

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



**GERMINACIÓN y VIGOR DE SEMILLA DE DOS ESPECIES DE
GRAMÍNEAS FORRAJERAS BAJO DIFERENTES INTENSIDADES
DE SALINIDAD (KCL)**

Por:
ERNESTO RANGEL OLVERA

Tesis
Presentada Como Requisito Parcial para la Obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Noviembre de 2009

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

GERMINACION y VIGOR DE SEMILLA DE DOS ESPECIES DE GRAMINEAS
FORRAJERAS BAJO DIFERENTES INTENSIDADES DE SALINIDAD (KCL)

Presentado por:

Ernesto Rangel Olvera

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito Parcial
para Obtener el Titulo de:

INGENIERO AGRONOMO EN IRRIGACION

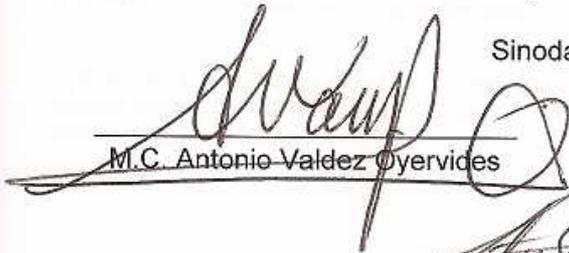
APROBADO POR:

Presidente del Jurado:

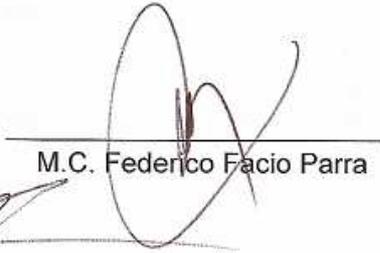


M.C. Lindolfo Rojas Peña

Sinodales:



M.C. Antonio Valdez Oyervides



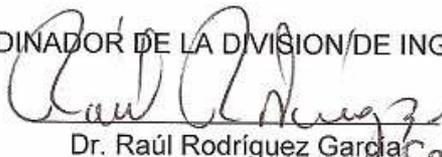
M.C. Federico Facio Parra



Ing. Santiago Ruiz Ramirez

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

COORDINADOR DE LA DIVISION DE INGENIERIA



Dr. Raúl Rodríguez García



Coordinación de
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Noviembre de 2009

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de todo corazón a Dios por ponerme en el camino siempre a todas esas personas sin las cuales no habría podido tener éste que es uno de mis mayores logros. Gracias Dios por estar conmigo en todo momento y por darme esa familia que representa mi fuerza para seguir luchando. Gracias Dios por darme salud y permitirme este lujo que es terminar una carrera profesional y te pido me ayudes a seguir siendo humilde y usar los conocimientos que he adquirido siempre para bien.

Agradezco a esta noble institución, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro “Alma Terra Mater” porque aquí se cumplió mi sueño de ser profesionista.

Agradezco de manera especial a mis asesores M.C. Antonio Valdez Oyervides, Ing. Santiago Ruíz Ramírez, M.C. Lindolfo Rojas Peña y al M.C. Federico Facio Parra por su valiosa colaboración en la realización del presente trabajo.

Agradezco también al Ing. Ricardo Vaquera Chavez a quien le tengo un profundo respeto por ser una persona ejemplar, por sus consejos y por todo el apoyo que recibí de su parte durante los cuatro años que duró mi estancia en esta institución.

También agradezco a todos los profesores de esta universidad por su labor que, desde mi punto de vista, es el más noble de los trabajos ya que dedican su tiempo a transmitir los conocimientos que han adquirido y que siguen adquiriendo a lo largo de sus vidas.

Agradezco a mis papás, a mis hermanos, a mi esposa e hijo y todos mis familiares que de alguna manera han contribuido para que yo haya obtenido este logro que siempre fue uno de mis más grandes sueños.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Amalia Olvera Rangel y José Rangel Franco

Por todo su apoyo y amor que me han brindado incondicionalmente desde siempre, por hacerme sentir fuerte aún cuando me ven decaído, por confiar siempre en mí, por hacer de mí una persona de bien, por sus consejos, porque nunca me darán la espalda,..., por todo **¡GRACIAS!. Que Dios los bendiga siempre.**

A mi hijo:

Hugo Ibrian Rangel Ventura

Por ser el regalo máspreciado que Dios me ha dado y por quien deseo seguir luchando para poder ofrecerle un futuro mejor que el mío. Te pido Diosito que lo bendigas siempre y que me ayudes a ser un padre ejemplar.

A mi esposa:

Elizabeth Ventura Ríos

Por estos cuatro años que has luchado a mi lado para poder llegar hasta donde estoy, por compartir tu vida conmigo y brindarme siempre tu cariño y amor haciéndome mas fuerte, por confiar en mí y por ser una gran amiga. Que Diosito te bendiga y nos de muchos años más juntos.

A mis hermanos: Sandra, Yolanda y su esposo Manolo, Leopoldo, Eduardo y Adriana, les agradezco todo este tiempo que me han apoyado y brindado su amistad incondicional y por compartir conmigo cada logro, les deseo lo mejor de la vida y que Diosito siempre los bendiga.

A mis abuelitos con todo mi respeto y cariño: Cirila Rangel Rojas(†) y J. Pueblito Olvera Espinoza, y J. Guadalupe Rangel Moreno(†) y Ausencia Franco Rangel(†), por todas las bendiciones que he recibido de Dios por parte de ellos. Por todos sus consejos mil gracias y le pido a Dios que los bendiga siempre.

A mis suegros Doña Fidela Rios y Don Andres Ventura y mis cuñados, por sus consejos y el apoyo que me han brindado desde que los conozco, estoy muy agradecido con ustedes y les deseo que Diosito los siga bendiciendo por siempre así como a los abuelitos de mi esposa.

A mis tíos Josefina Lira Hurtado (“Chupina”) y Javier Olvera Rangel quienes para mí han sido como mis padres por brindarme cariño y apoyarme siempre en todo incondicionalmente y compartir con alegría mis logros, siempre estaré agradecido con ustedes. **A David (“Greñudo”)** por todo su apoyo, **a Pueblito (“Gertrudis”)**, a mi madrinita **Esperanza**, **a Ismael y Angela (“Anyela”)** por tantas palabras de aliento y el apoyo que me han brindado, **a Octavio y Manuela**, a mis compadres y tíos (**Rafael y Erlinda**), a mi tía **Imelda (“Imeldogra”)** por ser siempre tan sonriente y brindarme su cariño y apoyo desde siempre, **a Juani** que siempre me animó a seguir estudiando y a todos mis tíos que no he nombrado, que Dios les siga Bendiciendo y les de dicha en sus vidas.

A todos mis primos(as) que todo el tiempo me han brindado su amistad y apoyo y me han demostrado ser unos grandes amigos, **a Oscar (“Oscardos”)**, **a Sergio**, **a Armando**, **a Oswaldo (“Oso”)**, **a Cecilia (Sexiliogra)**, **a Rosalia (“Rosaliogra”)**, **a Paty**, **a Octavio (“El Chino”)** y de una manera muy especial **a Ana Laura (“Lola”)** quien a su corta edad ha demostrado ser una señorita con una madurez ejemplar y nos ha apoyado a mi esposa y a mí de mil maneras, muchísimas gracias Lola y esperamos saber corresponderte de alguna manera cuando lo necesites, que Diosito te bendiga y te guíe siempre en tu andar por la vida y te regrese toda la ayuda que nos has dado multiplicada por mil. Eres una gran persona.

A mis amigos: **Arturo (“Tintan”)** quien considero mi mejor amigo por todo el tiempo me ha brindado su amistad y haber compartido conmigo tantos momentos buenos y ayudarme a superar los no tan buenos, **a Armando (“Poni”)**, **Rolando (“Carnal”)**, **Monica (Monicada)**, **Teresa**, **Anamaria**, **Emilia**, **Eduardo**, **Luz y Dominga** por su amistad y su forma tan madura y ejemplar de ver y vivir la vida, **a Edwin** por ser uno de los mejores amigos que he tenido y apoyarme en tantas cosas en el poco tiempo que lo conozco, **a Juan** por brindarme su amistad y apoyo desde que lo conozco (“Eres un gran amigo Juanillo échale ganas”), **a Julio y a Galileo** por su valiosa amistad que me han brindado desde que los conozco, **Sandra Colchado Morales** a quien admiro y considero una gran amiga y una persona ejemplar así como a sus padres **Don Daniel Colchado y Doña Lupe Morales**. **A todos que Diosito los bendiga siempre.**

ÍNDICE	pag.
Índice de tablas.....	VII
Índice de figuras.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
RESUMEN.....	1
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Salinidad en el mundo.....	4
Salinidad en México.....	5
Salinidad en los cultivos.....	6
Salinidad en gramíneas forrajeras.....	8
Efectos de la salinidad en germinación y vigor.....	10
Medición de la conductividad eléctrica.....	12
Estudios relacionados.....	14
MATERIALES Y METODOS	19
Localización.....	19
Metodología de siembra.....	19
Descripción de las especies de estudio.....	21
Braquearia 1 (<i>Brachiaria brizantha</i> L.)	21
Zacate Guinea Var. Tanzania (<i>Panicum maximum</i> L.).....	22
Parámetros a evaluar.....	23
Etapas de laboratorio.....	23
Vigor.....	23
Capacidad de germinación (CG %).	23

Plántulas Normales (PN)	24
Plántulas Anormales (PA)	24
Semillas Sin Germinar (SSG)	25
Índice de Velocidad de la Germinación (IVG)	25
Primer Conteo (PC)	25
Longitud Media de Plúmula (LMP)	26
Longitud Media de Radícula (LMR)	26
Etapas de invernadero	26
Vigor	26
Capacidad de Germinación (CG %)	27
Plántulas Normales (PN)	27
Plántulas Anormales (PA)	27
Semillas Sin Germinar (SSG)	28
Primer Conteo (PC)	28
Índice de Velocidad de Germinación (IVG)	28
Longitud Media de Plúmula (LMP)	29
Longitud Media de Radícula (LMR)	29
Diseño experimental	29
Modelo estadístico	30
RESULTADOS Y DISCUSION	31
Etapas laboratorio	31
Etapas invernadero	46
Conclusiones	62
Bibliografía	64

ÍNDICE DE TABLAS

pag.

Tabla 1.	Concentración de comparación de cuadrados medios de las variables evaluadas por especie para vigor en laboratorio.....	32
Tabla 2.	Concentración de comparación de cuadrados medios de las variables evaluadas por tratamiento para vigor en laboratorio.....	33
Tabla 3.	Cuadrados medios de las variables estudiadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de laboratorio.....	34
Tabla 4.	Cuadrados medios de las variables estudiadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio.....	35
Tabla 5.	Comparación de cuadrados medios de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de laboratorio por especie.....	36
Tabla 6.	Comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de laboratorio por tratamiento.....	38
Tabla 7.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio por especie.....	40
Tabla 8.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio por tratamiento.....	44

Tabla 9.	Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas por especie, en invernadero.....	47
Tabla 10.	Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas, por tratamiento, en invernadero.	48
Tabla 11.	Cuadrados medios de las variables estudiadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de Invernadero.	49
Tabla 12.	Cuadrados medios de las variables estudiadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero.	49
Tabla 13.	Comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de invernadero por especie.	51
Tabla 14.	Comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de invernadero por tratamiento.	53
Tabla 15.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.	55
Tabla 16.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por tratamiento.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

pag.

Figura 1.	Comparación de cuadrados medios de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de laboratorio por especie.	36
Figura 2.	Comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de laboratorio por tratamiento.	38
Figura 3.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio por especie.	40
Figura 3.1.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio por especie.	41
Figura 4.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio por tratamiento.	44
Figura 4.1.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio por tratamiento.	45
Figura 5.	Comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de invernadero por especie.	52
Figura 6.	Comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de invernadero por tratamiento.	54

Figura 7.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.	56
Figura 7.1.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.	56
Figura 7.2.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.	57
Figura 8.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.	60
Figura 8.1.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.	61
Figura 8.2.	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.	61

RESUMEN

La salinidad de los suelos es un problema mundial, nacional en México y regional en el centro y norte del país. El uso de algunos cultivos forrajeros en el mejoramiento de suelos salinos y/o sódicos, representa una alternativa económica y sustentable, ya que además de reducir la salinidad pueden ser aprovechados como cultivos de amplia cobertura en grandes extensiones de suelo, para la disminución de la erosión y la producción de forraje para el ganado.

El objetivo de este trabajo fue Evaluar el efecto de cinco diferentes concentraciones de salinidad (KCL) en la germinación y vigor de dos especies de semilla de gramíneas forrajeras (Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) y Zacate Guinea Var. Tanzania (*Panicum maximum* L.),).

En cuanto a los parámetros evaluados se llevaron acabo en el laboratorio e invernadero y las variables fueron: Capacidad de Germinación (CG %), Plántulas Normales (PN), Plántulas Anormales (PA), Semillas Sin Germinar (SSG), Índice de Velocidad de la Germinación (IVG), Primer Conteo (PC), Longitud Media de Plúmula (LMP), Longitud Media de Radícula (LMR) y Peso seco de Plántula.

La información obtenida de las variables estudiadas en el presente trabajo fue analizada estadísticamente mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial, con cuatro repeticiones usando el modelo estadístico completamente al azar con arreglo factorial ($Y_{ij} = \mu + a_i + b_j + a_i b_j + E_{ij}$). Las variables que presentaron

significancia fueron analizadas con una prueba de rango múltiple (Tukey $P < 0.01$) para la comparación de medias (Steel y Torrie, 1986).

Los análisis de varianza se realizaron mediante el paquete estadístico SAS versión 6.0 (1989).

De acuerdo a los resultados obtenidos a concentraciones de 5 y 10 ds/m se incrementa la longitud de radícula en las plántulas mientras que la longitud de plúmula es afectada significativamente a partir de 5 ds/m. En invernadero se observó que la respuesta fisiológica de la semilla fue menor que en laboratorio. La germinación y emergencia en laboratorio e invernadero respectivamente, comenzaron a disminuir significativamente a concentraciones mayores de 5 ds/m.

Palabras Clave: *Gramineas, Germinación, Vigor, Salinidad.*

INTRODUCCION

La salinidad de los suelos es uno de los factores que limita actualmente la agricultura en grandes extensiones de tierra. A nivel mundial una superficie de aproximadamente 897 millones de hectáreas presenta algún grado de salinidad. En México se considera que un 10 % del área irrigada está afectada por salinidad y de ésta el 64 % se localiza en el norte del país (Téc. Pecu. Méx., 2007). Varias son las causas vinculadas a los procesos de salinización, entre las cuales es posible citar un excesivo empleo de fertilizantes, uso de agua de mala calidad, mal drenaje y tala de vegetación arbórea (Tanwar, 2003). El uso de algunos cultivos forrajeros en el mejoramiento de suelos salinos y/o sódicos, representa una alternativa económica y sustentable, ya que además de reducir la salinidad pueden ser aprovechados como cultivos de amplia cobertura en grandes extensiones de suelo, para la disminución de la erosión y la producción de forraje para el ganado. Es importante mencionar que no todas las especies germinan fácilmente ya que algunas presentan ciertos mecanismos que les impiden hacerlo, estas semillas se conocen como latentes (durmientes) y para germinar requieren de un manejo especial. En general a menor latencia existe una mayor germinación.

Según Téc. Pecu. Méx. (2004) desde su origen, el principal uso que se ha dado a la familia de las gramíneas ha sido como fuente de forraje para la alimentación del ganado. Es precisamente su utilización como fuente de energía para el ganado doméstico y fauna silvestre, lo que convierte a las gramíneas forrajeras en el grupo de plantas más importante para el hombre.

La salinidad de los suelos es un problema mundial, nacional en México y regional en el centro y norte del país. El problema se agudiza en las zonas áridas y semiáridas, donde los suelos presentan drenaje deficiente y alta evaporación; Sin embargo, los suelos salinos y/o sodicos no se restringen a las regiones áridas y semiáridas, por lo que aparece en regiones húmedas (tropicales y sub tropicales), principalmente en áreas adyacentes a las costas (lagos de agua salada, lagos, estuarios, ríos, arroyos y lugares donde el manejo del agua de riego es inadecuado, a latitudes mayores de los mencionados.

Con el propósito de plantear una alternativa para el mejoramiento, cobertura vegetal de los suelos salinos y alimentación del ganado, en el presente estudio se evaluó la capacidad de germinación y vigor de semillas de Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) y Zacate Guinea Var. Tanzania (*Panicum maximum* L.), bajo condiciones de diferentes grados de salinidad (KCL) tanto en laboratorio como en invernadero con los siguientes objetivos, hipótesis y metas.

Objetivo

Evaluar el efecto de cinco diferentes concentraciones de salinidad (KCL) en la germinación y vigor de dos especies de semilla de gramíneas forrajeras (Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) y Zacate Guinea Var. Tanzania (*Panicum maximum* L.),).

Hipótesis

Tanto la germinación como el vigor de las semillas de gramíneas forrajeras se verán reducidos a medida que la concentración (KCL) aumenta.

REVISION DE LITERATURA

Los forrajes son de gran importancia económica, a raíz de la problemática que presenta, es importante generar nuevas tecnologías para poder recomendar en un momento dado la especie tolerante a este tipo de problemas. Por lo anterior es prioridad buscar alternativas de solución para contrarrestar los efectos desfavorables de la salinidad para la producción de cultivos en general.

Salinidad en el mundo

Según Técnica Pecuaria Méx., (2007), a nivel mundial una superficie de aproximadamente 897 millones de hectáreas presenta algún grado de salinidad.

Munns, (2005) y FAO, (2000) confirman lo anterior por lo que menciona que en muchas áreas del mundo dedicadas a la agricultura la obtención de buenos rendimientos, así como también el poder cultivar una amplia variedad de especies, cada vez está teniendo más restricciones debido a la salinización de los suelos. Se estima que sobre 800 millones de hectáreas en el planeta están afectadas por sales, de estas 397 millones lo son por problemas de salinidad y 434 millones por condiciones asociadas a sodicidad. Varias son las causas vinculadas a estos procesos de salinización, entre las cuales es posible citar un excesivo empleo de fertilizantes, uso de agua de mala calidad por el exceso de sales, mal drenaje y tala de vegetación arbórea.

FAO (2000) recalca que de las 220 millones de hectáreas bajo riego en el mundo, casi la mitad esta en condiciones inadecuadas para ser cultivadas debido a los procesos degradativos del contenido de sales de los mismos. Así mismo, existen alrededor de 300 millones de hectáreas afectadas en todo el mundo que ocupan aproximadamente el 39 % de la superficie total de las regiones áridas y semiáridas. Sin embargo, los suelos salinos y/o sodicos no se restringen a las regiones áridas y semiáridas, por lo que aparece en regiones húmedas (tropicales y sub tropicales), principalmente en áreas adyacentes a las costas (lagos de agua salada, lagos, estuarios, ríos, arroyos y lugares donde el manejo del agua de riego es inadecuado, a latitudes mayores de los mencionados.

Salinidad en México

Técnica Pecuaria Méx., (2007) considera que en México un 10 % del área irrigada está afectada por salinidad y de ésta el 64 % se localiza en el norte del país

En México es prioridad mejorar la tecnología en todas las áreas de la producción agrícola y por consiguiente incrementar el rendimiento. Uno de los muchos problemas que se afronta en la actualidad es la degradación de los suelos agrícolas por muchos factores en los que podemos considerar la salinidad del suelo y la falta de aeración del mismo por mantos freáticos elevados que propician merma en rendimiento.

La región árida y semiárida de México comprende aproximadamente el 40 % del territorio Nacional, lo que equivale a 783,508 Km², el clima de esta región es seco y

árido y la precipitación pluvial varía de 50 a 600mm anuales, por lo que el coeficiente de agostadero varía de 40 a 80 hectáreas por unidad animal.

La superficie total de suelos salinos en México es de aproximadamente 3 millones de hectáreas, lo que representa más del 10 % de la plataforma continental del país.

Muchas de las tierras salinas permanecerán saladas por muchos años a pesar de los tratamientos de drenaje y captura de agua, esto debido a los altos niveles de sal en el suelo y el bajo rango de lixiviación obtenido, bajo las condiciones de precipitación presentes. Por lo tanto estas tierras pueden hacerse productivas mediante la siembra de especies tolerantes a la salinidad.

Puesto que en México los suelos afectados con este tipo de problemas alcanzan una superficie aproximada al 40 % del total del área cultivada, es sumamente importante realizar estudios sobre la importancia de la salinidad en nuestro país.

Según Parsons (1992) los problemas de salinidad en los suelos son muy comunes en las zonas áridas y semiáridas, pero los suelos afectados con sales también pueden estar presentes en zonas con clima húmedo, especialmente en la costa.

Salinidad en los cultivos

Maas (1986) menciona que el incremento paulatino de la salinidad del suelo o la necesidad de emplear aguas de riego con una concentración de sales superior a la aconsejada limita el potencial de producción de los cultivos, en su mayoría especies glicófitas seleccionadas por su rápida tasa de crecimiento y alto rendimiento.

Según Gupta (1990) la salinidad es uno de los problemas ambientales más antiguos de la humanidad que limita la distribución de las plantas en la naturaleza y la productividad de los cultivos.

González, L. y R. Ramírez. (1996) agregan que las plantas sometidas a salinización son afectadas desde la germinación hasta estados más avanzados del desarrollo. En el caso de la semilla se reduce la velocidad de imbibición de la semilla y por ende se presenta una disminución en la velocidad de la germinación, debido al efecto osmótico. Los procesos de división y alargamiento celular también pueden presentar alteraciones, así como la movilización de las reservas indispensables para que ocurra el proceso germinativo.

Andrade (1992) Menciona que las sales solubles pueden tener efectos sobre las plantas en crecimiento debido a los iones perjudiciales para la especie, cuando las plantas se desarrollan bajo condiciones de salinidad, unos de los síntomas mas característicos es la inhibición del crecimiento producido por sales.

Horst y Dunning (1989) dice que el efecto de la salinidad sobre el crecimiento de las plantas es proporcional a la concentración salina y varía entre y dentro de especies.

Según Ungar (1978) las etapas de germinación y crecimiento inicial resultan críticas en ambientes con abundante contenido de sales, al afectar el poder germinativo y la tasa de germinación.

De acuerdo a Dodd y Donovan (1999), un incremento de la salinidad generalmente reduce la germinación, dos procesos regulan esta reducción: los efectos osmóticos debidos a una disminución del potencial de solutos del suelo, creando un estrés hídrico para la planta y los efectos iónicos debidos a la absorción y/o acumulación de iones por la semilla o las plántulas.

Además de los factores ya mencionados, que tienen una respuesta negativa a la germinación, es importante mencionar el tipo de suelo en el que se lleva a cabo este proceso, por lo que en la actualidad el efecto de salinidad de un suelo sobre la germinación han adquirido mucha importancia, como resultado de este factor desfavorable se obtienen bajos rendimientos en semillas y otras partes de las plantas.

Salinidad en gramíneas forrajeras

Las gramíneas forrajeras que se explotan en suelos salinos no se encuentran ajenas a una disminución en su establecimiento, no obstante que son medianamente sensibles a las sales y que presentan un umbral respecto al contenido total de sales, cuantificadas en el extracto de saturación del suelo y expresadas como conductividad eléctrica (CEs).

Singh y Chatrath (2001), afirman que las especies cultivadas en áreas con problemas de salinidad provoca en las plantas un sinnúmero de efectos fisiológicos, morfológicos y bioquímicos, tales como disminución de la fotosíntesis, una producción de granos y/o forraje deficiente además de cambios cuantitativos y

cualitativos en la síntesis de proteínas por cambios en la expresión de genes a causa de la salinidad, entre otros.

Por otro lado, Cuartero y Fernández-Muñoz (1999); escriben que, a nivel de germinación, a medida que aumenta la concentración de sales en el medio, el porcentaje de germinación disminuye y el periodo en que este proceso se lleva a cabo se prolonga. Estas respuestas se observan tanto en especies cultivadas como en las silvestres. A nivel de raíces, las sales alteran la absorción de agua afectando el crecimiento de estos órganos; también actúan produciendo efectos tóxicos. También mencionan que la magnitud de las respuestas de las plantas se encuentra estrechamente relacionada a la concentración de las sales, a la duración del estrés a que están expuestas y a la especie o cultivar que se trate.

Romero (2001) dice que la parte aérea de las gramíneas igualmente es afectada por la salinidad: las plantas alcanzan una menor altura, las hojas se presentan en menor número y a la vez manifiestan una disminución en su densidad estomática en la cara adaxial además de presentar clorosis y necrosis principalmente en los bordes de las hojas.

Romero (2001) agrega que el área foliar también disminuye y que en general las sales afectan adversamente en su rendimiento.

Aguilar (1992) menciona que en nuestro país los problemas de ensalitramiento han adquirido una magnitud considerable ya que cuando se inicio el riego a grandes

extensiones, no se tomaron en cuenta sus causas y efectos ocasionados, por lo que no eran bien entendidos y se le dio poca importancia al problema que presentaba.

Esto ha provocado en la actualidad que el 35 % de la superficie bajo riego se encuentre afectada en mayor o menor grado, disminuyendo notablemente la productividad de algunos distritos agropecuarios y causando pérdidas económicas considerables al país.

Las sales solubles pueden tener efectos sobre las plantas en crecimiento debido a los iones perjudiciales para la especie que se trate. Cuando por cualquier causa se interrumpe el drenaje de los suelos sobre todo en regiones áridas, se favorece la acumulación de sales en la superficie, es por eso que durante los periodos secos los suelos de regiones cálidas y áridas, están cubiertas con un alto contenido de salinidad a modo de corteza, que se disuelve en el agua del suelo cada vez que este se humedece.

Efectos de la salinidad en germinación y vigor

Serrato (1995) menciona que los factores que hacen variar el vigor en la semilla esta el genotipo, ya que éste tiene un efecto determinante, la madurez fisiológica en que éste fuera cosechado, así como los daños que puedan sufrir por efectos de factores ambientales.

Moreno (1996), define la germinación, como la emergencia y desarrollo de las estructuras esenciales provenientes del embrión y que manifiestan la capacidad

de la semilla para producir una plántula normal bajo condiciones favorables.

Mientras la International Seed Testing Association (ISTA) (2004), señala que la germinación de semillas, es la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indican que son o no capaces de desarrollarse en una planta satisfactoria y productiva bajo condiciones favorables de suelo y clima.

Prisco y O'Leary (1970) indican que un alto contenido de sales en el suelo, especialmente cloruro de sodio, puede inhibir la germinación no solamente debido a la sequía fisiológica como también debido a una disminución del potencial hídrico sino también debido al aumento de la concentración de iones en el embrión, ocasionando un efecto tóxico. Falleri (1994) agrega afirmando que el déficit hídrico ocasiona una prolongación de la fase estacionaria del proceso de imbibición por causa de la reducción de la actividad enzimática y consecuentemente, un menor desenvolvimiento meristemático y atraso en la profusión de la radícula.

Cavalcante y Perez (1995) afirman que la salinidad influencia significativamente la respuesta germinativa de la semilla, un exceso de sales solubles provoca una reducción del potencial hídrico del suelo, induciendo una menor capacidad de absorción de agua por las semillas. Esta reducción del potencial hídrico y de los efectos tóxicos de las sales interfiere inicialmente en el proceso de absorción de agua por las semillas influenciando la germinación.

Guerra (1993) y Lucero (1970) en uno de sus escritos mencionan que por lo general, la mayoría de las plantas son más sensibles a la salinidad durante la germinación y emergencia, que en las últimas etapas de desarrollo. La salinidad produce una disminución en porcentaje de semillas germinadas y un aumento en el tiempo de germinación y emergencia, así como una disminución en la tasa de absorción de agua por las semillas en germinación.

Por su parte Aceves (1979) afirma que a niveles moderados de sales en el suelo generalmente retardan la germinación sin afectar el porcentaje de la misma, pero en concentraciones elevadas retardan la germinación y además afectan notablemente el porcentaje de emergencia, dependiendo del cultivo.

De igual manera Basnayake *et al.* (1994) mencionan que la ocurrencia excesiva de sales solubles en el suelo causa una reducción en el potencial osmótico y como consecuencia, una reducción en el gradiente del potencial entre el suelo y la semilla, dificultando el proceso de imbibición y comprometiendo la germinación.

Medición de la conductividad eléctrica

Dorronsor (2008) menciona que la conductividad eléctrica ha sido el parámetro más extendido y el más ampliamente utilizado en la estimación de la salinidad. Se basa en la velocidad con que la corriente eléctrica atraviesa una solución salina, la cual es proporcional a la concentración de sales en solución. Hasta hace unos años se expresaba en mmhos/cm., hoy día las medidas se expresan en dS/m. (dS/m =

decisiemens/metro), siendo ambas medidas equivalentes ($1 \text{ mmhos/cm.} = 1 \text{ dS/m}$). Por tanto la CE_s refleja la concentración de sales solubles en la disolución.

Por su parte Báez (2002), menciona algo similar en cuanto a las unidades de medida para la salinidad de suelos, argumentando que el mmhos cm^{-1} es utilizado para expresar el contenido salino de un suelo y es numéricamente igual a dS m^{-1} (decisiemens por metro), mientras que micromhos cm^{-1} es una unidad muy común para el contenido de sales del agua, ya que la mayoría de las aguas utilizadas con fines de riego se encuentran por debajo o muy cerca de 1 dS m^{-1} o 1 mmhos cm^{-1} por lo que ($1 \text{ mmhos cm}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1} = 0.64 \text{ gr l}^{-1} = 640 \text{ mg l}^{-1}$).

Por su parte Isla (2008) menciona que los suelos salinos se caracterizan por un exceso de sales solubles en la solución del mismo. Desde el punto de vista agronómico, un suelo es considerado salino cuando la conductividad eléctrica es mayor a 4 dS/m .

Bernstein (1975) afirma que la salinidad es una concentración excesiva de iones en el suelo y constituye un serio problema en las regiones áridas y semiáridas del mundo.

Por su parte Badia (1992) cita que la medida de la conductividad eléctrica (CE), se realiza sobre el agua o solución extraída del suelo previamente humedecido, por eso se habla de conductividad eléctrica del extracto (CEe). Las unidades para reportar la conductividad eléctrica de acuerdo al sistema internacional, son el siemen m^{-1} (antes

moho cm^{-1} a 25 °C) y derivados de esta unidad, como el deciSiemmen por metro (dSm^{-1}).

Estudios relacionados

Ruiz (1993) en una de sus investigaciones evaluó diferentes líneas de frijol vigna en agua de mar diluida desde cero por ciento (testigo), 12.5 %, 25 % y 50 %, encontró que la salinidad afecta la germinación ya que al 50 % de esta se retarda e inclusive no se produce, igualmente la emergencia de la plántula se retarda y el crecimiento se reduce a medida que aumenta la concentración de la solución empleada.

La sal de MgCl_2 estimulo la germinación sin embargo, al aumentar la concentración de la misma se volvió toxica provocando anormalidad en las plantas. Con CaCl_2 se retraso la germinación sin embargo fue la mejor sal puesto que no mostró altos porcentajes de toxicidad y en cuanto a NaCl retraso e inhibió la germinación.

En varios ensayos con especies de gramíneas, Ashraf (1994) evaluó la variabilidad de la tolerancia a la salinidad en poblaciones nativas obtenidas en sitios contrastantes en salinidad edáfica. Las poblaciones provenientes de lugares salinos fueron las más tolerantes a la salinidad; sin embargo, las de lugares no salinos presentaron variabilidad para germinación. Es posible que la tolerancia este subyacente en dichas poblaciones debido a una falta de selección natural

Cisneros (1993) reporto que al evaluar genotipos de trigo harinero en agua de mar, diluida en agua destilada, en concentraciones de 0 % (testigo), 12.5 %, 25 % y 50 %;

a 0 % (agua destilada) la germinación ocurre a los siete días, al nivel del 25 %, esta ocurre a los once y doce días, por lo que concluyo que el incremento en la salinidad retarda la emergencia, ocurriendo lo mismo en la germinación la cual no ocurrió en la dilución del 50 %.

Por otro lado Pargas (1999) al evaluar la tolerancia a la salinidad de diez genotipos de maíz en condiciones de campo en cuatro localidades (Universidad Autónoma de Baja California Sur "UABCS", San Carlos, B.C.S., Galeana N.L., y San Martín de las Vacas, Coahuila) y en condiciones de laboratorio. Los parámetros considerados fueron rendimiento de grano, altura de la planta, altura de la mazorca, días a floración masculina y femenina. La localidad de San Carlos se elimino por falta de rendimiento de grano. Los rangos mas altos de CE, considerados fueron 3.3 a 3.6 dS m^{-1} los genotipos estudiados fueron AN-445, AN-430R, AN-447, VANLAP-1, VANLAP-2, VANLAP-3 y AN-444, los testigos fueron CENTELLA y H-431.

Los resultados de campo relevaron que los rendimientos de CENTELLA y AN-461 fueron estadísticamente iguales y superiores a los demás genotipos evaluados en la localidad de la UABCS, en Galeana CENTELLA y AN-447, tuvieron los mejores rendimientos y en San Martín de las Vacas, AN-430R y AN-445 fueron mejores.

El análisis de estabilidad para rendimiento, señala que todos los genotipos son estables en esas localidades destacando VANLAP-3 por su consistencia y respuesta favorable para los ambientes pobres.

Tavera (1995) también en uno de sus experimentos evaluó los efectos de tres sales (NaCl , CaCl_2 y MgCl_2) en tres especies de *Lycopersicon* (*L. Esculentum* var., *L. Chilense* y *L. Peruvianum*) a tres valores de conductividad eléctrica en diecisiete Siemens por metro (3 dS/m, 6 dS/m y 9 dS/m) en la etapa de germinación bajo laboratorio. Se usaron cada una de las sales con cuatro concentraciones, 0 dS/m, 3 dS/m y 6 dS/m y 9 dS/m. Se aplicaron a las tres especies.

Los resultados encontrados fueron que *L. Chilense* tolera hasta 6 dS/m de NaCl y CaCl_2 , mientras tanto que *L. Esculentum* var. tolera hasta 9 dS/m de las tres sales y *L. Peruvianum* fue excesivamente sensible con las tres sales.

Grijalva y Ríos (1995) reportan que al medir los efectos de cloruro de sodio (NaCl) en frijol encontraron que la emergencia se retarda a medida que la concentración de sodio aumenta, de tal manera que tuvo un retraso de 48 horas. Igualmente la altura, la longitud de la raíz, el área foliar y la biomasa (peso seco y fresco de raíz y brotes) fueron afectados a medida que la concentración de salinidad aumento.

Baca (1993) igualmente evaluó el comportamiento del trigo en respuesta a un suelo salino establecido en un simulador de drenaje, usó suelo agrícola con problemas de salinidad con una conductividad eléctrica del extracto (CEe) media de 10.57 mmhos/cm y un pH menor de 8.5 y con un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15 ($\text{PSI} < 15$) se determinaron pruebas de germinación en laboratorio y en campo.

Obtuvo como resultado en la prueba de germinación un alto porcentaje de viabilidad tanto en la prueba de laboratorio, donde se obtuvo un 81 % de germinación en siete

días como un 90 % de germinación por ocho días en la prueba de campo, el ciclo del cultivo concluyo a los 101 días.

En cuanto a la salinidad se acentuaron dos síntomas durante el ciclo, presentando a los 48 días pequeñas manchas amarilla en las hojas; y a los 68 días transcurridos, y hasta el fin del ciclo enrollamiento de las hojas jóvenes así como planta y espiga raquítica.

Fireman y Hayward (1994) hicieron un estudio cuantitativo de plantas indicadoras que se desarrollaron en asociaciones puras y mixtas y determinaron el vigor, edad y distribución de las plantas indicadoras en relación con las características físicas y químicas de los suelos donde se desarrollaron y obtuvieron lo siguiente: pH (pasta y suspensión 1:10) fue mayor en el chamizo e invariablemente mas alto en choco que bajo en estafiate o áreas desnudas. El PSI fue mayor bajo el chamizo y más alto donde había chico, que bajo estafiate o áreas desnudas y en CEe fue considerablemente mayor bajo chamizo y chico que en el suelo desnudo y adyacente o bajo otros arbustos.

Everitt *et al.* (1983) al realizar un estudio de las características de germinación de la *Kochia scoparia L.* a diferentes tipos de sales y concentraciones, observaron que la germinación comenzó a disminuir significativamente a concentraciones de 20 ds/m.

Smith (1991); Bozcuk (1981) y Zekri (2002) han reportado que el porcentaje de germinación en algunas semillas de cultivos como el pimentón, tomate, mandarina, disminuyeron en la medida que se aumentaron las concentraciones de sales, debido

a que el potencial osmótico inhibió la imbibición y por ende el porcentaje final de germinación.

Los estudios anteriores muestran que: un reconocimiento vegetal puede ser útil para evaluación de un área si hay datos cuantitativos disponibles relativos a los suelos y a la ecología y fisiología de las plantas indicadoras.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente trabajo se llevo a cabo en el Laboratorio de Control de Calidad del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), y bajo condiciones de invernadero en el departamento fitomejoramiento, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que se encuentra ubicada a los 25° 23' de Latitud Norte y 103° 01' de Longitud Oeste, con una altitud de 1743 msnm; presenta una temperatura media anual de 19.8° C y precipitación anual promedio de 298.5 mm. en Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

La investigación se llevo acabo bajo diferentes intensidades de salinidad o conductividad eléctrica estas son: 5, 10, 15, 20 y 25 dS/m de KCl, con un respectivo testigo fue de 0 dS/m, es decir, libre salinidad, las unidades para reportar la conductividad eléctrica de acuerdo al sistema internacional, como deciSiemmen por metro (dS/m), utilizado actualmente. Con el propósito de evaluar el efecto de diferentes niveles de salinidad en la germinación y vigor de dos especies de gramíneas forrajeras, bajo condiciones de laboratorio e invernadero.

Metodología de siembra

Para lograr las condiciones de salinidad deseadas con el cloruro de potasio (KCl), se prepararon las soluciones de 5, 10, 15, 20 y 25 dS/m, comenzando por agregar 0.7456 gr. de KCl por cada litro de agua destilada, lo cual teóricamente nos produce

una concentración salina de 1.4 dS/m, y se corroboró posteriormente en laboratorio, mediante un conductímetro portátil. El método de siembra se llevo a cabo en dos ambientes, laboratorio e invernadero, primeramente se obtuvo la calidad inicial de las especies: Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) y Zacate Guinea Var. Tanzania (*Panicum maximum* L.), esto obtenido a través de capacidad de germinación de la semilla para saber en que condiciones se encuentra la misma.

En cuanto al laboratorio se aplicaron seis tratamientos y cuatro repeticiones de cada especie a evaluar, la siembra sobre papel (cajas petri), debido a el tamaño de la semilla, todas las especies se impregnaron con su respectiva intensidad de salinidad (5, 10, 15, 20 y 25 dS/m), y tomando en cuenta el testigo que fue riego normal con agua destilada, con un total de 25 semillas por cada repetición en cada tratamiento.

En el caso de la siembra en invernadero no se utilizo suelo como sustrato, esto debido a que debe ser un material inerte, para dicha siembra el material a utilizar es perlita, así como los tratamientos a utilizar con sus respectivas intensidades de salinidad (5, 10, 15, 20 y 25 dS/m), se lleva a cabo la siembra en charolas de unicel, semejante a el trabajo en laboratorio se tomaran seis tratamientos y cuatro repeticiones de 50 cavidades cada una de las especies a evaluar, en cuanto a el testigo se utilizara agua destilada libre de salinidad y con un total de 50 semillas por cada repetición en cada tratamiento.

Descripción de las especies en estudio

Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.)

El Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) es una gramínea perenne que crece formando macollas y puede alcanzar hasta 1.6 m. de altura. Produce tallos vigorosos capaces de enraizar a partir de los nudos cuando entran en estrecho contacto con el suelo, bien sea por efecto del pisoteo animal o por compactación mecánica, lo cual favorece el cubrimiento y desplazamiento lateral e la gramínea. Las hojas son lanceoladas con poca pubescencia y alcanzan hasta 60 cm. de longitud y 2.5 cm. de ancho. La inflorescencia es una panícula de 40 a 50 cm. de longitud, generalmente con cuatro racimos de 8 a 12 cm. y una sola hilera de espiguillas sobre ellos. Cada tallo produce una o mas inflorescencias provenientes de nudos diferentes, aunque la de mayor tamaño es la terminal. Tiene un amplio rango de adaptación a climas y suelos, pero se adapta mejor en sitios con suelos de mediana y buena fertilidad. Tolera mejor la sequia que otras variedades de *B. brizantha* como Marandu. Tiene baja susceptibilidad a manchas foliares causadas por el hongo *Rhizoctonia solani*, aunque no tiene gran resistencia cercópidos o salivazo de los pastos.

Tolera suelos arenosos y persiste en suelos mal drenados, aunque en este último caso su crecimiento puede reducirse si se mantiene un nivel freático próximo a la superficie del suelo por más de 30 días (Casasola, 1998).

Zacate Guinea Var. Tanzania (*Panicum maximum* L.)

El Zacate Guinea ó Zacate Var. Tanzania, *Panicum maximum* L., es una gramínea perenne nativa de África tropical y subtropical pero ha sido usada ampliamente en las Indias Occidentales, Sudamérica, el Sudeste de Asia y las Filipinas.

El Zacate Guinea crece durante el verano formando matas densas que se extienden por medio de raíces cortas y/o rizomas cortos y serpenteantes. sus hojas son largas y anchas con tallos que florecen llevando la semilla en panículas abiertos y colgantes con altura de 5 a 8 pies (1.5-2.4 m). El florecimiento y desarrollo de su semilla son prolongados tanto en tallos individuales de flores como en el número de tallos florecientes que produce. El desprendimiento de la semilla madura y la presencia de semilla inmadura simultáneamente dificultan la cosecha. Una buena germinación de la semilla seria de 25 a 35 %. Cada libra contienen 1.1 millón de semillas (2.4 millones por Kg.).

Su sistema radicular es profundo y fibroso y tiene alguna tolerancia a la sequía pero no la suficiente para resistir temporadas secas largas. El pasto guinea está adaptado a una amplia gama de suelos pero se comporta mejor en los bien drenados de mediana a alta fertilidad. También resiste la quema, la cual se recomienda en caso de que su crecimiento fuese demasiado exuberante. El pasto es extremadamente tolerante de la sombra producida por los árboles, arbustos y otras especies de pastos.

Es una especie con amplio rango de adaptación desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm, crece bien bajo suelos de alta fertilidad y soporta niveles moderados de sequía por su gran sistema radicular (por eso se ha llamado "siempre verde"), se usa generalmente para pastoreo, aunque puede ser utilizada para henificación (Narciso, 1949).

Parámetros a evaluar

En cuanto a los parámetros a evaluar se llevaron a cabo en el laboratorio e invernadero y las variables son las siguientes:

Etapas de laboratorio

Vigor

La metodología que se utilizó para medir el vigor fue la correspondiente para las pruebas de evaluación de la germinación y crecimiento de plántulas (Bennett, 2002).

Las cuales se describen a continuación:

Capacidad de Germinación (CG %)

Esta prueba tuvo como objetivo determinar en números porcentuales aquellas semillas que tuvieran la capacidad de producir una planta normal bajo condiciones favorables, la siembra se llevo a cabo sobre papel (cajas petri) debido a el tamaño de la semilla, humedeciéndolo e impregnando su respectiva concentración salina. Se sembraron 25 semillas acomodadas, realizando cuatro repeticiones por tratamiento,

previamente identificadas las cajas petri, se llevaron a una cámara de germinación a una temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ y humedad constante. Para esta variable se obtuvo un primer conteo (PC) a los 7 días (plántulas normales) y posteriormente a los 21 días (PN, PA y SSG), después de la siembra, en los cuales se consideraron las plantas normales (PN) obtenidas en esos días, anotándose también las plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG), criterios de acuerdo a el procedimiento conforme a las reglas de la ISTA (2004) y la evaluación conforme al manual de la AOSA (1983).

Plántulas Normales (PN)

Se contabilizó aquellas plántulas que manifestaron un mejor desarrollo de sus estructuras esenciales; cotiledón(es) y radícula, tomándose como criterio un mínimo de 1.5cm de longitud de plúmula y de radícula para considerarse como plántula normal. Para obtener el porcentaje total de plántulas normales, se realizó la última evaluación a los siete días de siembra. Los resultados fueron expresados en porcentajes.

Plántulas Anormales (PA)

Se evaluaron a los siete días de la siembra. Se clasificó como plántulas anormales, aquellas que presentaron las siguientes características: pobre desarrollo de la raíz, estructuras esenciales deformadas (raíz y plúmula), necrosis en alguna estructura esencial, etc. Los resultados fueron expresados en porcentaje.

Semillas Sin Germinar (SSG)

Se evaluaron a los siete días de la siembra, considerando como semillas sin germinar aquellas que no tuvieron alguna modificación o cambios en su estructura, como romper la testa. Los resultados fueron expresados en porcentaje.

Índice de Velocidad de la Germinación (IVG)

Esta variable se determino con los conteos hechos al cuarto, séptimo, décimo y décimo-cuarto día. Una semilla se considero como germinada cuando presento una longitud de plúmula o radícula de 4-5 mm. Para ello se utilizo la ecuación propuesta por Pill (1981), la cual se describe a continuación:

$$IVG = \sum (D_i - D_j)/i$$

Donde:

IVG = Índice de velocidad de germinación

D_i = Número de semillas germinadas en el día

D_j = Número de semillas germinadas en el conteo desde la siembra

i = Número de días al momento del conteo desde la siembra

Primer Conteo (PC)

El primer conteo se realizó a los siete días de la siembra, determinando la cantidad de plántulas normales. Los resultados fueron expresados en porcentaje.

Longitud Media de Plúmula (LMP)

Esta variable se determinó solo a las plántulas normales, donde se seleccionaron al azar cinco de ellas por repetición en cada tratamiento evaluado a los catorce días después de la siembra. La medición de la plúmula de cada una de ellas se realizó con una regla de 30 cm. y los resultados fueron expresados en centímetros.

Longitud Media de Radícula (LMR)

De las plántulas normales obtenidas, se seleccionaron cinco plántulas al azar por repetición en cada tratamiento al décimo-cuarto día después de la siembra. Al igual que longitud de plúmula se midió con una regla de 30 cm. la raíz de cada una de ellas y los resultados fueron expresados en centímetros.

Etapa de invernadero

Vigor

En esta etapa se sembraron en el invernadero cuatro repeticiones de 50 semillas por tratamiento a una profundidad de 5 mm. en charolas de unicel de 200 cavidades cada una, utilizando un sustrato inerte (perlita). Las charolas fueron regadas con las soluciones salinas, ajustándose a las conductividades eléctricas de cada tratamiento, manteniendo el sustrato a humedad constante.

Capacidad de Germinación (CG %)

Este parámetro se medirá en porcentaje y se obtendrá al contar las plántulas emergidas sobre la superficie del suelo en cada repetición, registrándose a los 21 días, después de la siembra respectivamente, en los cuales se consideraron las plántulas normales obtenidas. Se siguió la misma metodología de evaluación de invernadero, para plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar.

Plántulas Normales (PN)

Se evaluaron a los 21 días de la siembra. Se contabilizó aquellas plántulas que manifestaron un buen desarrollo de sus estructuras esenciales; tomándose como criterio un mínimo de 2cm de emergida sobre la superficie del sustrato para considerarse como plántula normal. Los resultados se expresaron en porcentajes.

Plántulas Anormales (PA)

Se evaluaron a los 21 días de la siembra. Considerando aquellas que presentaban alguna anomalía en sus estructuras. Los resultados fueron expresados en porcentaje.

Semillas Sin Germinar (SSG)

Se evaluaron a los 21 días de la siembra. Considerando como no germinadas aquellas que no emergieron del sustrato. Los resultados fueron expresados en porcentaje.

Primer conteo (PC)

El primer conteo se realizó a los siete días después de la siembra, determinando la cantidad de plántulas normales. Los resultados fueron expresados en porcentaje.

Índice de velocidad de Germinación (IVG)

Esta variable se evaluó en base al número de plántulas emergidas por día. Se realizaron conteos diarios hasta los 21 días considerando aquellas que sobresalían de cinco y seis mm. sobre la superficie del suelo. Se utilizó la fórmula de (Maquire, 1962), expresada en porcentaje:

$$IVG = \sum \frac{No P/d}{d} + \dots + \frac{No P/d}{d}$$

Donde:

IVG = índice de velocidad de germinación.

No P = Número de plántulas emergidas.

d = días después de la siembra.

Longitud Media de Plúmula (LMP)

Se midieron cinco plántulas normales seleccionadas al azar por repetición en cada tratamiento, las cuales fueron lavadas con agua destilada para quitarle el sustrato adherido, la evaluación se realizó a los 21 días después de la siembra, los resultados fueron expresados en centímetros.

Longitud Media de Radícula (LMR)

Por lo que corresponde a esta variable se consideraron cinco plántulas normales seleccionadas al azar por repetición en cada tratamiento, las cuales fueron lavadas con agua destilada para quitarle el sustrato adherido a la radícula y así facilitar su medición, la evaluación se realizó a los 21 días después de la siembra, se expresó en centímetros.

Diseño experimental

La información obtenida de las variables estudiadas en el presente trabajo fue analizada estadísticamente mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial, con cuatro repeticiones usando el siguiente modelo estadístico:

Modelo estadístico.

El modelo lineal que se propone es el siguiente:

Completamente al azar con arreglo factorial

$$Y_{ij} = \mu + a_i + b_j + a_i b_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observaciones del ij... esimo tratamiento

μ = Media general

a_i = Efecto del i... esimo nivel del factor A (tratamientos)

b_j = Efecto del j... esimo nivel del factor B (Especies)

$a_i b_j$ = Efecto de tratamiento/especie.

E_{ij} = Error Experimental.

Después de realizar los cálculos con el modelo estadístico las variables que presentaron significancia fueron analizadas con una prueba de rango múltiple (Tukey $P < 0.01$) para la comparación de medias (Steel y Torrie, 1986).

Los análisis de varianza se realizaron mediante el paquete estadístico SAS versión 6.0 (1989).

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo al análisis estadístico aplicado, así como la información obtenida en este trabajo de investigación se presentan a continuación los resultados y la interpretación para cada parámetro de las dos etapas evaluadas (laboratorio e invernadero).

Etapas: Laboratorio

En la Tabla 1 se presentan la comparación de medias del análisis de varianza (ANVA) de los parámetros evaluados de las pruebas vigor por especie en laboratorio: plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG), índice de velocidad de germinación (IVG), primer conteo (PC), longitud media de plúmula (LMP) y longitud media de radícula (LMR).

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza muestran que las variables estudiadas tuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) solamente para PC, LMP y LMR entre las especies, lo que indica que las distintas concentraciones de salinidad aplicadas si tienen efecto en estos parámetros; mientras que para PN, PA, SSG y IVG no hay significancia, lo que nos indica que los distintos niveles de salinidad aplicados no afectan significativamente a estos parámetros.

De manera general podemos decir que el vigor de las semillas de nuestras dos especies de gramíneas forrajeras no se ve afectada significativamente ante los diferentes grados de salinidad aplicados, dado que la mayoría de los parámetros no

muestran diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$). Los únicos parámetros que resultaron tener diferencias altamente significativas fueron LMP, LMR y PC, indicio de que las dos especies de gramíneas forrajeras respondieron de manera diferente ante los diferentes tratamientos.

Tabla 1. Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas por especie para vigor en laboratorio.

ESPECIE	CAPACIDAD DE GERMINACION (%)			PRUEBAS DE VIGOR			
	PN	PA	SSG	IVG (%)	PC (%)	LMP (cm)	LMR (cm)
TANZANIA	26.667 A	0.0000 A	73.333 A	0.7220 A	4.333 B	2.1142 B	1.4542 B
BRIZANTHA	27.333 A	1.1667 A	71.500 A	0.8685 A	15.167 A	4.8108 A	3.6408 A
Nivel Sig.	NS	NS	NS	NS	**	**	**
C.V.	30.92922	38.9957	12.01035	55.31333	54.86572	21.84258	24.70418

** = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); NS = No Significativo; C.V. = Coeficiente de Variación (%); PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; IVG = Índice de Velocidad de Germinación; PC = Primer Conteo; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula.

En la Tabla 2 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) de los parámetros evaluados de las pruebas de vigor por tratamiento en laboratorio: plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG), índice de velocidad de germinación (IVG), primer conteo (PC), longitud media de plúmula (LMP) y longitud media de radícula (LMR).

Los resultados obtenidos en el ANVA muestran que las variables estudiadas tuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para todos los parámetros excepto para PA dado que para éste los resultados no mostraron responder a los tratamientos de manera diferente. Lo anterior nos indica que las distintas concentraciones de salinidad aplicadas si tienen efecto en el vigor de nuestras dos especies forrajeras.

De manera general podemos decir que el vigor de las semillas de nuestras dos especies de gramíneas forrajeras si se ven afectadas por los diferentes grados de salinidad aplicados mostrando estadísticamente un alto grado de significancia, con la única excepción de PA cuya respuesta es nula ante los diferentes grados de salinidad aplicados, por lo que podemos decir que analizado por tratamientos y de manera general, el numero de plántulas anormales no tiene que ver con el grado de salinidad donde se desarrollen, al menos para el caso del presente trabajo.

Tabla 2. Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas por tratamiento para vigor en laboratorio.

TRTAMIENTO	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN (%)			PRUEBAS DE VIGOR			
	PN	PA	SSG	IVG (%)	PC (%)	LMP (cm)	LMR (cm)
Testigo (T1)	54.5 A	1.0 A	44.50 C	1.6 A	16.0 A	4.3AB	3.0 B
5 dS/m (T2)	41.5 B	0.0 A	58.5 B	1.2 AB	10.0 AB	4.9 A	4.0 A
10 dS/m (T3)	29.5 BC	1.0 A	69.5 B	0.6 B	7.5 B	4.4 AB	4.1 A
15 dS/m (T4)	17.0 CD	0.0 A	83.0 A	0.6 B	12.5 AB	3.4 BC	2.2 BC
20 dS/m (T5)	12.5 D	1.5 A	86.0 A	0.3 B	8.0 AB	2.5 C	1.4 C
25 dS/m (T6)	7.0 D	0.0 A	93.0 A	0.2 B	4.5 B	1.0 D	0.3 D
Nivel Sig.	**	NS	**	**	**	**	**
C.V.	30.92922	38.995	12.0103	55.3133	54.8657	21.84258	24.70418

** = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); NS = No Significativo; C.V. = Coeficiente de Variación (%); PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; IVG = Índice de Velocidad de Germinación; PC = Primer Conteo; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula.

A continuación en las tablas 3 y 4 se presentan los cuadrados medios de las variables estudiadas en la prueba capacidad de germinación y vigor respectivamente en condiciones de laboratorio, considerando como capacidad de germinación a las variables PN, PA y SSG.

Los resultados obtenidos nos muestran que para el caso de capacidad de germinación (Tabla 3) en su parámetro de PN para especie obtenemos que no hay diferencias significativas, ello coincide con lo que observamos en la Tabla 1 mientras

que el resto de los parámetros, tanto para especie como para tratamiento nos dice que hay diferencias altamente significativas, lo que indica que los parámetros si son afectados de manera considerable por las diferentes concentraciones de salinidad aplicadas.

En la Tabla 4 se observa que para todos los parámetros de vigor tanto en tratamiento como en especie se tiene un alto grado de significancia en la comparación de cuadrados medios obtenidos en el ANVA, por lo que se concluye que los diferentes grados de salinidad aplicados si afectan significativamente los porcentajes de IVG así como al primer conteo, de la misma forma sucede con las medidas de LMP y LMR. Los datos mencionados obtenidos en las tablas anteriores se analizaran de manera separada en las tablas 5, 6, 7 y 8 con sus respectivas graficas y de esta forma tener una comprensión más amplia de lo que sucedió en este experimento.

Tabla 3. Cuadrados medios de las variables estudiadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de laboratorio.

CAPACIDAD DE GERMINACIÓN				
FUENTE DE VARIACION	GL	PN (%)	PA (%)	SSG (%)
ESP	1	5.33333 ^{NS}	16.33333333 ^{**}	40.33333 ^{**}
TRAT	5	2692.80 ^{**}	3.53333333 ^{**}	2722.733 ^{**}
EE	33	69.73737	4.9393939	75.64646
C.V. %		30.92922	38.9957	12.01035

^{**} = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); NS = No Significativo; C.V. = Coeficiente de Variación (%); PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; EE = Error Experimental; ESP = Especie; TRAT = Tratamiento; GL = Grados de Libertad.

Tabla 4. Cuadrados medios de las variables estudiadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio.

PRUEBAS DE VIGOR					
FUENTE DE VARIACION	GL	IVG (%)	PC (%)	LMP (cm)	LMR (cm)
ESP	1	0.12864796**	1408.333333**	87.26413333**	57.37813333**
TRAT	5	1.20544218**	131.800000**	16.45280000**	17.76686000**
EE	33	0.19348799	28.616162	0.5719889	0.3960677
C.V. %		55.31333	54.86572	21.84258	24.70418

** = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); C.V. = Coeficiente de Variación (%); IVG = Índice de Velocidad de Germinación; PC = Primer Conteo; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula; ESP = Especie; TRAT = Tratamiento; GL = Grados de Libertad.

Es importante considerar que los análisis realizados tal como se mencionó anteriormente (en los parámetros a evaluar), se verán de manera separada, por un lado pruebas de capacidad de germinación (CG) y por el otro las pruebas de vigor, guiándonos con la clasificación realizada por Bennett, M. (2002). Aunque realmente todos los parámetros pertenecen a pruebas de vigor; se ara esto para una mayor comodidad en la interpretación de los resultados.

En la Tabla 5 vemos la comparación de cuadrados medios de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de laboratorio por especie donde no se obtuvieron diferencias significativas estadísticamente hablando entre especies, lo cual se puede corroborar en la Figura 1.

No obstante podemos ver que el porcentaje de SSG es muy alto en ambas especies pues la var. Tanzania presenta un 73.3 %, mientras que Brizantha 71.5 %. En PA Tanzania arroja un valor de 0.0 %, el cual no difiere mucho del de Brizantha que es 1.16 %. De la misma forma, se aprecian diferencias numéricas muy pequeñas en PN pues Tanzania arroja un valor de 26.6 % similar al de Brizantha de 27.3 %.

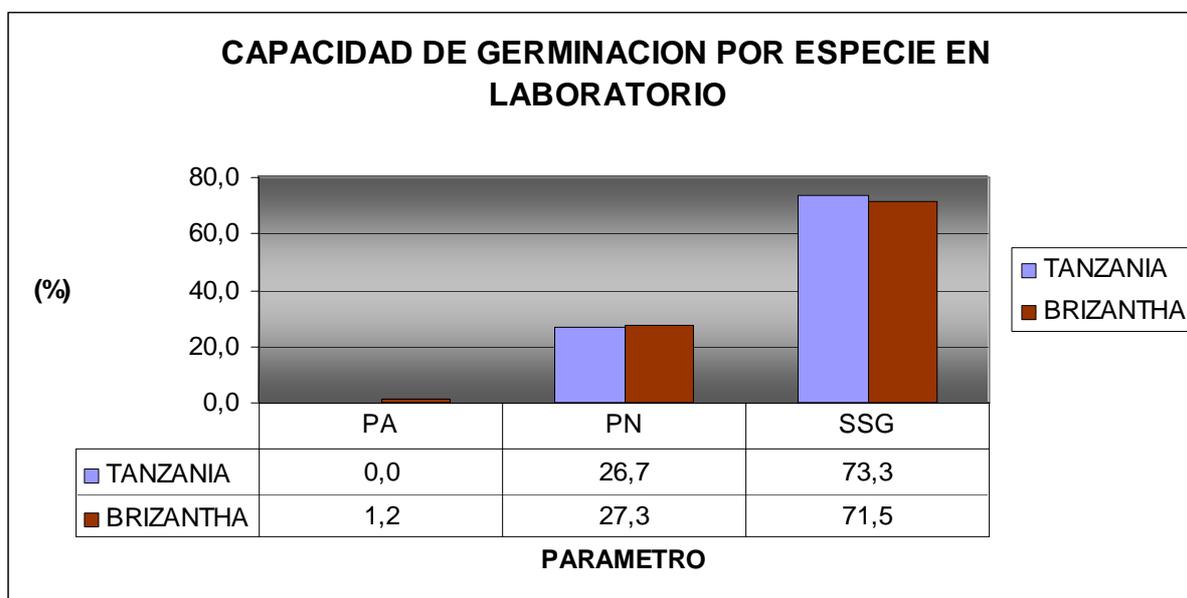
Ambas especies responden de igual manera a los diferentes grados de salinidad estadísticamente hablando, y casi de igual manera numéricamente, ya que las diferencias obtenidas son muy pequeñas para los tres parámetros medidos en capacidad de germinación (PN, PA y SSG).

Tabla 5. Comparación de cuadrados medios de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de laboratorio por especie.

CAPACIDAD DE GERMINACION (%)			
ESPECIES	PN	PA	SSG
TANZANIA	26.667 A	0.0000 A	73.333 A
BRIZANTHA	27.333 A	1.1667 A	71.500 A

PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; Valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.01$).

Figura 1. Comparación de cuadrados medios de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de laboratorio por especie.



Debido a las diferencias estadísticas, la prueba de comparación de medias (Tabla 6) muestra que en la variable semillas sin germinar (SSG), el T6 obtuvo el mayor número con un 93.0 %, seguido por los tratamientos T5 T4, T3 y T2 en los cuales los porcentajes obtenidos fueron 86, 83, 69.5 y 58.5 % respectivamente y con diferencias significativas estadísticamente. Todos estos valores superan al porcentaje de PN y PA; este dato es muy relevante dado que podemos decir que las semillas de nuestras gramíneas forrajeras se ven afectadas en mayor grado a medida que la concentración de sales aumenta provocando una tendencia a 100 % en SSG. Estadísticamente hablando no hay diferencias entre los tratamientos T4, T5 y T6, pero si entre éstos y los tratamientos T2 y T3 (Figura 2).

En cuanto a plántulas normales (PN) vemos que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre todos los tratamientos. El testigo (T1) libre de salinidad presentó el mayor número de plantas con un 54.5 %, el cual es diferente estadísticamente del T2 cuyo valor fue de 41.5 %. el porcentaje de plántulas normales se vieron reducidas con forme el grado de salinidad fue aumentando de tal forma que en T3 se tubo 29.5 %, en T4 17 %, en T5 12.5 % y finalmente en T6 con 25d S/m 7 %; entre los tratamientos T5 y T6 no hubo diferencias estadísticas, pero en cuestiones numéricas el tratamiento 6 casi tiene la mitad de plántulas normales que T5. Nuevamente podemos ver que a medida que la concentración de salinidad se incrementa en los tratamientos, el vigor de nuestras semillas se ve afectado en mayor medida; anteriormente lo vimos para SSG y ahora para PN.

En lo que se refiere a plántulas anormales (PA) no hay diferencias numéricas considerables (Tabla 6), y como se puede ver en la figura 2 el % entre los

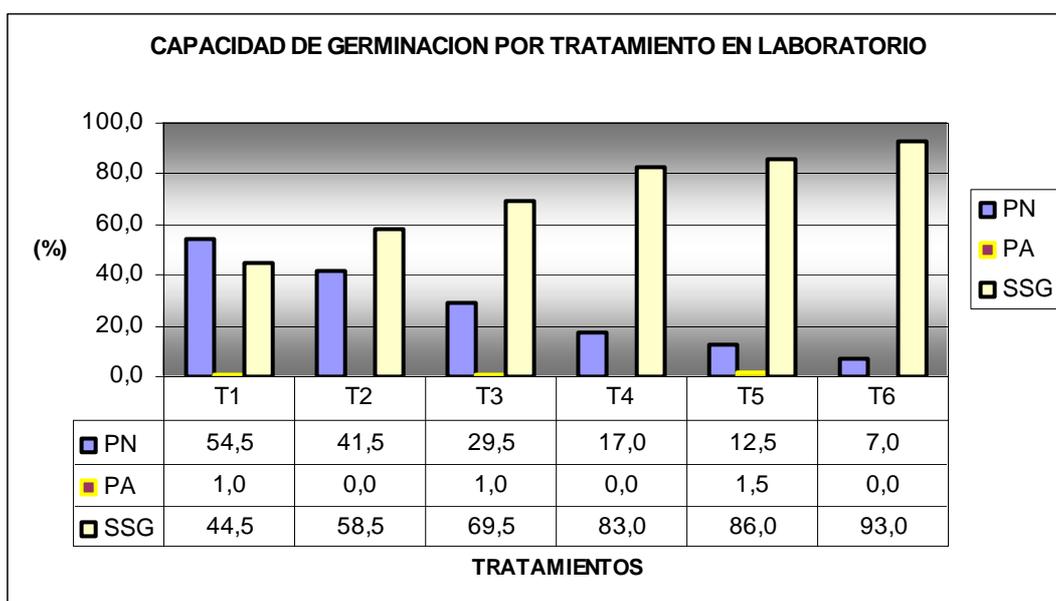
tratamientos se mantiene relativamente constante; estadísticamente no hay diferencias significativas, de lo cual podemos concluir que el grado de salinidad en los diferentes tratamientos no tiene nada que ver con la cantidad de plántulas anormales; las diferencias oscilan entre 0 y 1.5 % y no tienen una secuencia creciente ni decreciente, ya que T2, T4 y T6 tienen 0 % de plántulas anormales, mientras que T1 y T3 1 % y T5 1.5 %.

Tabla 6. Comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de laboratorio por tratamiento.

CAPACIDAD DE GERMINACION (%)			
TRATAMIENTOS	PN	PA	SSG
T1	54.500 A	1.000 A	44.500 C
T2	41.500 B	0.000 A	58.500 B
T3	29.500 BC	1.000 A	69.500 B
T4	17.000 CD	0.000 A	83.000 A
T5	12.500 D	1.500 A	86.000 A
T6	7.000 D	0.000 A	93.000 A

PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; Valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.01$); Valores con letra diferente tienen diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$).

Figura 2. Comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de laboratorio por tratamiento.



En la Tabla 7 observamos que la capacidad de germinación en la comparación de cuadrados medios de las variables evaluadas en la prueba de vigor en condiciones de laboratorio por especie se obtuvieron diferencias altamente significativas estadísticamente hablando entre especies para los parámetros de PC, LMP y LMR, mas no para IVG lo cual se puede corroborar en las Figuras 3 y 3.1 donde claramente se aprecian las diferencias.

Para IVG las diferencias porcentuales de las medias entre Tanzania y Brizantha (0.7 y 0.8 % respectivamente) son relativamente bajas numéricamente y no significativas estadísticamente hablando, lo que nos indica que los efectos de la salinidad no afectan de manera diferente a una especie en comparación con la otra.

En cuanto al PC la especie que mejor respondió a los tratamientos fue Brizantha, el cuadro de concentración de medias del ANVA nos muestra que hay diferencias altamente significativas estadísticamente hablando ya que Tanzania arrojó un valor de 4.3 %, mientras que Brizantha de 15.1 %; estas diferencias son muy marcadas y se pueden apreciar claramente en la Figura 3.1.

En la variable índice velocidad de germinación (LMP) al realizar la comparación de medias (Tabla 7) se observó nuevamente que Brizantha fue la especie que presentó una mejor respuesta con una longitud de 4.8 cm. en comparación con Tanzania de 2.1 cm. Las diferencias son altamente significativas estadísticamente hablando y se pueden apreciar de una manera mas clara en la Figura 3. lo mismo sucede con LMR con valores para Tanzania y Brizantha de 1.4 y 3.6 cm. respectivamente.

Tabla 7. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio por especie.

PRUEBAS DE VIGOR				
ESPECIE	IVG (%)	PC (%)	LMP (cm)	LMR (cm)
TANZANIA	0.7220 A	4.333 B	2.1142 B	1.4542 B
BRIZANTHA	0.8685 A	15.167 A	4.8108 A	3.6408 A

IVG = Índice de Velocidad de Germinación; PC = Primer Conteo; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula; Valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.01$); Valores con letra diferente tienen diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$).

Figura 3. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio por especie.

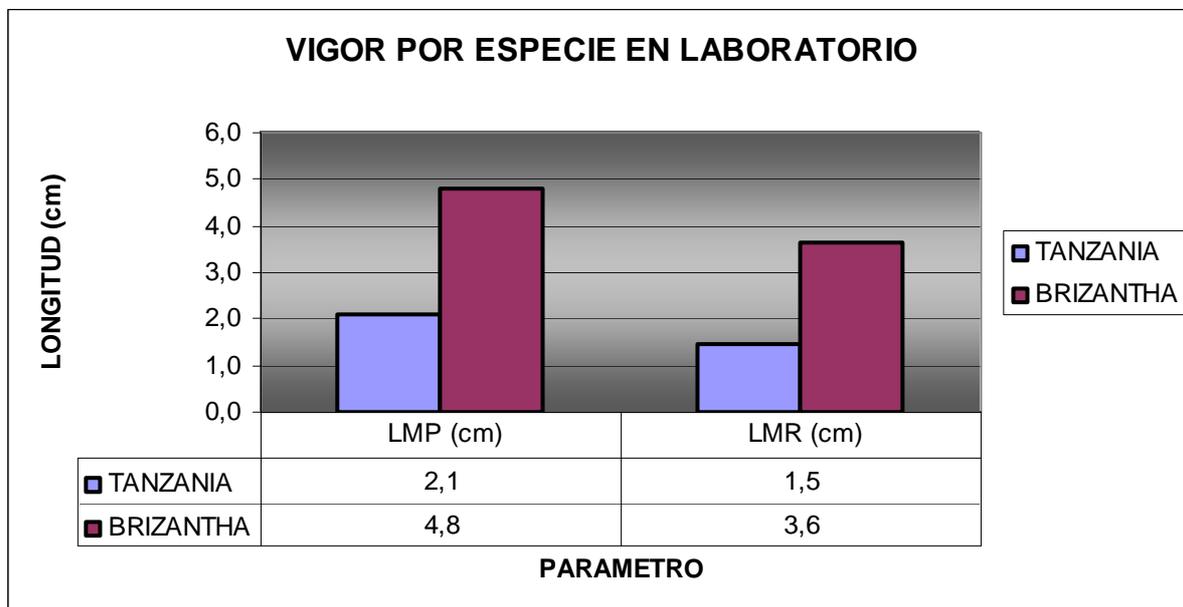
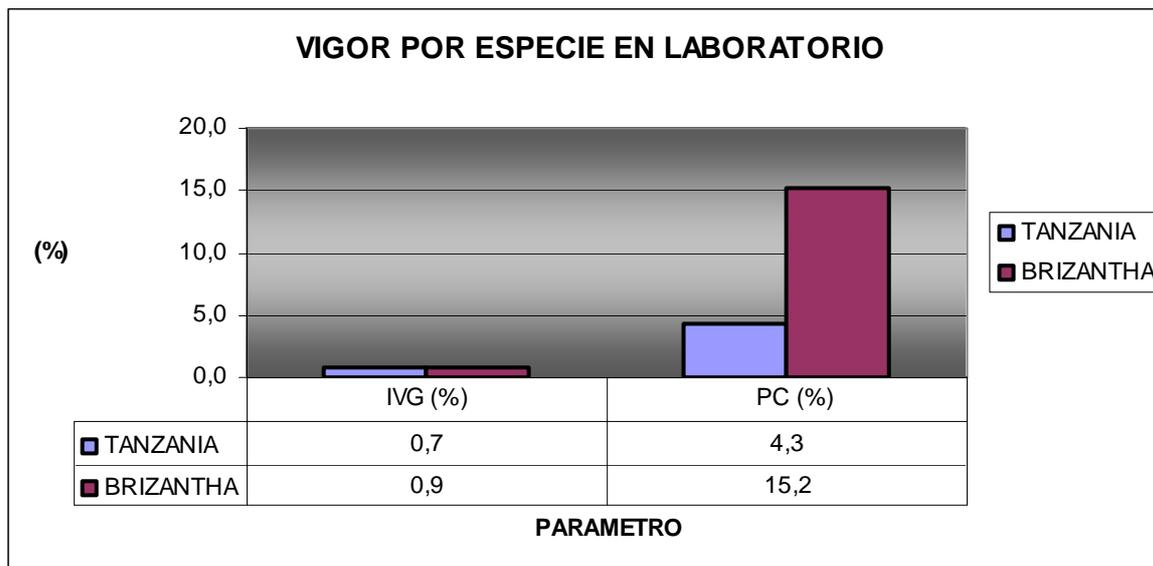


Figura 3.1. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio por especie.



En la variable índice velocidad de germinación (IVG) al realizar la comparación de medias (Tabla 8) se observó que el testigo (T1) fue el que presentó una mejor respuesta con un índice de 1.68 %, seguido de la concentración de 5 ds/m (T2) con 1.2 %, estadísticamente diferentes, mientras que las conductividades de 10, 15, 20 y 25d S/m presentaron índices de 0.63, 0.64, 0.28 y 0.22 % respectivamente sin haber diferencias estadísticas considerables entre estos últimos cuatro siendo también el grupo estadístico que presentó los índices más bajos ya mencionados de germinación. En la Figura 4.1 se muestra una gráfica con el comportamiento de los tratamientos, donde se observa cómo el índice de germinación va disminuyendo al ir aumentando las concentraciones de sales.

Aquí comprobamos lo que mencionan Fanti y Pérez (2004) quienes afirman que una reducción en el porcentaje de germinación y un atraso en el inicio del proceso germinativo con el aumento del estrés salino puede estar relacionado con una sequía fisiológica producida, pues cuando existe un aumento de la concentración de

sales en el medio germinativo, hay una disminución del potencial osmótico y consecuentemente, una reducción del potencial hídrico.

Para la variable primer conteo (PC) en la comparación de medias (Tabla 8) el grupo estadístico conformado por el testigo (agua destilada) fue el que respondió de manera mas favorable a los tratamientos arrojando un valor de 16 %; por otro lado, el segundo grupo estadístico conformado por las conductividades eléctricas de 5, 15 y 20 dS/m presentaron los valores de 10, 12.5 y 8 %, respectivamente, seguidos del tercero y último grupo estadístico formado por las conductividades de 10 y 25 dS/m con 7.5 y 4.5 % respectivamente. Como era de esperarse, los porcentajes más bajos del PC se presentaron en las más altas concentraciones de salinidad. La figura 4.1 permite apreciar el efecto de las distintas concentraciones de salinidad en el vigor de nuestras plántulas.

En la variable longitud media de plúmula (LMP) la comparación de medias (Tabla 8) demostró que en la conductividad eléctrica de 5 dS/m (T2) se presento la mayor longitud con 4.9 cm. seguida de T3 y T1 que es el siguiente grupo estadístico con índices de 4.4 y 4.3 cm. respectivamente. Podemos decir que a concentraciones de 5, 10 y 15 dS/m las sales provocan un estímulo favorable para el crecimiento de la plúmula de las gramíneas forrajeras en cuestión. En las concentraciones subsecuentes las longitudes de la plúmula tienden a disminuir y sus diferencias con los tres primeros tratamientos son altamente significativas, es por ello que nuevamente corroboramos nuestra hipótesis al ver que al igual que en los anteriores parámetros evaluados, la planta se ve afectada negativamente en mayor grado a

medida que se incrementa la concentración de sales. En la Figura 4 se muestra gráficamente el efecto de la salinidad sobre la longitud de plúmula.

Al relacionar los resultados con el estudio de Argetel *et al.* (2006) realizado en laboratorio sobre el efecto de diferentes concentraciones salinas de NaCl (12, 15, 22, 25 y 28 dS/m) en Trigo variedad Cuba-C-204, observo un incremento significativo en la longitud de la plúmula y longitud de la raíz a medida que aumentaron las concentraciones de sales, encontrando anomalías respecto al testigo del 33 y 35 % para niveles de 25 y 28 ds/m, respectivamente.

En la variable longitud media de radícula (LMR) la comparación de medias (Tabla 8) demostró que las conductividades eléctricas de 5 y 10 dS/m presentaron las mayores longitudes siendo 4 y 4.1 cm. respectivamente, estas forman el primer grupo estadístico de la comparación de medias y son las que mejor respondieron a los tratamientos, seguidas por T1 y T4 (0 y 15 dS/m), con valores de 3 y 2.2 cm. respectivamente.

Nuevamente observamos lo ocurrido en LMP ya citado por "Argetel *et al.* (2006)"; aquí podemos ver las concentraciones de sal favorecen el crecimiento de la radícula con forme aumentan hasta 10 dS/m, pero se aprecia una disminución drástica a partir de 15 dS/m con un índice de 2.2 cm. Hasta 0.4 cm. en T6. La tendencia a un ligero incremento y posteriormente una disminución se puede observar claramente grafica de la Figura 4.

Tabla 8. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio por tratamiento.

PRUEBAS DE VIGOR				
TRATAMIENTOS	IVG (%)	PC (%)	LMP (cm)	LMR (cm)
T1	1.6875 A	16.000 A	4.317 AB	3.0450 B
T2	1.2000 AB	10.00 AB	4.9025 A	4.0875 A
T3	0.6321 B	7.500 B	4.430 AB	4.1225 A
T4	0.6446 B	12.50 AB	3.480 BC	2.2050 BC
T5	0.3875 B	8.000 AB	2.5850 C	1.4325 C
T6	0.2196 B	4.500 B	1.0600 D	0.3925 D

IVG = Índice de Velocidad de Germinación; PC = Primer Conteo; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula; Valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.01$); Valores con letra diferente tienen diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$).

Figura 4. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio por tratamiento.

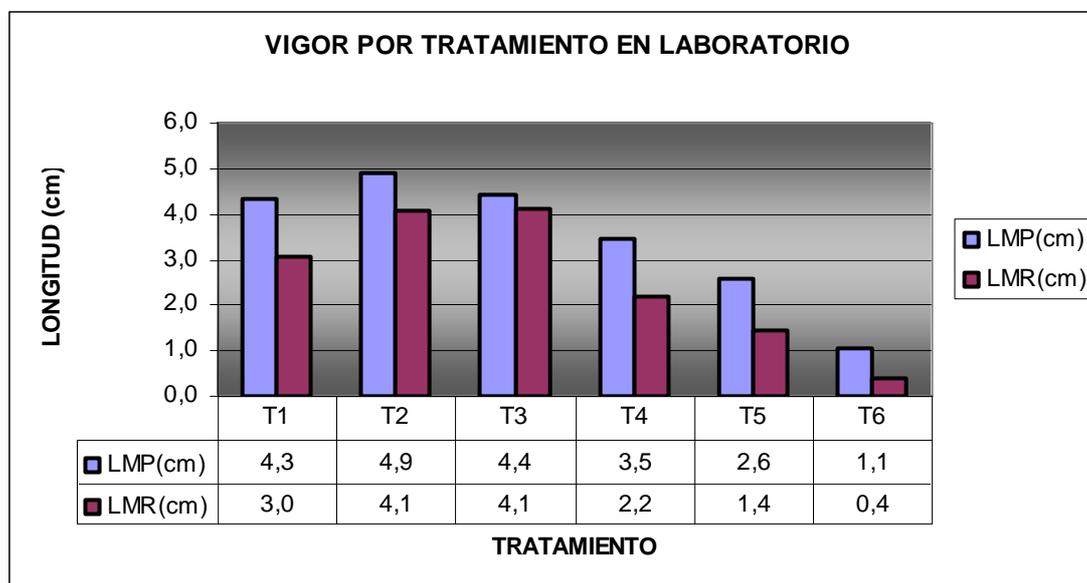
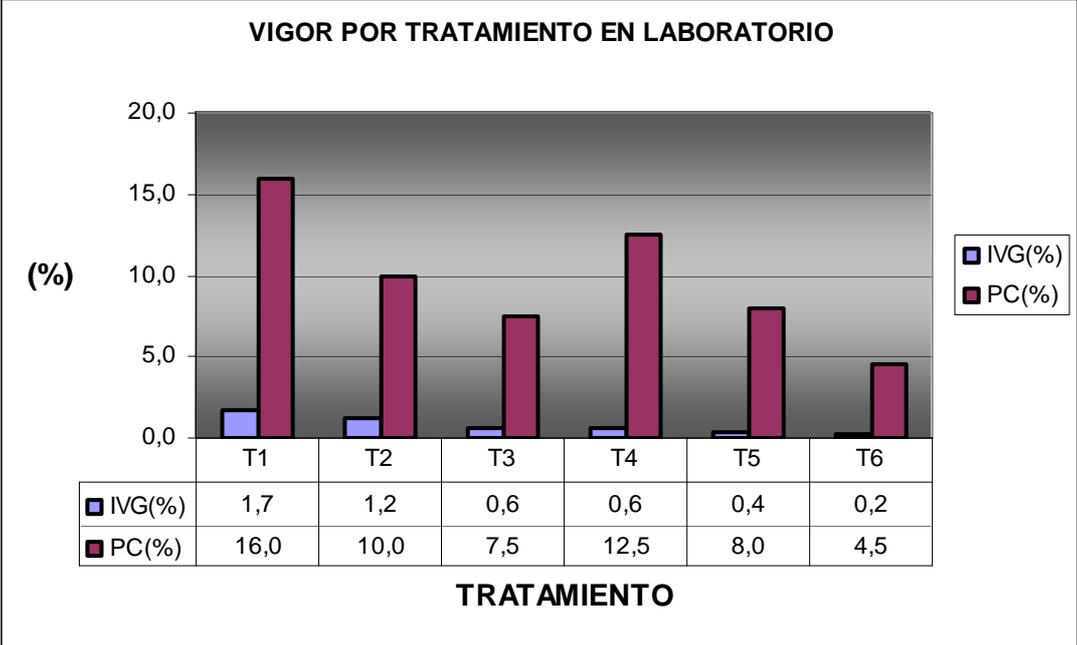


Figura 4.1. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio por tratamiento.



Etapas: Invernadero

A continuación en la Tabla 9 se presenta la comparación de medias obtenida en el análisis de varianza (ANVA) de los parámetros evaluados de las pruebas vigor por especie en invernadero: plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG), índice de velocidad de germinación (IVG), primer conteo (PC), longitud media de plúmula (LMP), longitud media de radícula (LMR) y peso seco de la plántula (PSP).

Los resultados obtenidos en el ANVA arrojaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para PN, SSG, PC, IVG, LMP y LMR entre las especies, lo que indica que las distintas concentraciones de salinidad aplicadas sí tienen efecto en estos parámetros y provocaron tales diferencias; mientras que para PA y PSP no hay diferencias significativas, lo que nos indica que los distintos niveles de salinidad aplicados no afectan significativamente a una u otra especie de manera distinta en lo que se refiere a estos parámetros.

De manera general podemos decir que bajo condiciones de invernadero el vigor de las semillas de nuestras dos especies de gramíneas forrajeras se ve afectada significativamente ante los diferentes grados de salinidad aplicados, dado que la mayoría de los parámetros analizados muestran diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$). Posteriormente se analizarán de manera más profunda estos parámetros mostrando gráficas y tablas que nos permitan apreciar en qué medida afectó la salinidad a cada una de las especies.

Tabla 9. Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas por especie, en invernadero.

ESPECIE	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN			PRUEBAS DE VIGOR				
	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	IVG (%)	PC (%)	LMP (cm)	LMR (cm)	PSP (mg)
TANZANIA	66.50 A	10.00 A	22.33 B	3.23 A	0.33 B	2.98 B	2.84 B	201.83 A
BRIZANTHA	34.08 B	13.42 A	53.33 A	2.37 B	8.66 A	6.00 A	4.25 A	273.96 A
Nivel Sig.	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V.	18.68	54.04	18.37	24.01	78.26	23.82	28.41	52.93

** = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); C.V. = Coeficiente de Variación (%); PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinación; IVG = Índice de Velocidad de Germinación; PC = Primer Conteo; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula; PSP = Peso Seco de Plántula.

En la Tabla 10 se presenta la comparación de medias del análisis de varianza (ANVA) de los parámetros evaluados de las pruebas de vigor por tratamiento en invernadero: plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG), índice de velocidad de germinación (IVG), primer conteo (PC), longitud media de plúmula (LMP), longitud media de radícula (LMR) y peso seco de la plántula (PSP).

Los resultados obtenidos en el ANVA muestran diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para todos los parámetros. Lo anterior nos indica que las distintas concentraciones de salinidad aplicadas si tienen efecto en el vigor de nuestras dos especies de semillas de gramíneas forrajeras.

De manera general podemos decir que el vigor de las semillas de nuestras dos especies de gramíneas forrajeras si se ven afectadas por los diferentes grados de salinidad aplicados mostrando estadísticamente un alto grado de significancia. Posteriormente se analizarán los índices obtenidos y se ilustrarán con gráficas para ver por separado cada uno de los parámetros a fin de una mayor comprensión de lo obtenido en el ANVA.

Tabla 10. Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas, por tratamiento, en invernadero.

TRATAMIENTOS	CAPACIDAD DE GERMINACIÓN			PRUEBAS DE VIGOR				
	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	IVG (%)	PC (%)	LMP (cm)	LMR (cm)	PSP (mg)
Testigo (T1)	79.2 A	0.00 D	20.75 D	3.56 A	8.75 A	7.58 A	6.01 A	633.75 A
5 dS/m (T2)	78.7 A	1.50 D	19.75 D	3.93 A	8.75 A	6.47 AB	4.93 AB	406.25 B
10 dS/m (T3)	71.0 A	4.5 CD	23.50 D	3.20 A	2.50 B	5.03 BC	4.05 B	200.75 C
15 dS/m (T4)	50.5 B	11.5 BC	35.50 C	2.9 AB	5.0 AB	4.60 C	3.65 BC	113.38 C
20 dS/m (T5)	22.2 C	32.0 A	48.25 B	2.14 B	1.25 B	2.77 D	2.28 C	60.75 C
25 dS/m (T6)	0.00 D	20.0 B	79.25 A	1.02 C	0.75 B	0.48 E	0.33 D	12.50 C
Nivel Sig.	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V.	18.68	54.04	18.37	24.01	78.26	23.82	28.41	52.93

** = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); NS = No Significativo; C.V. = Coeficiente de Variación (%); PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; IVG = Índice de Velocidad de Germinación; PC = Primer Conteo; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula; PSP = Peso Seco de Plántula.

A continuación en las tablas 11 y 12 se presentan los cuadrados medios de las variables estudiadas en la prueba capacidad de germinación y vigor respectivamente en condiciones de invernadero, considerando como capacidad de germinación a las variables PN, PA y SSG.

Los resultados obtenidos nos muestran que para el caso de capacidad de germinación (Tabla 11) en todos sus parámetros se obtuvo alta significancia, lo que indica que la salinidad en sus diferentes concentraciones si afecto de manera distinta a nuestras semillas. Los índices obtenidos se analizarán en tablas posteriores presentando también la gráfica correspondiente para facilitar la interpretación de los resultados.

De igual forma en la Tabla 12 se observa que para todos los parámetros de vigor tanto en tratamiento como en especie se tiene un alto grado de significancia en la comparación de cuadrados medios obtenidos en el ANVA, por lo que se concluye

que los diferentes grados de salinidad aplicados si afectan significativamente los porcentajes de IVG así como al PC, de la misma forma sucede con las medidas de LMP, LMR y PSP. Los datos mencionados obtenidos en las tablas anteriores se analizaran de manera separada en las tablas 5, 6, 7 y 8 con sus respectivas graficas y de esta forma tener una comprensión más amplia de lo que sucedió en este experimento.

Tabla 11. Cuadrados medios de las variables estudiadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de Invernadero.

CAPACIDAD DE GERMINACIÓN (%)				
FUENTE DE VARIACION	GL	PN	PA	SSG
ESP	1	12610.08 **	140.083333**	11532.00**
TRAT	5	8628.68 **	1258.88333**	4245.733**
EE	33	88.26515	40.042929	48.34343
C.V. %		18.68093	54.04653	18.37783

** = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); C.V. = Coeficiente de Variación (%); PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; EE = Error Experimental; ESP = Especie; TRAT = Tratamiento; GL = Grados de Libertad.

Tabla 12. Cuadrados medios de las variables estudiadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero.

PRUEBAS DE VIGOR						
FUENTE DE VARIACION	GL	IVG (%)	PC (%)	LMP (cm)	LMR (cm)	PSP (mg)
ESP	1	8.85606050**	833.333333**	109.3240333**	23.8572000**	62424.187**
TRAT	5	8.99448207**	104.0000000**	52.5864933**	32.2502800**	454580.521**
EE	33	0.45233884	12.404040	1.1451980	1.0146727	15857.031
C.V. %		24.01212	78.26527	23.82499	28.41494	52.93271

** = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); C.V. = Coeficiente de Variación (%); IVG = Índice de Velocidad de Germinación; PC = Primer Conteo; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula; PSP = Peso Seco de Plántula; ESP = Especie; TRAT = Tratamiento; GL = Grados de Libertad.

La Tabla 13. nos muestra que la capacidad de germinación en la comparación de cuadrados medios de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de invernadero los resultados fueron relativamente diferentes a los obtenidos en laboratorio ya que se observan diferencias estadísticas altamente significativas para los parámetros de PN y SSG lo que nos indica que las semillas de las dos especies de gramíneas forrajeras respondieron de manera diferente ante los diferentes tratamientos, observándose que en ambos casos la variedad Tanzania respondió de manera mas favorable a los mismos. Aparentemente el porcentaje de plántulas anormales no tiene nada que ver con el grado de salinidad en el que se desarrollen las plántulas dado que el diseño estadístico no arrojo resultados con diferencias significativas, aunque hay diferencias numéricas entre ambas especies, estas podemos atribuírselas a fenómenos externos y no a nuestros tratamientos.

En cuanto a PN en la comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de invernadero por especie tenemos que estadísticamente las diferencias son altamente significativas pues Tanzania arrojo un índice de 66.5 %, mientras que en Brizantha es de 34 %, de ello podemos concluir que la primera responde de una manera mas favorable a los tratamientos y tiene una mayor capacidad de tolerancia a las sales.

En plántulas anormales (PA) no se aprecian diferencias significativas (estadísticamente hablando) entre especies, lo que nos lleva a inferir que ambas se ven afectadas en la misma magnitud por la salinidad para este parámetro, aunque los valores numéricos resultan ser ligeramente mas altos en Brizantha con índice de

13.42 % y de 10 % para Tanzania, de tal manera que sigue siendo Tanzania la especie que sigue tolerando mejor a las sales.

Para semillas sin germinar (SSG) obtuvimos diferencias altamente significativas entre especies con índices de 22.33 y 53.3 % para Tanzania y Brizantha respectivamente y de igual manera que para PA y PN Tanzania respondió mejor ante los tratamientos, dado que resulto tener menos SSG.

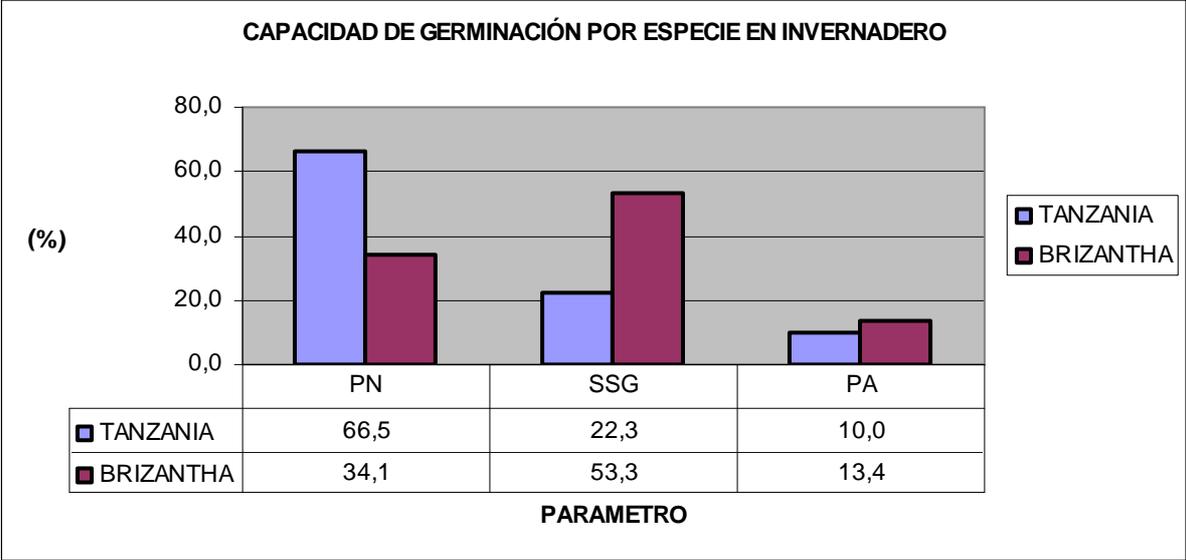
De manera general podemos decir que para capacidad de germinación en invernadero bajo diferentes intensidades de salinidad (KCL) la variedad que menos se ve afectada es Tanzania (Tabla 13), pues según la comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de invernadero por especie es la que mejor responde (Figura 5).

Tabla 13. Comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de invernadero por especie.

CAPACIDAD DE GERMINACIÓN (%)			
ESPECIE	PN	PA	SSG
TANZANIA	66.50 A	10.00 A	22.33 B
BRIZANTHA	34.08 B	13.42 A	53.33 A

PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; Valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.01$); Valores con letra diferente tienen diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$).

Figura 5. Comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de invernadero por especie.



Según los resultados que se pueden apreciar en la comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de invernadero por tratamiento (Tabla 14) en el parámetro de PN los tratamientos T1, T2 y T3 forman el primer grupo estadístico de los cuatro existentes, éste con la mejor respuesta a las diferentes concentraciones de salinidad que son 0, 5 y 10dS/m respectivamente arrojando índices de 79.2, 78.7 y 71 % respectivamente, seguidas de T4, T5 y T6 con 50.5, 22.2 y 0 % respectivamente, siendo este ultimo el que no presento plántulas normales en absoluto, la tendencia de la respuesta de las plántulas anormales con respecto a los tratamientos se ve en la Figura 6. Los resultados obtenidos son tal y como se esperaban, ya que con forme se incrementa el grado de salinidad, se reduce la cantidad de PN.

Para PA los resultados obtenidos fueron similares a los de laboratorio dado que el menor índice se registró en el T1 con un índice de 0 % resultando lógico, ya que no presentaba salinidad, por otro lado el índice más alto de PA se presentó en el T5 con

20 dS/m y un índice de 32 % aunque se esperaba que el mayor valor fuese en T6. Ver Figura 6.

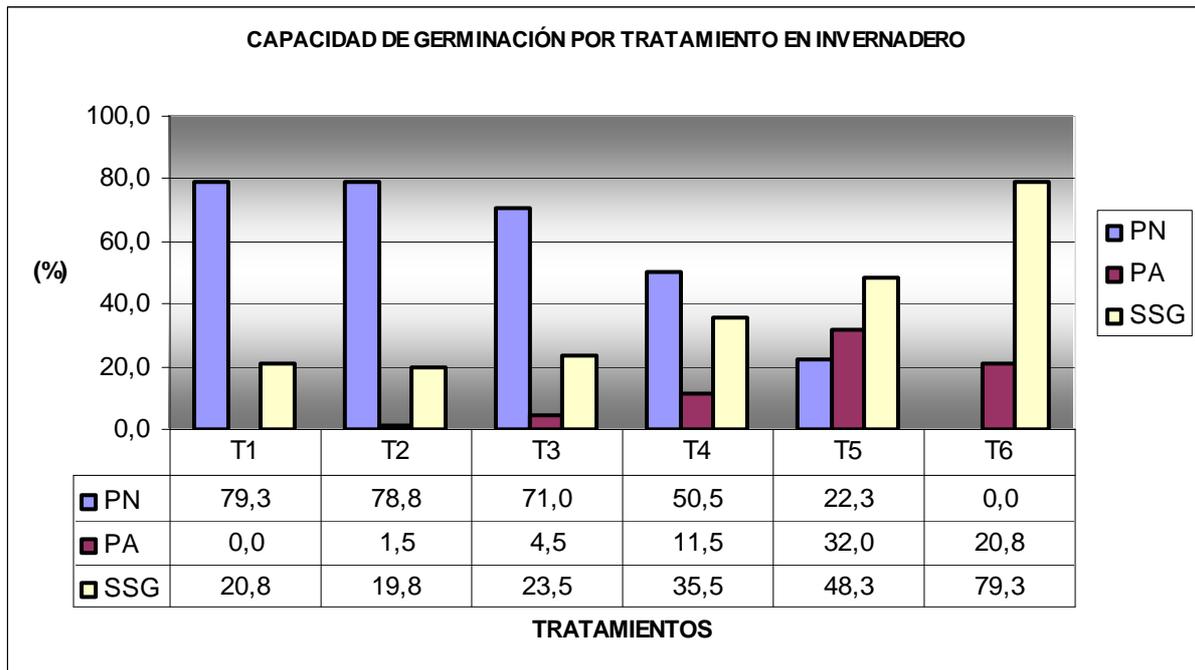
De la misma forma se aprecia para SSG donde el mayor índice registrado de 79.2 % se presento en el T6 con 25d S/m presentando diferencias altamente significativas con T5 y T4 los cuales arrojaron 48.2 y 35.5 %. Tal y como se esperaba, el cuarto grupo estadístico con los tratamientos T1, T2 y T3 sin diferencias estadísticas entre ellos, presentan los menores grados de afectación, ya que las SSG son menos. La tendencia de SSG es creciente con forme aumenta el grado de salinidad (Figura 6).

Tabla 14. Comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de invernadero por tratamiento.

CAPACIDAD DE GERMINACIÓN (%)			
TRATAMIENTO	PN	PA	SSG
T1	79.250 A	0.000 D	20.750 D
T2	78.750 A	1.500 D	19.750 D
T3	71.000 A	4.500 CD	23.500 D
T4	50.500 B	11.500 BC	35.500 C
T5	22.250 C	32.000 A	48.250 B
T6	0.000 D	20.750 B	79.250 A

PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; Valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.01$); Valores con letra diferente tienen diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$).

Figura 6. Comparación de medias de las variables evaluadas en la prueba capacidad de germinación en condiciones de invernadero por tratamiento.



De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie vemos que el IVG presenta diferencias altamente significativas entre Tanzania y Brizantha dado que se obtuvieron valores de índice de 3.2 y 2.3 % respectivamente (Tabla 15), lo cual numéricamente no aparenta ser considerable, sin embargo el modelo estadístico nos dice que los tratamientos si afectan de manera diferente a cada una de las especies (ver figura 7.1).

Para PC las diferencias estadísticas también son altamente significativas (Tabla 15) y en la Figura 7.1 se puede ver gráficamente. Los valores de índices arrojados son 0.3 y 8.6 % para Tanzania y Brizantha respectivamente, valores muy diferentes numéricamente, por lo que podemos decir que la especie de Brizantha respondió, de

manera general, de una manera mas favorable a los distintos grados de salinidad aplicados en el experimento por lo que muestra ser mas tolerante.

En cuanto a LMP se obtuvieron resultados estadísticos similares a los anteriores con 2.9 cm. para Tanzania y 6cm para Brizantha, con diferencias altamente significativas estadísticamente hablando e indican que ésta ultima es la que responde de manera mas favorable a los distintos grados de salinidad, pues mostró ser mas resistente (Figura 7). Lo mismo sucede con LMR, en la cual los valores son 2.8 y 4.2 cm. para Tanzania y Brizantha respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 15 el parámetro PSP no mostró diferencias significativas estadísticamente entre especies, lo que nos indica que los distintos grados de salinidad no tuvieron que ver con las diferencias numéricas de los pesos de la materia seca. Numéricamente (Figura 7.2) se puede apreciar una diferencia considerable de más de 70 mg. pues sus valores fueron de 201 y 273 mg. para Tanzania y Brizantha respectivamente; sin embargo debido a que no hay diferencias estadísticas, esta variación numérica se la atribuiremos a las diferencias fisiológicas que existen entre ambas especies y no a los tratamientos aplicados.

Tabla 15. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.

PRUEBAS DE VIGOR					
ESPECIE	IVG (%)	PC (%)	LMP (cm)	LMR (cm)	PSP (mg)
TANZANIA	3.2305 A	0.333 B	2.9825 B	2.8400 B	201.83 A
BRIZANTHA	2.3714 B	8.667 A	6.0008 A	4.2500 A	273.96 A

IVG = Índice de Velocidad de Germinación; PC = Primer Conteo; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula; PSP = Peso Seco de Plántula; Valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.01$); Valores con letra diferente tienen diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$).

Figura 7. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.

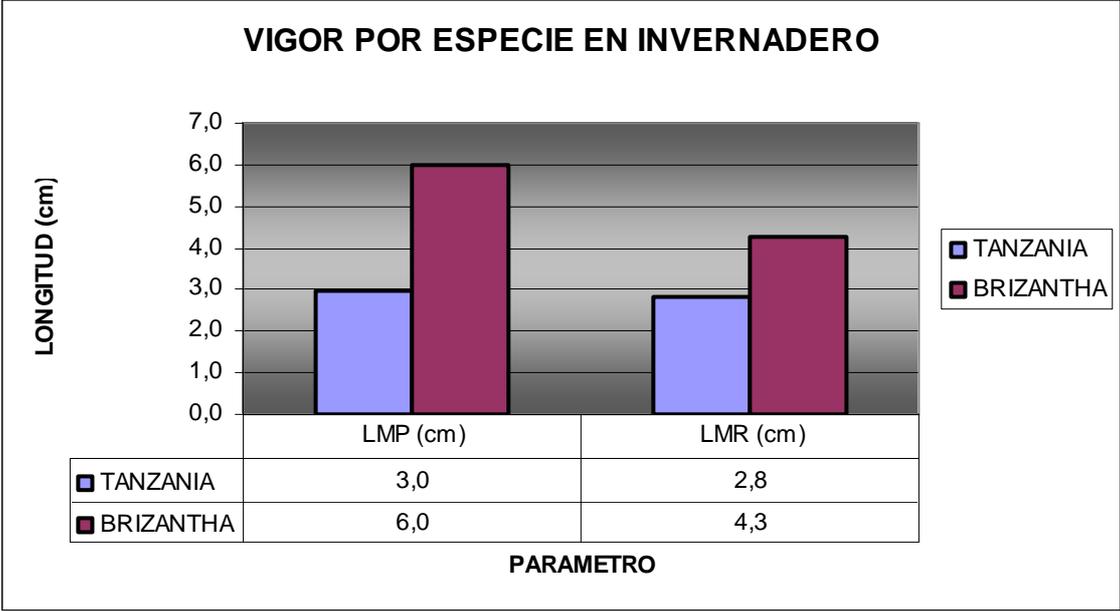


Figura 7.1. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.

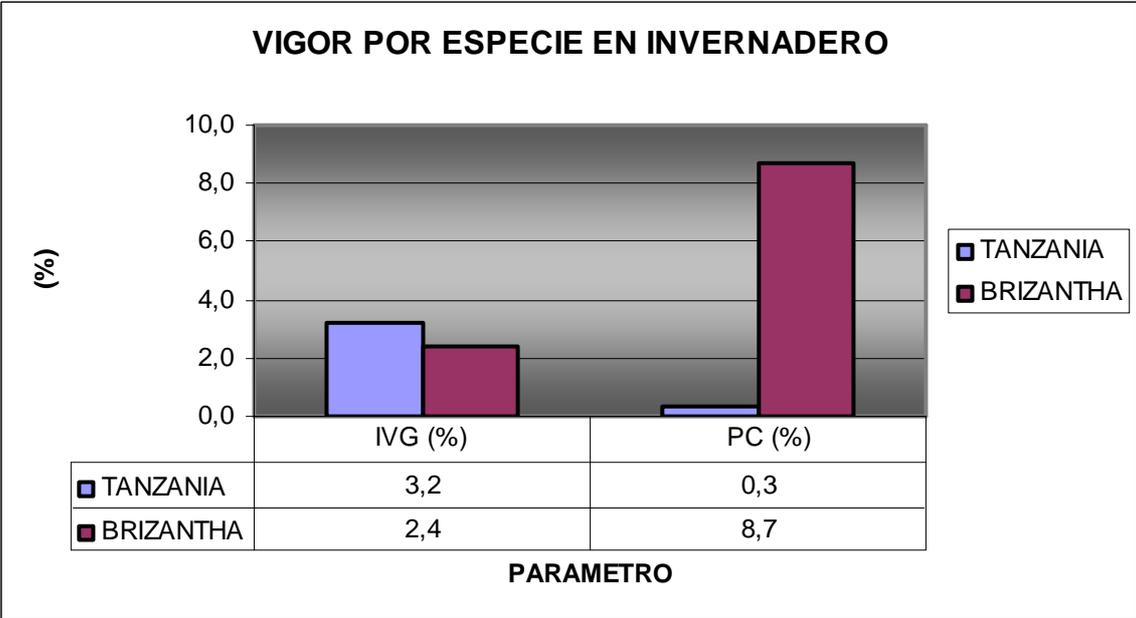
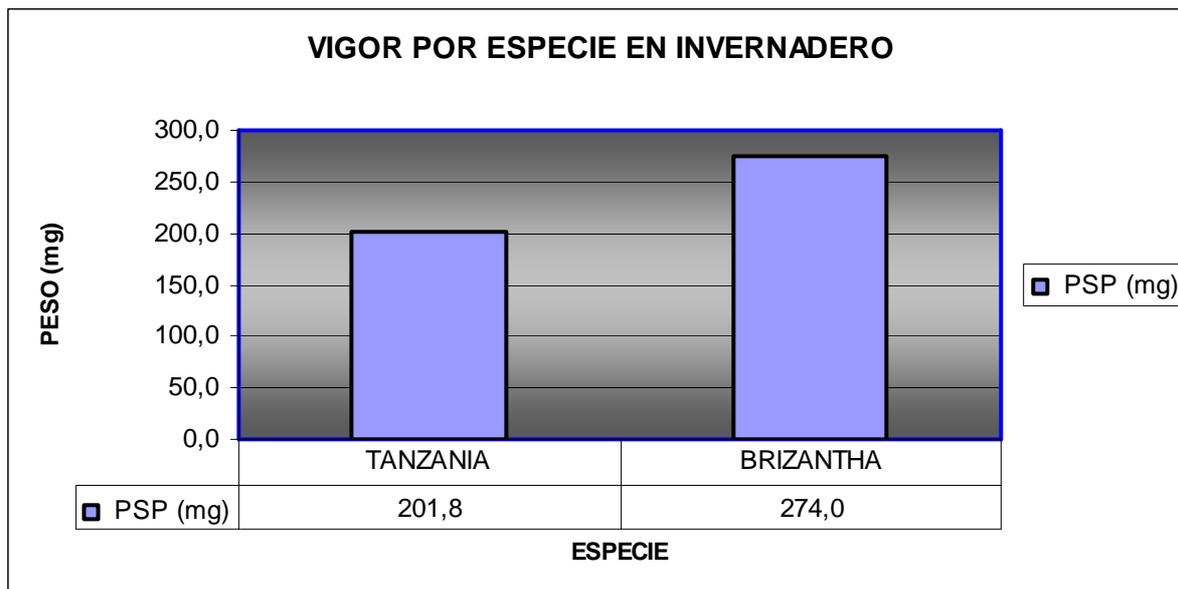


Figura 7.2. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.



En cuanto a la comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por tratamiento se obtuvieron en IVG cuatro grupos estadísticos siendo el tratamiento T2 con un índice de 3.9 el mas alto, seguido del T1 con 3.6 y disminuyendo con T3, T4, T5 así hasta T6 con índices de 3.2, 2.9, 2.1 y 1.03 respectivamente; de tal manera que se obtuvo el resultado esperado de acuerdo a la hipótesis planteada en el presente trabajo.

Las diferencias estadísticas entre los cuatro grupos son altamente significativas y esto nos indica que el índice de velocidad de germinación obtenido si fue afectado directamente por los tratamientos y por ello se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 16 y la correspondiente Figura 8.1. Dado que en el T2 se obtuvo un índice mas alto que en T1, podemos concluir que para la prueba IVG las nuestras dos especies se ven beneficiadas ante bajos grados de salinidad KCL (5 y 10 dS/m), mientras que a concentraciones mayores le resulta negativo.

Los resultados obtenidos en la comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por tratamiento para PC arrojaron tres grupos estadísticos con diferencias altamente significativas por lo que podemos decir que el efecto de las concentraciones de salinidad aplicada es lo que provoco tales diferencias. Tal como se esperaba, los tratamientos que respondieron de una manera mas favorable a los tratamientos fueron los T1 y T2 ambos con índice de 8.75 % seguidos de 2.5 % en T3 y un repunte en T4 con índice de 5.0 %. El tratamiento más afectado negativamente por los tratamientos fue el T6 en el cual se obtuvo un índice de 0.75 %. En esta prueba los resultados no fueron como se esperaban dado que, como se puede apreciar en la Figura 8.1 los índices van disminuyendo y a partir del T1 hasta el T3, pero vuelven a aumentar en el T4 y nuevamente una disminución en T5 y T6.

En cuanto a LMP (Tabla 16) en la comparación de medias en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por tratamiento se obtuvo que las plántulas respondieron de acuerdo a lo esperado en la hipótesis planteada; dado que el mayor índice arrojado fue por el T1 de 7.6 cm. seguido del T2 con 6.5 cm. y disminuyendo así hasta T6 con 0.48 cm. Los seis grupos estadísticos obtenidos muestran diferencias altamente significativas, lo que nos lleva a concluir que los distintos grados de salinidad inducidos afectan directamente la longitud de la plúmula de las especies en cuestión y que a mayor grado de salinidad, menor será la LMP de nuestras dos especies de gramíneas forrajeras. La tendencia de la longitud de plúmula a disminuir se puede apreciar de una mejor manera en la Figura 8.

De igual manera la LMR arroja índices más bajos a medida que la concentración de salinidad aumenta en las plántulas. Se obtuvieron seis grupos estadísticos con diferencias altamente significativas lo que nos indica que tales diferencias son debidas a las diferentes concentraciones de salinidad, siendo el T1 el que respondió de una manera más favorable a los tratamientos con índice de 6.0 cm. por haber sido regado con agua libre de salinidad, mientras que el T6 con 0.3 cm. fue el tratamiento más afectado por el alto grado de salinidad (25 dS/m). La tendencia disminuir la longitud de la radícula a medida que se incrementa la concentración de salinidad (KCL) en las plántulas se puede apreciar en la Figura 8.

La comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por tratamiento arrojó que para el parámetro de PSP los resultados son los esperados de acuerdo a la hipótesis planteada dado que las diferencias fueron altamente significativas entre los tres grupos estadísticos obtenidos. Los índices arrojados van disminuyendo a medida que se incrementa el grado de salinidad tal como se observa en la Figura 8.2 siendo el T1 con el mayor índice de 633 mg., seguido de T2, T3, T4, T5 y T6 con índices de 406, 200, 113, 60 y 12 mg. respectivamente. Por lo anterior podemos concluir que los tratamientos afectan directamente el peso seco de las plántulas y que, tal como se planteó en la hipótesis del presente trabajo a medida que se incrementa el grado de salinidad, las plántulas van reduciendo su vigor y por consiguiente el peso seco de la plántula se ve reducido.

Tabla 16. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por tratamiento.

PRUEBAS DE VIGOR					
TRATAMIENTO	IVG (%)	PC (%)	LMP (cm)	LMR (cm)	PSP (mg)
T1	3.5670 A	8.750 A	7.5875 A	6.0125 A	633.75 A
T2	3.9305 A	8.750 A	6.4725 AB	4.9300 AB	406.25 B
T3	3.2053 A	2.500 B	5.0375 BC	4.0500 B	200.75 C
T4	2.9315 AB	5.000 AB	4.6000 C	3.6575 BC	113.38 C
T5	2.1442 B	1.250 B	2.7725 D	2.2825 C	60.75 C
T6	1.0270 C	0.750 B	0.4800 E	0.3375 D	12.50 C

IVG = Índice de Velocidad de Germinación; PC = Primer conteo; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula; PSP = Peso Seco de Plántula; Valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.01$); Valores con letra diferente tienen diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$).

Figura 8 Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.

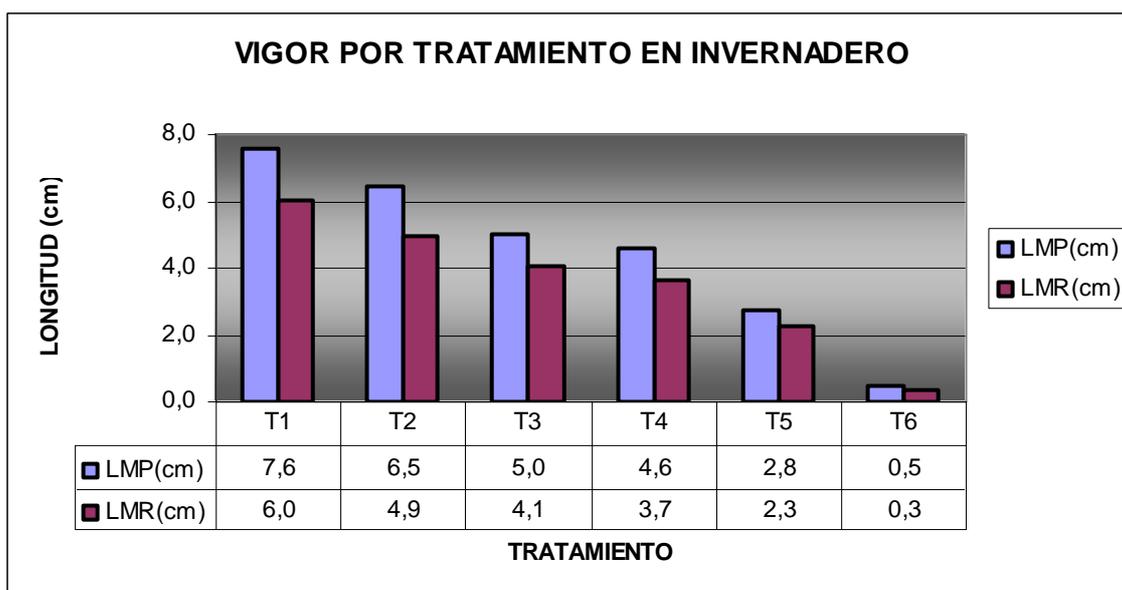


Figura 8.1. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.

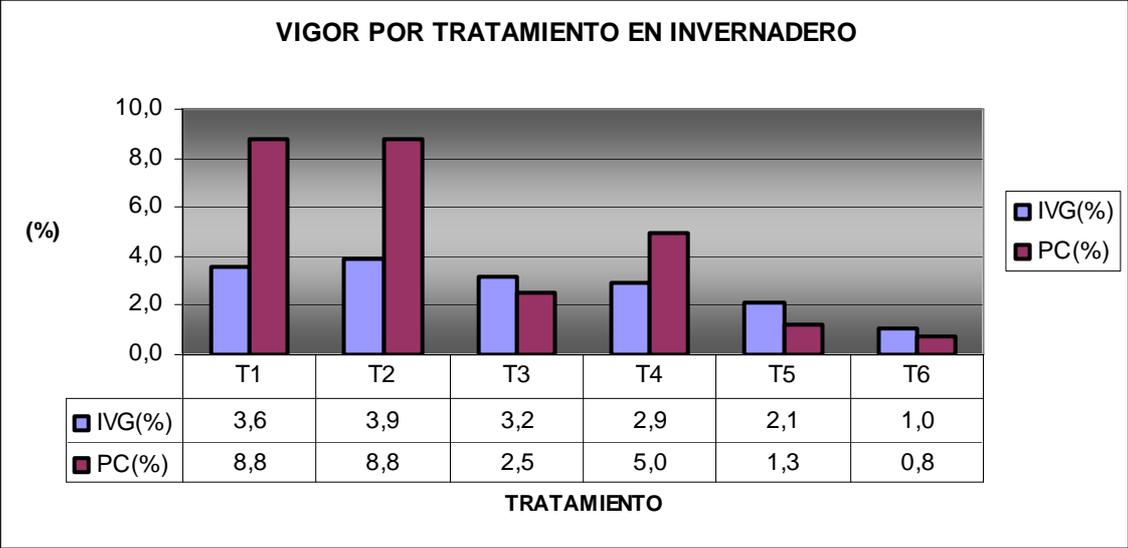


Figura 8.2. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero por especie.



CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y a las condiciones en las cuales se realizó esta investigación, se concluye lo siguiente:

Tanto en condiciones de laboratorio como de invernadero se observó que las sales (KCl) afectan directamente el vigor de las semillas de Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) y Zacate Guinea Var. Tanzania (*Panicum maximum* L.), dado que a medida que se incrementó el grado de salinidad se fue observando una reducción considerable en el mismo.

En laboratorio aunque el incremento de sales con KCl va afectando el porcentaje y retardando el proceso de germinación, las semillas de Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.) y Zacate Guinea Var. Tanzania (*Panicum maximum* L.) presentan un comportamiento fisiológico sobresaliente hasta conductividades de 5 ds/m, reduciéndose significativamente a concentraciones mayores.

A concentraciones de 5 y 10 ds/m se incrementa la longitud de radícula en las plántulas mientras que la longitud de plúmula es afectada significativamente a partir de 5 ds/m. En invernadero se observó que la respuesta fisiológica de la semilla fue menor que en laboratorio. La germinación y emergencia en laboratorio e invernadero respectivamente hablando, comenzaron a disminuir significativamente a concentraciones mayores de 5 ds/m.

En el desarrollo de plántula el efecto fue negativo al incrementarse la salinidad siendo este significativo a conductividades mayores de 5 dS/m para longitud de plúmula y arriba de 10 dS/m para longitud de radícula.

Dado que los resultados obtenidos resultaron ser mas favorables para todos los parámetros analizados en el presente trabajo en el caso del laboratorio y para la mayoría de los mismos en invernadero para Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* L.), podemos concluir que es mas tolerante a la salinidad (KCL) y podemos recomendar ésta especie antes que Zacate Guinea Var. Tanzania (*Panicum maximum* L.).

BIBLIOGRAFIA

- Aceves W. E. 1979. el ensalitramiento de los suelos bajo riego. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Basnayake, J.; Cooper, M.; Ludlow, M. y Henkell, R. 1994. Combining ability variation for osmotic adjustment among a selected range of grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Field Crops Research 38:147-155.
- Andrade A. E. 1992. Efecto de salinidad del suelo y escarificación de semilla sobre la germinación y producción de fitomasa de tres especies atriples. Tesis licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. pp. 4-11.
- AOSA. 1983. Seed vigour testing handbook. Contribution N° 32. EUA. Pág. 10.
- Baker, R. J. 1978. Issues in diallel analysis. Crop Sci. 18 (4) : 533-536.
- Argetel L.; González, L. M. y Plana, R. 2006. Efecto de altas concentraciones salinas sobre la germinación y el crecimiento del Trigo (*Triticum aestivum*) variedad CUBA-C-204. Rev. Cultivos Tropicales. Vol. 27 No. 3, p 45-48.
- Ashraf, M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plant. Critical Reviews in Plant Sciences 13:17-42.
- Baca A. F. 1993. Comportamiento de trigo (*triticum aestivum*) en respuesta a un suelo salino establecido en el simulador de drenaje. Tesis licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. pp. 2-5.
- Badia V. D. 1992. Suelos afectados por sales. Butll. Soc. Cat. Cien. Vol. XIII. pp. 609-629.
- Báez A. 2002. Efecto de la calidad del agua de riego sobre las propiedades del suelo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Facultad de

ciencias agrarias. Universidad Nacional del Mar de Plata. Buenos Aires, Argentina.

Bennett, M. 2002. Saturated salt accelerated aging (SSAA) and other vigor tests for vegetable seeds. In: Proceedings International Seed Seminar: Trade, Production and Technology. Edts. M. McDonald and S. Contreras. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. p. 188-193.

Bernstein L. 1975. Effects of salinity and sodicity on plant growth annu. Rev. Plant, physiology 13: pp. 295-312.

Bozcuk, S. 1981. Efec of kinetin and salinity on germination of tomato, barley and cotton seeds. Ann. Bot. 48:81-84.

Casasola, F. R. 1998. Efecto de la humedad del suelo sobre la anatomía y morfología de cuatro introducciones de *Brachiaria spp.* Tesis Ing. Agr., U. de Costa Rica sede del Atlántico, Costa Rica. 63 p.

Cavalcante, A. y Perez, S. 1995. Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Witt. Pesquisa Agropecuária Brasileira 30(2):281-289.

Cisneros B. E. 1993. Producción de biomasa de genotipos de trigo (*triticum aestivum* L.) Em Tell a diferentes niveles de salinidad. Tesis profesional. UABCS. La paz, BCS, México. P 75.

Cuartero F. y Fernández-Muñoz R. 1999. Tomato and salinity. Scientia Horticulture.78: 83-125.

Dodd, G. y Donovan, L. 1999. Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. American Journal of Botany 86(8):1146-1153.

- Dorronsoro, C. F. 2008. Contaminación por sales solubles. En línea: <http://www.edafologia.ugr.es/Conta/Tema12/1Concep.html>. Consulta: Noviembre de 2008.
- Everitt, J., M. Alaniz and J. Lee., 1983. Seed germination characteristics of *Kochia scoparia*. J. Range Management 36 (5):646.
- Falleri, E. 1994. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. Seed Science and Technology 22(3):591-599.
- Fanti, S. y Pérez, S. 2004. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39(9): 903-909.
- FAO. 2003. La Huerta Hidropónica Popular. Manual Técnico. 3ra Edición. Santiago, Chile. 131 pp.
- González, L. y R. Ramírez. 1996. Respuesta de *Terannus labilis* diferentes niveles de salinidad durante la germinación y crecimiento. Cultivos Tropicales 17(3):1719.
- Grijalva S. M. y Ríos O. R. 1995. Algunos efectos de cloruro de sodio en la germinación y emergencia del cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. tópicos de investigación y postgrado IV (2): UNAM. México. Pp. 91-96.
- Guerra H. M. 1993. Tolerancia a la salinidad en le mejoramiento y la producción agrícola. Seminarios de postgrado. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. pp. 64-67.
- Gupta, S.K. y S. K. Sharma. (1990). Response of crops to high exchangeable sodium porcentaje. Irrig. Sci. Vol 11. p. 173-179.
- Horst, G.L. y Dunning, N.B. 1989. Germination and seedling growth of perennial ryegrasses in soluble salts. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(2):338-342.

- International Seed Testing Association (ISTA) 2004. International Rules for Seed Testing. Ed. 2004. Bassersdorf, CH-Switzerland. 700p.
- Lucero, J.C. 1970. Germinación de cuatro gramíneas forrajeras bajo distintas condiciones de salinidad. Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario (INTA) 273:60-64.
- MAAS, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. Applied Agricultural Research, 1: 12-26.
- Maquire, J. D. 1962. Speed of germination: Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science. Vol 2. 176 - 177. USA.
- Moreno, M. E. 1996, Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3a edición. Instituto de Biología. UNAM. México. D.F. 393 p.
- Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist, 167, 645-663.
- Narciso S. N. 1949. Zacates y otras gramíneas que viven en Yucatán, Mérida, Yucatán, México, pp. 132-134.
- Pargas L. R. 1999. Evaluación de genotipos de maíz con diferentes niveles de salinidad en localidades y en laboratorio. Tesis de postgrado UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. pp. 71 y 72.
- Parsons L. R. 1992. Salinity tolerance of citrus roots tocks. Effect of salt on root and leaf mineral concentration. Plant soil 147: 171-181.
- Pill, W. G. 1981 Fluid sowing of tomato seed influence of phosphorus additions to five gel. Vol. 6:1.38 – 49. USA.
- Prisco, J. y O'leary, J. 1970. Osmotic and toxic effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. Turrialba 20:177-184.

- Romero - Aranda, R.; Soria, T. y Cuartero, J. 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science*. 160: 265-272.
- Ruiz E. F. 1993. Respuesta de genotipos de frijol "chicharo de vaca" (*Vigna unguiculata*, L. walp) con diferentes diluciones de agua de mar. Tesis licenciatura. UABCS, México. p. 70.
- Serrato, C. V. M. 1995. Manual de procedimiento de control de calidad, en el campo en la producción de semilla de Maíz. UAAAN. Vol. 4. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Singh, K. N. and Chatrath, R. 2001. Breeding for adaptation to environmental factors. Chapter 8. Salinity Tolerance. 170 p.
- Smith, P. y B. Comb. 1991. Physiological and enzymatic activity of pepper seeds (*Capsicum annum*) during priming. *Acta Horticulturae* 89:7178.
- Steel, D. G. R. y Torrie, H. J. 1986. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Primera Edición. McGraw-Hill. México, D.F. pp. 603 pp.
- Tanwar, B. S. 2003. Saline water management for irrigation. International Commission on irrigation and drainage. New Delhi, India. 140 p.
- Tavera L. M. 1995. Respuesta de tres especies del genero *lycopersicon* a tres tipos de sales y tres niveles de salinidad durante la etapa de germinación. Tesis licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Técnica Pecuaria en México, Enero–Abril 2007, vol. 45, numero 001. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, México, pp. 19 – 24.

Técnica Pecuaria en México, Mayo–Agosto 2004, vol. 42, numero 002. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, México, pp. 261 – 276.

Ungar. I. A. 1978. Halophyte seed germination. The botanical Review 44(2): 233-264.

Zekri, M. 2002. Salinity and calcium on emergence, growth and sodium and chloride concentrations of citrus rootstocks. Pro. Fla. State. Hor. Soc.106:18-24.