Y 369 -382.
- Moreno M. 1996 Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas UNAM. México. Pp: 103-128.
- Núñez B.A 1984. El agua en el sistema suelo-planta-atmósfera. CAEVAG-INIA-SARH. Tema didáctico No. 17 Durango, Durango, México.
- Ozbigoł, N., Corbineau, F., Come, D. 1998. Responses of tomato seeds to osmoconditioning as relate to temperature and oxygen. Seed Science Research 8: 377-384.
- Parera, A. C., Cantliffe, D. J. 1994. Presowing seed priming. Horticultural Review 16: 109-141.
- Priano., F and Pilatti E, 1989. Plant responses to soil substrates. VIL Growth and ion uptake throughout plant development in two varieties of *Hordeum vulgare*. Australian Journal Biological Science 18:763.
- Rana M. and Richard A.J. 2003. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil 253: 201–218.

- Rivera D. 1988. Evaluación de inductores de presiones osmóticas, Polietilenglicol, Manitol y Sacarosa. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco México. 82p.
- Rodríguez, Q. J.L. 1989. Selección In vitro de genotipos de maíz (*Zea mays L.*) resistentes a sequía. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 61p.
- Rubén Sinclair. 1996. Relación Producción de Grano de Maíz, Forraje y Leche en un Sistema Agropastoril, Informe Final Proyecto ITR9310-2192, Tegucigalpa, MDC, Honduras. C.A.
- Saleki, R., P.G. Young y D.D. Lefebvre. 1993. Mutants of *Arabidopsis thaliana* capable of germination under saline conditions. *Plant Physiology* 101:839-845.
- Sairam, R.K. y Tyagi, A. 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Current Science.*, 86:407
- Tarquis, A M., Branford, K. J. 1992. Prehydration and priming treatments that advance germination also increase the rate of deterioration of lettuce seeds. *Journal of Experimental Botany* 43: 307-317.
- Tetepa, B. 1997. Evaluación de potenciales osmóticos de soluciones con Polietilenglicol en diferentes presiones. *Revista Chapingo serie Horticultura* 72:66-70.
- Thakur, A., Thakur, P.S., Sharway, J. 1997. Influence of seed osmoconditioning on germination potencial and seeding performance of bell peper. *Seed Research* 25: 25-30.
- Yanzmaz, R. 1994. Effects of pre-sowin PEG (polyethylene glycol) treatments on the germination and emergence rate and time of carrot seeds. *Acta Horticultrae* 362:229-234.
- Yeo, A.R. 1998. Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology. *Journal of Experimental Botany* 49:915-929.
- Zhu J.K, 2001. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6:66.

APENDICE

Tratamiento de polietilenglicol (PEG 8,000)

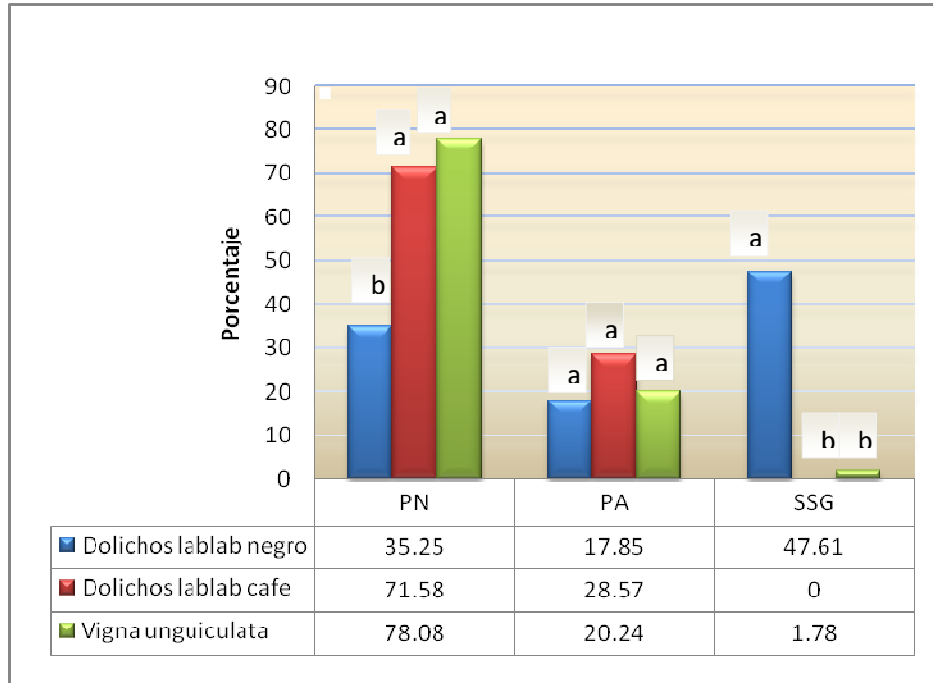


Figura A1 Respuesta para las variables de capacidad de germinación (plántulas normales, plántulas anormales, y semillas sin germinar) de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur con (PEG 8000) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

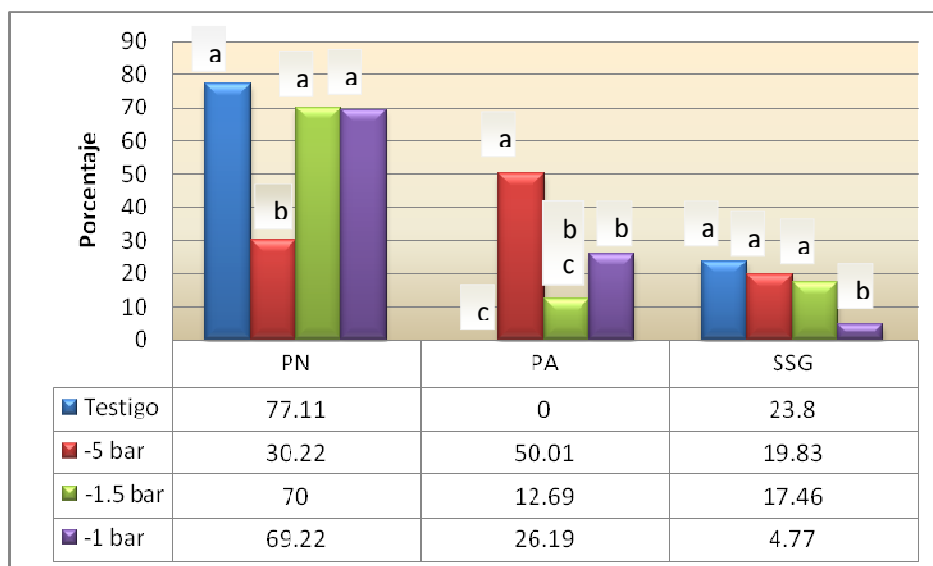


Figura A2 Respuesta para las variables de capacidad de germinación (plántulas normales, plántulas anormales, y semillas sin germinar) en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes presiones de sequía con (PEG 8000) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

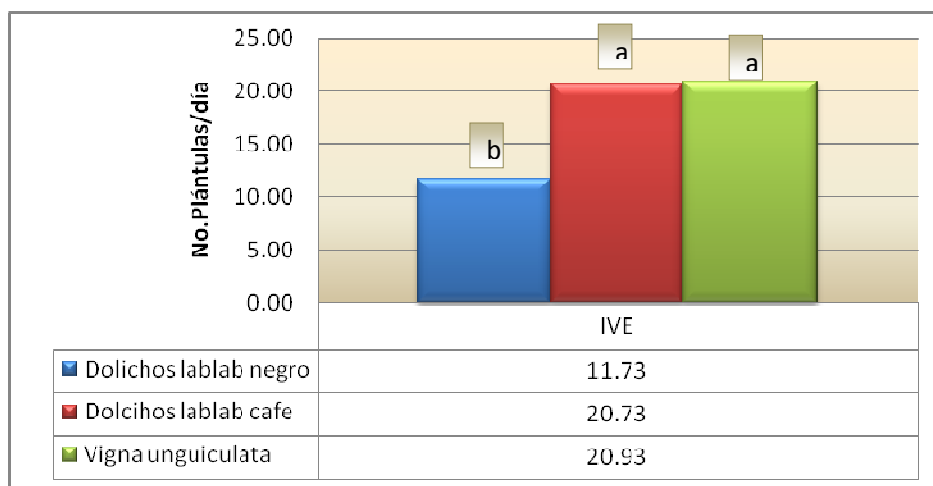


Figura A4 Respuesta para las variable índice de velocidad de emergencia (IVE) de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur con (PEG 8000) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

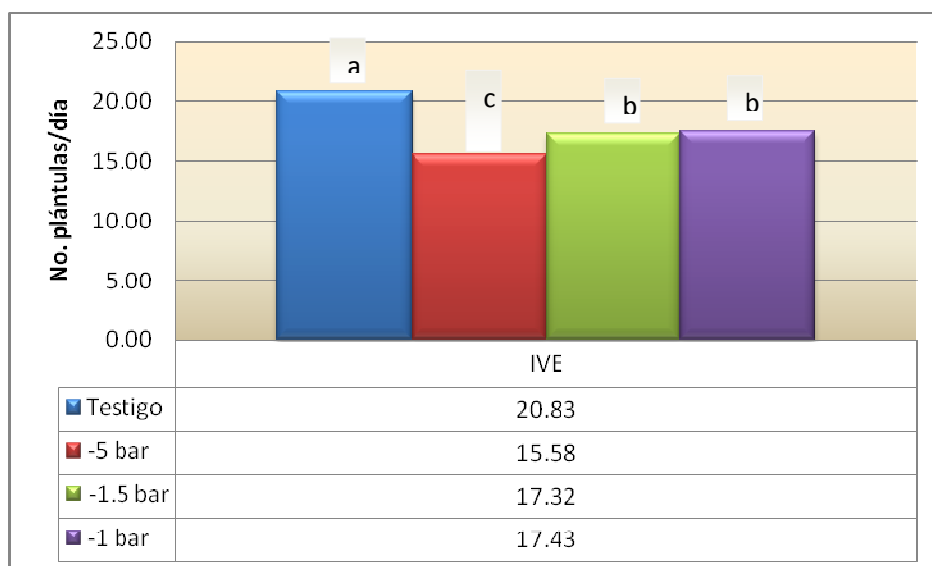


Figura A5 Respuesta para las variable índice de velocidad de emergencia (IVE) en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes presiones de sequía con (PEG 8000) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

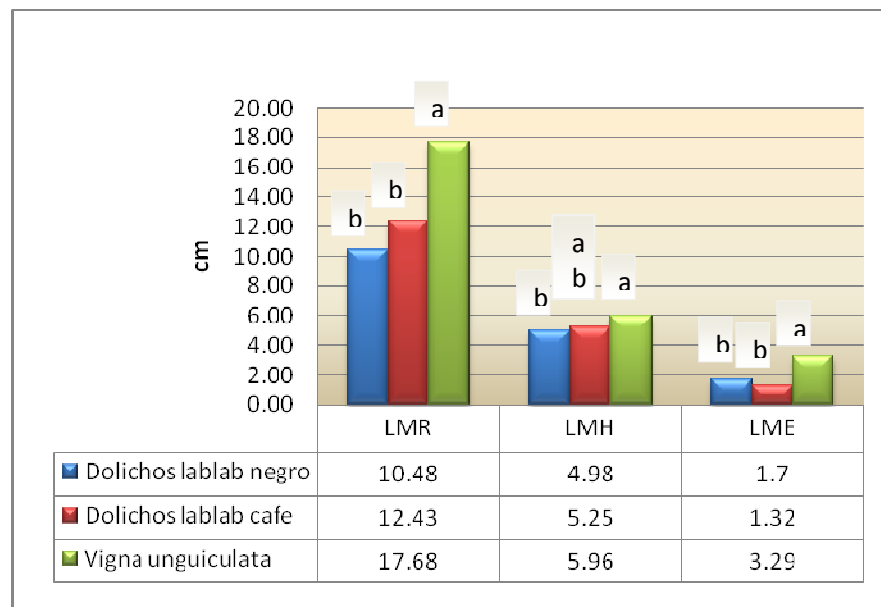


Figura A6 Respuesta para la variable vigor, (Longitud media de radícula, Longitud media de hipocotilo, y longitud media de epicotilo) de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur con (PEG 8000) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

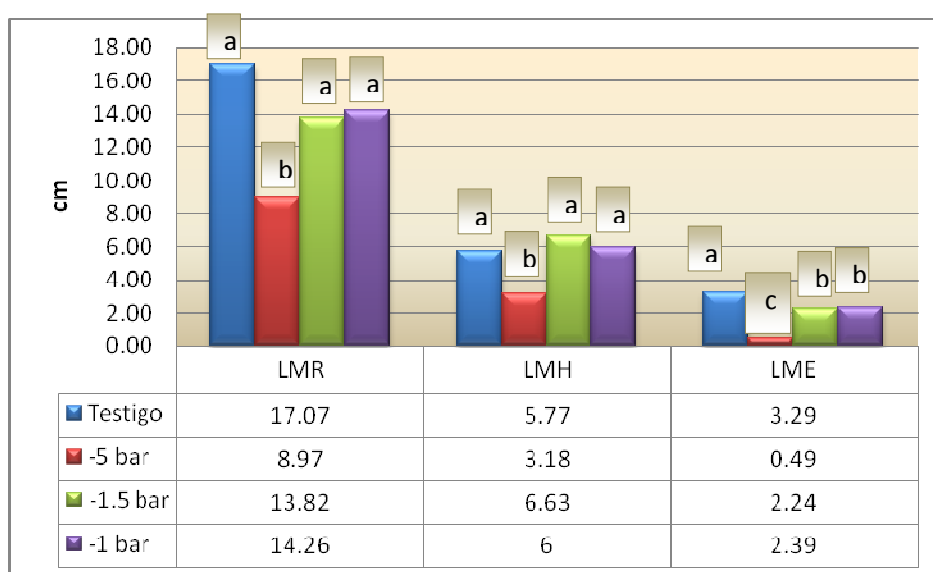


Figura A7 Respuesta para la variable vigor, (Longitud media de radícula, Longitud media de Hipocotilo, Longitud de Epicotilo) en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes presiones de sequía con (PEG 8000) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

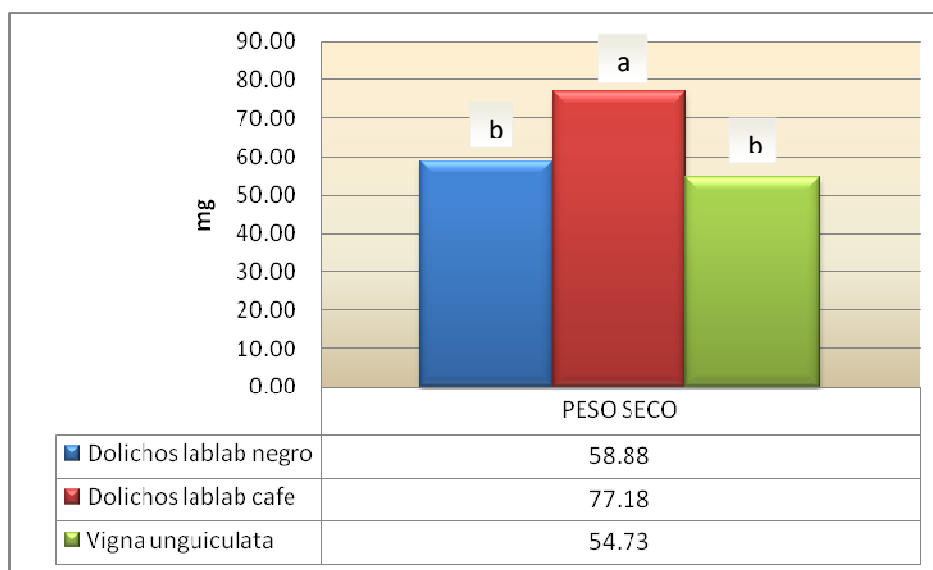


Figura A8 Respuesta para tasa de crecimiento de plántula (peso seco) de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur con (PEG 8000) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

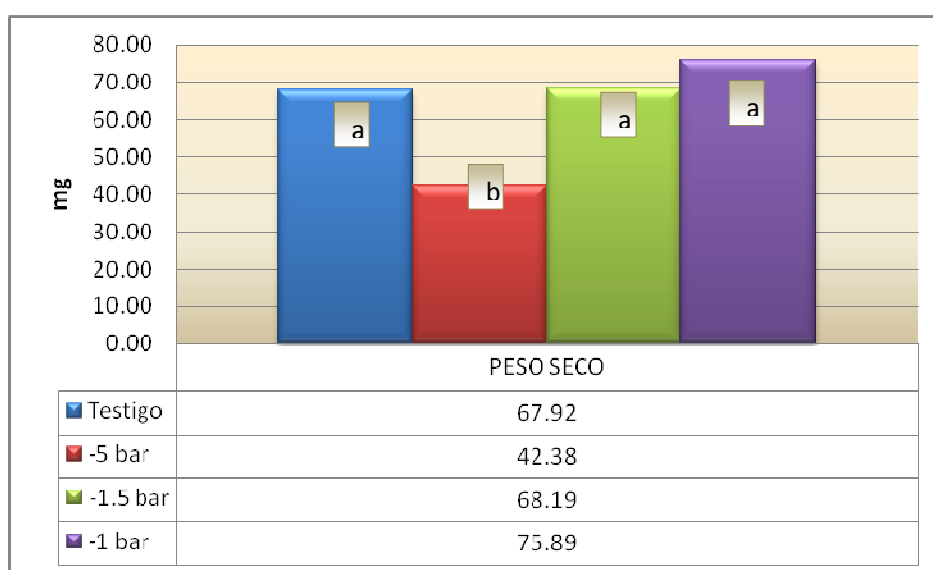


Figura A9 Respuesta para tasa de crecimiento de plántula (peso seco) en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes presiones de sequía con (PEG 8000) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

Tratamiento con cloruro de sodio (NaCl)

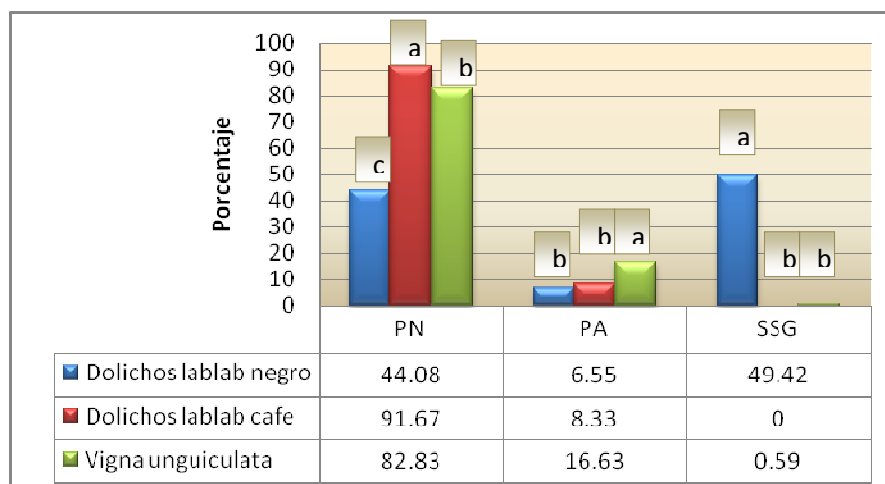


Figura A10 Respuesta para la prueba de capacidad de germinación (Plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar) de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur con (NaCl) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

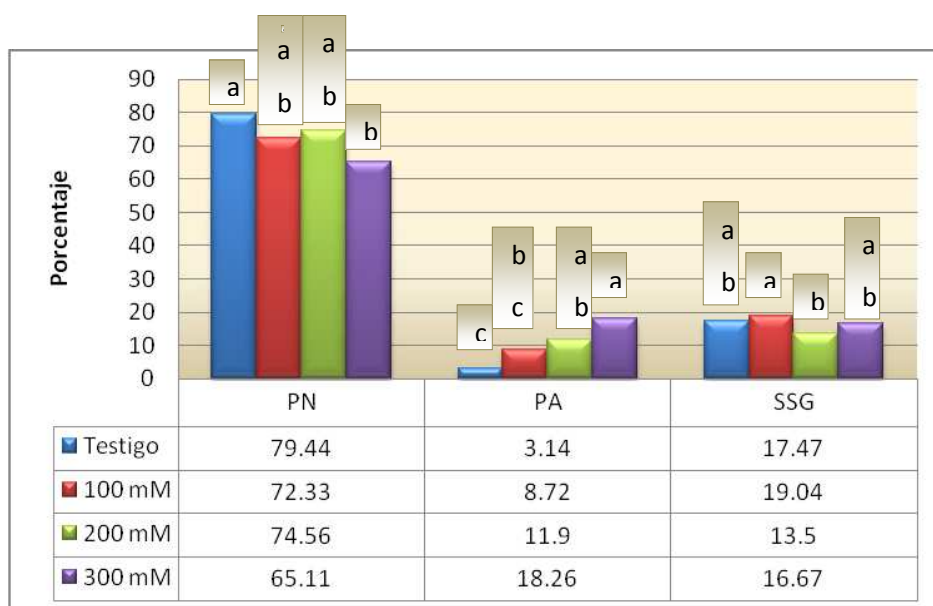


Figura A11 Respuesta para la capacidad de germinación (plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar) en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes concentraciones de salinidad con (NaCl) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

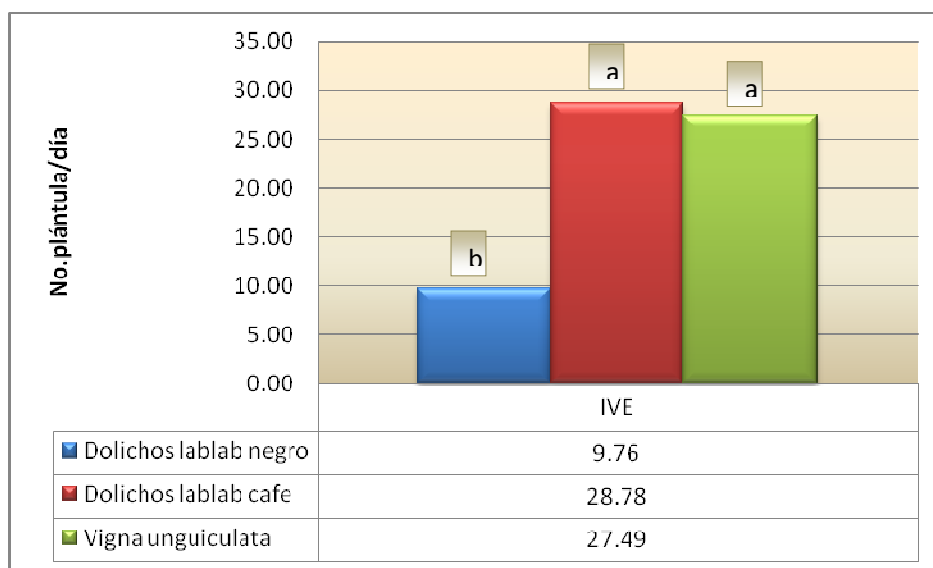


Figura A12 Respuesta para las variable Índice de velocidad de emergencia (IVE) de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur con (NaCl) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

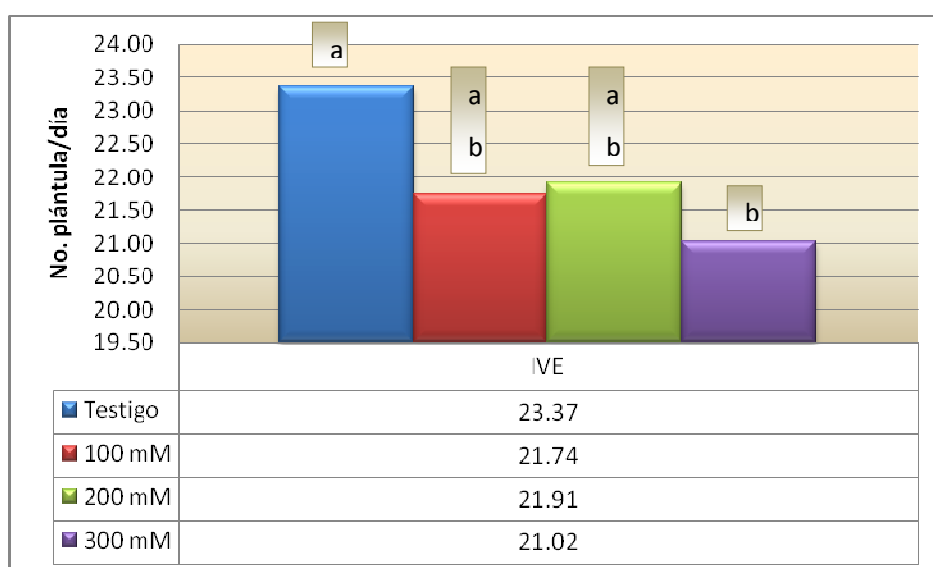


Figura A13 Respuesta para la variable Índice de velocidad de emergencia en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes concentraciones de salinidad con (NaCl) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

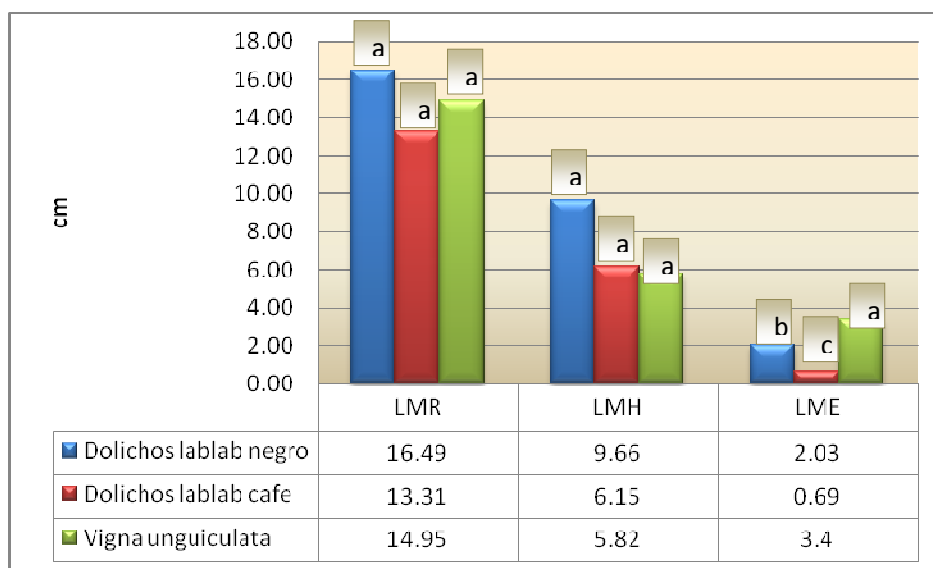


Figura A14 Respuesta para las variables Longitud media de Radícula, Longitud media de Hipocotilo y Longitud media de Epicotilo, de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur con (NaCl) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

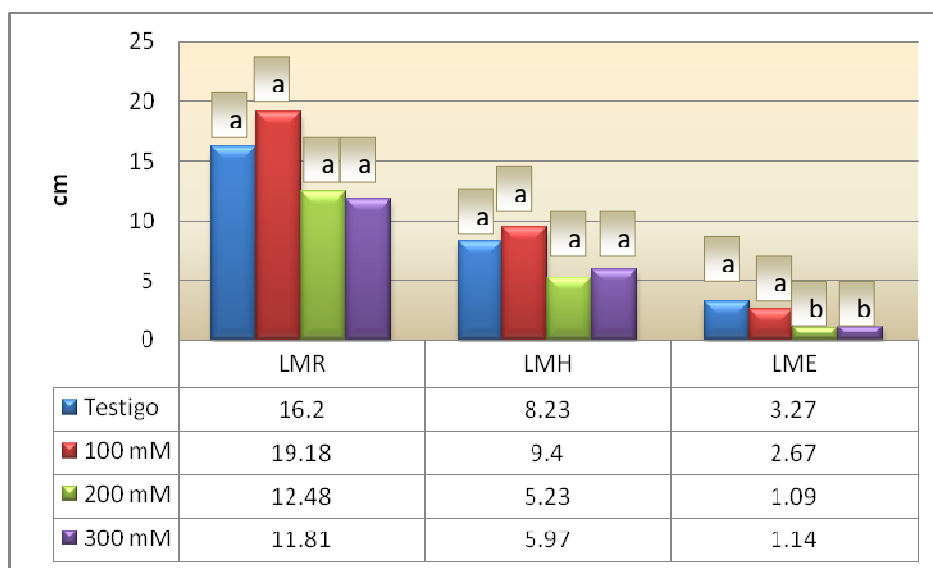


Figura A15 Respuesta para las variables Longitud media de radícula, Longitud media de hipocotilo y Longitud media de epicotilo) en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes concentraciones de salinidad con (NaCl) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

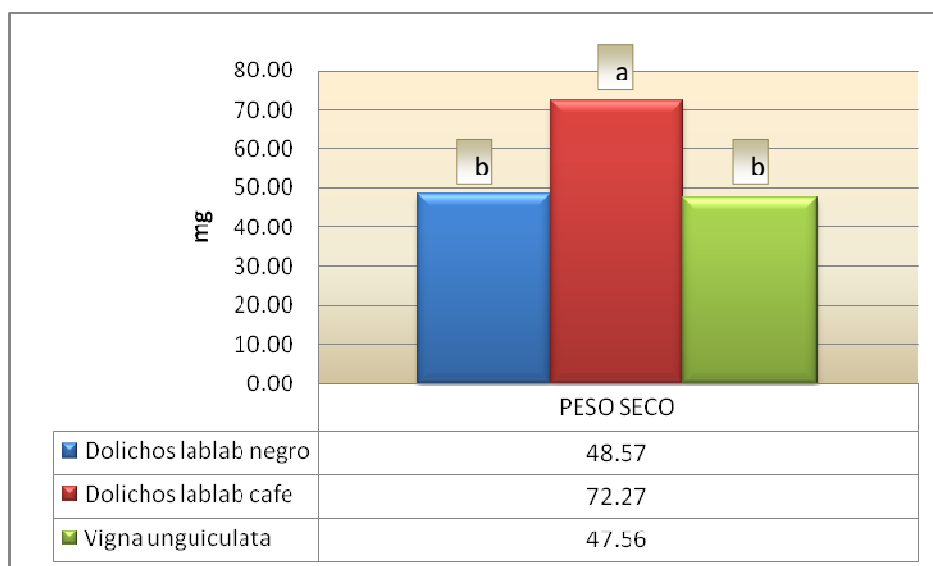


Figura A16 Respuesta para la Tasa de crecimiento de plántula (peso seco), de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur con (NaCl) bajo condiciones de laboratorio, 2009.

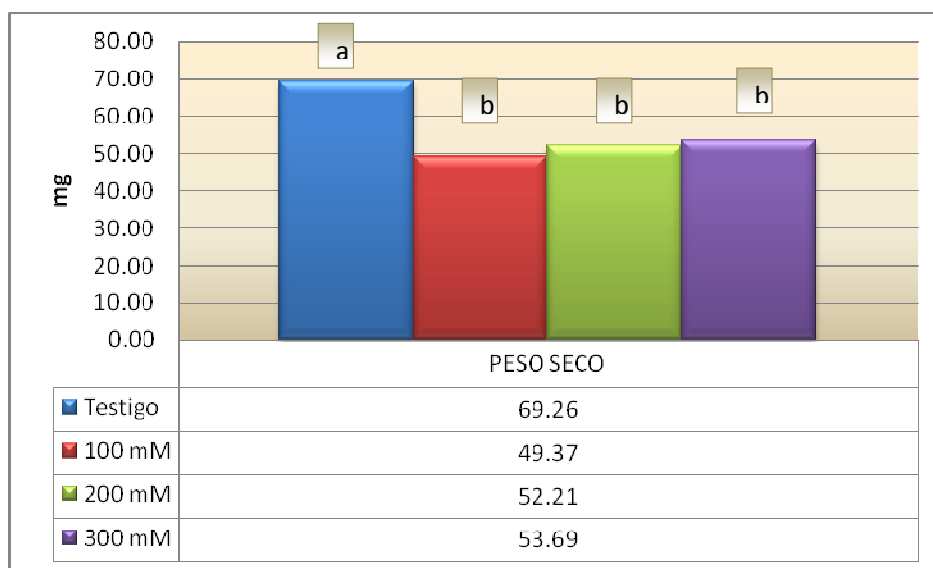


Figura A17 Respuesta para la tasa de crecimiento de plántula (peso seco) en la interacción de dos especies de leguminosas provenientes Baja California Sur en diferentes concentraciones de salinidad con (NaCl) bajo condiciones de laboratorio, 2009.