

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL**



**Efecto de Salinidad de Cloruro de Potasio (KCl) en Germinación  
y Vigor, de dos Especies de Gramíneas Forrajeras.**

**POR:**

**VLADIMIR HIRAM GUTIÉRREZ SANTIAGO**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.**

**MARZO DE 2010**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

EFFECTO DE SALINIDAD DE CLORURO DE POTASIO (KCL) EN GERMINACION  
Y VIGOR, DE DOS ESPECIES DE GRAMINEAS FORRAJERAS.

Por:

VLADIMIR HIRAM GUTIÉRREZ SANTIAGO

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO  
ZOOTECNISTA.

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO

  
DR. RAMÓN F. GARCÍA CASTILLO

VOCAL

  
M.C. ANTONIO VALDEZ OYERVIDES

VOCAL

  
ING. SANTIAGO RUÍZ RAMÍREZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

  
ING. RODOLFO PEÑA ORANDAY

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Marzo, 2010



COORDINACION DE  
CIENCIA ANIMAL

## **DEDICATORIAS**

### **A mis padres:**

Humberto Gutiérrez Burgos y Maricela Santiago López

Que sin su apoyo no sería nada de este gran paso en mi vida, que es terminar una carrera profesional, además de su cariño, confianza y todos los buenos consejos que siempre me dieron, con todo el cariño del mundo son parte fundamental de este triunfo que el día de hoy les entrego.

### **A mi esposa y mi hija:**

Marisol Moreno Campos

Dafne Guiedanni Gutiérrez Moreno

Para ustedes que fueron un motor que encontré en el camino para seguir adelante y luchar para darles todo lo que se merecen no me queda más que agradecer el apoyo brindado como mi compañera y decirte que te amo, además me enorgullece tenerlas a mi lado este triunfo se los brindo con todo el amor y cariño de mi corazón.

### **A mis hermanos:**

Sergio Humberto Gutiérrez Santiago

Mauro Didier Gutiérrez Santiago

Por su gran apoyo y amistad sincera en todo momento, para ellos mi más sincero agradecimiento por ser mis hermanos ya que son los mejores que DIOS me puso a mi lado.

### **A mis sobrinos y sobrinas:**

Por los buenos momentos que he vivido junto a ellos además de que son fuente de inspiración de caer y levantarse sin ningún problema por esto y más los quiero mucho.

**A mis tíos:**

Por darme muestras de cariño y consejos que me ayudaron para no bajar la guardia y seguir adelante día a día, en especial a mi tía Luz del Carmen Santiago López que a pesar de los tropiezos que tuve siempre estuvo conmigo en las buenas y las malas gracias por todo el apoyo brindado y aliento para terminar este proyecto de vida.

**A mis primos:**

Por su el empuje para terminar mis estudios y el gran cariño brindado a lo largo de mi paso por este mundo.

**A mi abuelita:**

Ya que me ha dado muchos consejos para salir adelante y por el trato que me ha ofrecido durante mi estancia en esta vida con todo el cariño del mundo, ella también es parte integral de mi conclusión de la carrera que hoy termino.

**A mis suegros y cuñadas:**

Por el apoyo brindado a lo largo de la carrera, además del buen trato brindado y por creer en mi.

**A mis amigos:**

Por que se que si a mi me va bien a ellos igual además por su amistad sin compromiso y las buenas vibras que me an aventado hoy quiero que este triunfo lo vean como suyo por que se los brindo con todo el cariño.

### **A mis compañeros de generación:**

A todos ellos por el grupo de compatriotas que formamos y que uno con otro nos dimos la mano y nos apapachamos y algún día nos dimos un consejo como buenos seres humanos pero sobretodo por la convivencia que tuvimos durante estos años y las experiencias de cada uno, les deseo que les valla de la mejor manera en la vida y que sean felices por siempre. “Por ultimo este proyecto también esta dedicado a todos mis seres queridos que ya no están en este mundo pero que sin duda alguna ellos son parte de mi y los llevo presentes todo el tiempo gracias por todo”

### **AGRADECIMIENTOS**

Primero que nada a DIOS por darme la vida, además de guiarme por el buen camino y estar todo el tiempo cerca de mi, también por darme el raciocinio para cumplir la meta de acabar la carrera y por ultimo por darme cinco sentidos con los cuales siempre estaré agradecido por siempre ya que eres nuestro ser supremo.

A mi Alma Terra Mater por que me recibió con los brazos abiertos y me dio estudios, comida y hospedaje además de la satisfacción de ser un buitre de la narro y por todos los buenos momentos que me llevo de mi escuela que sin duda se quedan grabados en mi ser por siempre.

A todos los maestros de la UAAAN que dieron lo mejor de si para que a prendiera lo mejor que fuera y así ser alguien para competir en la vida laboral.

A los trabajadores de la UAAAN que me atendieron durante mi estancia dentro de la escuela. Agradezco de una manera muy profunda a mis papas, mi esposa e hija, mis hermanos, mis tios, mi abuelita y a todos mis seres queridos que de alguna u otra manera han contribuido para que este sueño se hiciera realidad.

También un sincero agradecimiento especial para mis asesores Dr. Ramón García Castillo, M.C. Antonio Valdez Oyervides, Ing. Santiago Ruiz Ramírez, por su valiosa cooperación en la presente investigación.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIAS .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	iii
ÍNDICE DE GENERAL .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	viii
	<b>PÁGINA</b>
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Hipótesis.....	2
<b>2. REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Salinidad en México y el mundo .....	3
2.2 Salinidad en los cultivos.....	4
2.3 Salinidad en gramíneas forrajeras.....	5
2.4 Efectos de la salinidad en germinación y vigor.....	6
2.5 Conductividad eléctrica (salinidad).....	9
<b>3. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>10</b>
3.1 Localización.....	10
3.2 Metodología de siembra .....	10
3.3 Genotipos a evaluar .....	11
3.3.1 Mulato II ( <i>Brachiaria hibrido</i> ).....	11
3.3.2 Tanzania ( <i>Panicum máximum</i> ).....	11
3.6 Parámetros a evaluar en condiciones de laboratorio.....	12
3.6.1 Capacidad de germinación (CG%).....	12
3.6.2 Plántulas normales (PN).....	12
3.6.3 Plántulas anormales (PA) .....	13
3.6.4 Semillas sin germinar (SSG).....	13

3.6.5 Pruebas de vigor .....	13
3.6.6 Índice de velocidad de germinación.....	13
3.6.7 Primer conteo .....	14
3.6.8 Longitud media de plúmula (LMP) .....	14
3.6.9 Longitud media de radícula (LMR) .....	14
3.7 Parámetros a evaluar bajo condiciones de invernadero .....	14
3.7.1 Capacidad de germinación (CG%) .....	14
3.7.2 Plántulas normales (PN) .....	15
3.7.3 Plántulas anormales (PA) .....	15
3.7.4 Semillas sin germinar .....	15
3.8 Pruebas de vigor .....	15
3.8.1 Primer conteo (PC).....	15
3.8.2 Índice de velocidad de emergencia (IVE) .....	15
3.8.3 Longitud media de plúmula (LMP).....	16
3.8.4 Longitud media de radícula (LMR) .....	16
3.8.5 Peso Seco de la Plántula (PSP) ).....	16
3.9 Diseño experimental .....	16
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>19</b>
4.1 Etapa de laboratorio por especie .....	19
4.2 Etapa de laboratorio por tratamiento .....	23
4.3 Etapa de invernadero por especie .....	26
4.4 Etapa de invernadero por tratamiento.....	31
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>37</b>

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	PÁGINA
1 Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas por especie para vigor en laboratorio .....	17
2 Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas por tratamiento para vigor en el laboratorio.....	18
3 Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas por especie, en invernadero .....	19
4 Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas, por tratamiento, en invernadero .....	19

FIGURA	PÁGINA
1 Tendencia de las gramíneas con respecto a la capacidad de germinación sometida a varios niveles de salinidad en condiciones de laboratorio.....	20
2 Tendencia de los genotipos con respecto a las pruebas de vigor (IVG y PC) sometida a salinidad en condiciones de laboratorio.....	21
3 Tendencia de los genotipos con respecto a las pruebas de vigor (LMP y LMR) sometida a salinidad en condiciones de laboratorio .....	22
4 Respuesta a la germinación en semilla de gramíneas forrajeras bajo distintas concentraciones de salinidad, respecto a las pruebas de vigor (IVG y PC), en condiciones de laboratorio.....	25
5 Respuesta a la germinación en semilla de gramíneas forrajeras bajo distintas concentraciones de salinidad, respecto a las pruebas de vigor (LMP y LMR), en condiciones de laboratorio.....	26
6 Tendencia de los genotipos con respecto a la capacidad de germinación sometida a salinidad en condiciones de invernadero .....	28
7 Tendencia de los genotipos con respecto a las pruebas de vigor (IVE y PC) sometida a salinidad en condiciones de invernadero .....	29



8	Tendencia de los genotipos con respecto a las pruebas de vigor (LMP y LMR) sometida a salinidad en condiciones de invernadero.....	29
9	Comportamiento de los genotipos, para la variable peso seco de plántula, sometidos a concentraciones salinas en condiciones de invernadero.....	30
10	Respuesta a la germinación en semilla de gramíneas forrajeras bajo distintas concentraciones de salinidad en condiciones de invernadero .....	32
11	Respuesta a la germinación en semilla de gramíneas forrajeras bajo distintas concentraciones de salinidad, respecto a las pruebas de vigor (IVE y PC), en condiciones de invernadero .....	33
12	Respuesta a la germinación en semilla de gramíneas forrajeras bajo distintas concentraciones de salinidad, respecto a las pruebas de vigor (LMP y LMR), en condiciones de invernadero .....	34
13	Comportamiento de los genotipos, para la variable peso seco de plántula, bajo distintos niveles de salinidad en condiciones de invernadero .....	35

## RESUMEN

Esta investigación fue realizada en dos etapas, laboratorio e invernadero, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista Saltillo Coahuila, a 25° 23' latitud norte y 103° 01' latitud oeste a una altitud de 1743 msnm. Se utilizó semilla de dos especies de gramíneas forrajeras: Mulato II (*Brachiaria híbrido*) y Tanzania (*Panicum maximum*), el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de 5 diferentes concentraciones de salinidad a base de (KCL) en la germinación y vigor de dos especies de gramíneas forrajeras. Los tratamientos utilizados para ambas condiciones, fueron seis concentraciones de salinidad utilizando cloruro de potasio (KCl) ajustados a las siguientes conductividades eléctricas expresadas en decisiemens/metro (dS/m): T1=Testigo (agua destilada), T2=5 dS/m, T3=10 dS/m, T4=15 dS/m, T5=20 dS/m y T6=25 dS/m. En cuanto a las variables en estudio fueron las siguientes: Capacidad de Germinación (CG %), Plántulas Normales (PN), Plántulas Anormales (PA), Semillas sin Germinar (SSG), Índice de Velocidad Germinación (IVG), Índice de Velocidad de Emergencia (IVE), Primer Conteo (PC), Longitud Media de Plúmula (LMP), Longitud Media de Radícula (LMR), Peso Seco de la Planta (PSP). La información obtenida de las variables en estudiadas en el presente trabajo fue analizada estadísticamente mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial, con cuatro repeticiones. Las variables que presentaron significancia fueron analizadas con un prueba de rango múltiple (Tukey  $P < 0.01$ ) para la comparación de medias. Los análisis de varianza se realizaron mediante el paquete estadístico SAS versión 6.9 (1989). Los resultados de la presente investigación, a medida que aumenta la concentración de sales hay mayor número de semillas sin germinar en laboratorio y en invernadero, siendo todavía más notorio en la etapa de laboratorio ya que hay mayor porcentaje de semillas sin germinar este dato fue adjudicado a que en esta etapa las semillas estuvieron directamente en contacto con los tratamientos de cloruro de potasio (KCL), con estos datos podemos concluir que la especie más tolerante al efecto que causa la salinidad es el pasto Tanzania por lo tanto es una alternativa para establecerse en suelos salinos y puede tener éxito.

**Palabras claves:** Gramíneas forrajeras, Salinidad, Vigor y Germinación.

## 1. INTRODUCCIÓN

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 (Munns, 2005; FAO, 2000). 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 (Tanwar, 2003).

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 y para germinar requieren de un manejo especial, las gramíneas forrajeras que se explotan en suelos salinos no se encuentran ajenas a una disminución y establecimiento, no obstante que son medianamente sensibles a las sales.

Con el transcurso del tiempo, áreas eminentemente agrícolas de todos los continentes, han perdido su productividad, esto debido a la acumulación de sales en los suelos provocada por el mal uso, el manejo del agua, suelos y plantas en ellas, es importante conocer este fenómeno que va en aumento conforme va pasando el tiempo y así mismo tener alternativas para hacer productivas a las tierras de nuestro país y combatir la hambruna que lo rodea.

Dado el grave problema que causan las altas concentraciones de sales en la germinación y vigor de las semillas, específicamente en gramíneas forrajeras, se propone buscar alternativas de solución para contrarrestar estos factores desfavorables para la producción, para poder recomendar en un momento dado la especie tolerante a este tipo de suelo, por lo que se plantea el presente trabajo de investigación, con los siguientes objetivos e hipótesis.

## **1.2 OBJETIVOS**

Evaluar el efecto de diferentes niveles de salinidad en la germinación y vigor de semilla, en dos especies de gramíneas forrajeras.

## **1.3 HIPÓTESIS**

Las altas concentraciones de sales en los suelos donde se siembran semillas de especies forrajeras afectan la germinación y vigor de las semillas, específicamente en especies forrajeras.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 Salinidad en México y el Mundo.**

La salinidad en la agricultura produce un efecto negativo sobre los cultivos, ya que existe una relación entre la salinidad y el descenso en el rendimiento que se produce, en todas las partes del mundo la conductividad eléctrica del suelo es uno de los principales fenómenos responsables del deterioro de los mismos, con una consecuente reducción de su potencial agrícola afectando a millones de hectáreas a nivel mundial, en nuestro país, una prioridad fundamental, en el desarrollo de la producción de semillas forrajeras en zonas afectadas por la salinidad, esta demanda no puede darse en un principio por las condiciones del suelo que se ha presentado por las constantes erosiones, escasas precipitaciones y por si no fuera lo suficiente existe la presencia de sales en los suelos, por ello es necesario adquirir nuevas alternativas para establecer que incluyan la selección de especies capaces de adaptarse y establecerse en suelos con estas condiciones.

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

Por su parte Munns (2005), menciona que en diversas áreas agrícolas del mundo 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. Existen millones de hectáreas en el planeta que están afectadas por sales, de estas 397 millones lo son por problemas de salinidad y 434 millones por condiciones asociadas a sodicidad.

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

Por su parte (Allison *et al.* 1994), mencionan que la conservación de los suelos, así como su recuperación cuando están afectados por sales, son de gran importancia para la producción agrícola, y su atención está relacionada con las causas del ensalitramiento de los mismos, que pueden ser: su origen, manejo y utilización, así como las fuentes y calidad del agua de riego, factores que intervienen en las propiedades físicas y químicas de los suelos. Las sales solubles pueden tener efectos sobre las plantas en crecimiento debido a los iones perjudiciales para la especie que se trate. Cuando por cualquier causa se interrumpe el drenaje de los suelos sobre todo en regiones áridas, se favorece la acumulación de sales en la superficie, es por eso que durante los periodos secos los suelos de regiones cálidas y áridas, están cubiertas con un alto contenido de salinidad a modo de corteza, que se disuelve en el agua del suelo cada vez que este se humedece.

## **2.2 Salinidad en los cultivos**

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

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

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

Por su parte (Romero *et al.*, 2001), comenta que la parte aérea de la planta 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, presentan clorosis y necrosis principalmente en los bordes de las hojas

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 (Cuartero y Fernández-Muñoz, 1999; El-Habbasha *et al.*, 1996; Foolad y Lin, 1997). Estas respuestas se observan tanto en especies cultivadas como en las silvestres.

### **2.3 Salinidad en gramíneas forrajeras**

De Luca *et al.* (2001), Mencionan que el rendimiento agronómico de gramíneas forrajeras consiste primordialmente en láminas foliares, por ende, la tasa de expansión foliar y la duración del área foliar son caracteres determinantes de su productividad, en estas especies se tienen respuestas contrastantes a la salinidad, la disminución en rendimiento se puede asociar con la proporción de hojas secas y la reducción en el crecimiento foliar. Mientras que Ortega and Taleisnik, (2003), hacen suyo dicho comentario señalando que la zona de expansión foliar en gramíneas está restringida, la salinidad comúnmente induce el acortamiento y la disminución de tasas de crecimiento.

Por su parte Andrade (1992), Menciona que las sales solubles pueden tener efectos sobre el crecimiento debido a los iones perjudiciales para la especie. Cuando las plantas se desarrollan bajo condiciones de salinidad, uno de los síntomas más característicos es la inhibición del desarrollo producido por sales. El efecto por sales, no es precisamente en las raíces, hojas y el desarrollo de las plántulas, también existe un efecto significativo y de vital importancia en la germinación y vigor de las semillas.

## **2.4 Efectos de la salinidad en la germinación y vigor**

Torres y Echevarría (1994), señalan que diferentes eventos pueden distinguirse en el proceso de germinación como son: imbibición del agua, activación y/o síntesis de enzimas relacionadas con la movilización de reservas, translocación de sustancias hacia el eje embrionario y su crecimiento activo, que se asume a través de la síntesis de nuevos productos. Estos constituyen los principales sucesos a afectarse dada una condición de salinidad en el medio.

Por su parte (Rojas y Ramírez, 1987) señalan que diversos factores físicos y químicos son los responsables de la variación en la germinación de las semillas. Además de las condiciones adecuadas indica que los tegumentos o envolturas impermeables y duras constituyen factores físicos que impiden la entrada de oxígeno, temperatura y luz para el crecimiento del embrión, mientras que sustancias químicas inorgánicas localizadas en las envolturas externas que rodean el embrión, bloquean el crecimiento de la célula.

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 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.

Por su parte Aceves (1979), menciona 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.

Según Guerra (1993), la mayoría de las plantas son más sensibles a la salinidad durante la germinación, 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.



Mientras que Da Silva *et al.*, (2007) encontraron que la germinación y la tasa de germinación de semillas de cebada disminuyeron a medida que se incrementó el nivel de salinidad, reduciendo la viabilidad y vigor de las semillas debido a que la salinidad afectó la integridad de la membrana principalmente en el cultivar AF 98067 el cual mostró ser más susceptible al estrés salino.

La disminución del porcentaje de germinación de las semillas de maíz, así como la disminución de la velocidad de germinación y el aumento del número medio de días para que ocurriera la germinación de todas las semillas (siendo estos dos últimos caracteres relacionados al vigor de la semilla) con incrementos en el nivel de salinidad ha sido reportada también en otra gramínea como el arroz.

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 (Fanti y Pérez, 2004).

Por lo tanto Osorio (1995) menciona que los efectos de las sales en la planta pueden variar dependiendo de la etapa fenológica. La sensibilidad puede ser bastante diferente durante la etapa de germinación que de las siguientes. Algunos cultivos son muy sensibles a las sales solubles del suelo durante la etapa de germinación, pero son tolerantes después de esta etapa.

González y Ramírez (1996) mencionan 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 agua 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.

Otros investigadores, trabajando en condiciones de laboratorio con semillas de maíz tratadas con potenciales osmóticos creados con soluciones salinas han observado reducciones en la germinación producto del potencial osmótico y posiblemente por la toxicidad de las sales, así como diferencias entre cultivares. Moterle *et al.* (2006) indicaron que la reducción en el

potencial osmótico redujo el comportamiento de las semillas de maíz de cotufa y hubo un comportamiento diferencial entre los cultivos de maíz de cotufa de la tolerancia al estrés salino.

Ruiz (1993), evaluó 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 dilución, 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  $MgCl_2$  estimuló la germinación. Sin embargo, al aumentar la concentración de la misma se volvió tóxica provocando anomalía en las plantas. Con  $CaCl_2$  se retrasó la germinación. Sin embargo  $CaCl_2$ , fue la mejor sal puesto que no mostró altos porcentajes de toxicidad y en cuanto a  $NaCl$  retraso e inhibió la germinación.

Cisneros (1993), reportó 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%, el presente autor encontró que 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 concluyó que el incremento en la salinidad retarda la emergencia, ocurriendo lo mismo en la germinación la cual no ocurrió en la dilución del 50%.

Tavera (1995), evaluó los efectos de tres sales ( $NaCl$ ,  $CaCl_2$  y  $MgCl_2$ ) en tres especies de *Lycopersicon* (*L. esculentum*, *L. chilense* y *L. peruvianum*) a tres valores de conductividad eléctrica en diecisiete Siemen 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 obtenidos fueron que *L. chilense* tolera hasta 6 dS/m de  $NaCl$  y  $CaCl_2$ , mientras tanto que *L. esculentum*. Tolerancia hasta 9 dS/m de las tres sales y *L. peruvianum* fue excesivamente sensible con las tres sales.

(Grijalva y Ríos, 1995) Indican que al medir los efectos de cloruro de sodio 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.

## **2.5 Conductividad Eléctrica (Salinidad)**

Las sales solubles en el tiempo y en el espacio, es relativamente rápida. De ahí que, tanto en estudios de salinización como en aquellos otros de lavado y recuperación de suelos salinos, sea necesaria una monitorización a intervalos cortos y la toma de un gran número de muestras. Además el análisis de las sales solubles, especialmente los aniones, es un proceso largo y no exento de dificultades, se comprende que, ya desde antiguo, la salinidad se intento estimar de manera indirecta a partir de determinados parámetros de las soluciones salinas, cuya medida fuese relativamente fácil y rápida.

Dorronsoro (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 mmhos/cm = 1 dS/m). Por tanto la  $CE_s$  refleja la concentración de sales solubles en la disolución.

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.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización

La presente investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Control de Calidad del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) y en el Departamento de Fitomejoramiento, para las condiciones de invernadero, en las instalaciones 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. (García, 1987).

#### 3.2 Metodología de siembra

La siembra se llevó a cabo bajo dos condiciones, laboratorio e invernadero. Primeramente se obtuvo la calidad inicial de las especies utilizadas a través de prueba de germinación (%) en semillas de Mulato II (*Brachiaria híbrido*) y Tanzania (*Panicum máximum*).

Los tratamientos utilizados, bajo diferentes intensidades de salinidad o conductividad eléctrica de 5, 10, 15, 20 y 25 dS/m de KCl, con un respectivo testigo fue de 0 dS/m, libre salinidad. Las unidades para reportar la conductividad eléctrica fue 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 de suelo en la germinación y vigor de cinco especies de gramíneas forrajeras, bajo condiciones de laboratorio e invernadero.

Para obtener las condiciones de salinidad, con el cloruro de potasio (KCl), se inicio al agregar 0.7456 grs. de KCl por cada litro de agua, esto si lo aplicamos a cualquier sustrato es a 1.4 dS/m, de esta forma obtener dichas concentraciones de salinidad y posteriormente un análisis de las mismas para corroborar la conductividad eléctrica, mediante un conductímetro portátil.

En condiciones de laboratorio se sembraron dos especies de gramíneas forrajeras, con seis tratamientos y cuatro repeticiones de cada especie a evaluar, la siembra sobre papel (cajas petri), debido al tamaño de la semilla. Todas las semillas de las diferentes especies se impregnaron dependiendo de la 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.

Lo que corresponde a la siembra en invernadero, se utilizó como sustrato perlita que es un material inerte, 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 al trabajo en laboratorio se tomaron seis tratamientos y cuatro repeticiones de 50 cavidades cada una de las especies a evaluar, en cuanto al testigo se utilizara agua destilada libre de salinidad y con un total de 50 semillas por cada repetición en cada tratamiento.

### **3.3 Genotipos a evaluar**

#### **3.3.1 Mulato II (*Brachiaria híbrido*)**

La altura de la planta sin incluir la inflorescencia, varía de 90 a 100 cm. Sus hojas son lineales, lanceoladas de color verde intenso, en promedio de 35 a 40 cm de longitud y de 2.5 a 3.0 mm de ancho, presentando abundante pubescencia. Sus tallos de color verde intenso y con alta pubescencia son cilíndricos. La arquitectura de la planta se caracteriza por presentar un número de hojas que varía de 9 a 10 por tallo, que se proyecta vertical y horizontalmente hacia la cubierta vegetal, efecto que se traduce en una estructura de pradera compuesta por una elevada densidad y volumen de hojas. Se ha comprobado que estos factores contribuyen a aumentar el consumo de forraje y mejorar la eficiencia de la utilización de este pasto. Posee un sistema radicular profundo lo que le da una excelente resistencia a condiciones de sequía, además de comportarse bien en invierno donde bajas temperaturas y días nublados prevalecen. La inflorescencia es una panícula de hasta 40 cm de longitud, con 4 a 7 racimos con doble hilera de espiguillas, con un promedio de 42 espiguillas, de 2.4 mm de ancho y 6.2 mm de longitud (Guiot y Meléndez, 2002).

#### **3.3.2 Var. Tanzania (*Panicum máximum*)**

El pasto guinea, o pasto Tanzania, *Panicum máximum*, es una gramínea perenne, robusta, de la familia de las poaceas; de porte alto, desarrolla principalmente en macollos, que pueden alcanzar de 1 a 2.5 m de altura, tallos generalmente con pelos largos y erectos en los nudos.

Hojas Alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, con las venas paralelas, divididas en 2 porciones, la inferior llamada vaina que envuelve al tallo, es más corta que el entrenudo del tallo y que presenta pelos erectos con su base engrosada, y la parte superior de la hoja llamada lámina que es muy larga, angosta, plana, áspera al tacto en los márgenes y con pelos erectos principalmente hacia la base; entre la vaina y la lámina, por la cara interna, se presenta una pequeña prolongación membranacea terminada en pelos, llamada lígula. La inflorescencia es una panícula grande (de hasta 50 cm de largo), con numerosos racimos rígidos y ascendentes. Por último esta gramínea tiene una raíz de tipo rizomatosa.

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 (Bernal, 1988).

### **3.6 PARÁMETROS A EVALUAR EN CONDICIONES DE LABORATORIO**

#### **3.6.1 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, se introdujeron a una cámara de germinación a una temperatura de  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$  y humedad constante. Se obtuvo un primer conteo a los 7 días (plántulas normales) y a los 21 días (PN, PA y SSG), después de la siembra, en los cuales se consideraran las plantas normales (PN) obtenidas en esos días, anotándose 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 (1992).

#### **3.6.2 Plántulas Normales (PN)**

Se contabilizó aquellas plántulas que manifestaron un mejor desarrollo de sus estructuras esenciales; hipocotílo, cotiledones y radícula, tomándose como criterio un mínimo de 1.5 cm 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 21 días después de la siembra, expresados en porcentajes.

### **3.6.3 Plántulas Anormales (PA)**

Se evaluó a los 21 días después de la siembra. Se clasificó como plántulas anormales, aquellas que presentaron las siguientes características: pobre desarrollo de la raíz, estructuras esenciales deformadas (raíz, hipocotílo, etc.), necrosis en alguna estructura esencial, etc. Los resultados fueron expresados en porcentaje.

### **3.6.4 Semillas Sin Germinar (SSG)**

Se evaluó a los 21 días después 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.

### **3.6.5 Pruebas de 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:

### **3.6.6 Índice de Velocidad de la Germinación (IVG)**

Esta variable se determinó con los conteos hechos al cuarto, séptimo, décimo y décimo cuarto día. Una semilla se considero como germinada al presentar una longitud de plúmula o radícula de 4-5 mm. Para ello se utilizó 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

### **3.6.7 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.

### **3.6.8 Longitud Media de Plúmula (LMP)**

Esta variable se determinó solo a las plántulas normales, donde se seleccionaron cinco de estas plántulas al azar por repetición en cada tratamiento evaluado a los 21 días después de la siembra. Se evaluó con una regla de 30 cm la plúmula de cada una de ellas, los resultados fueron expresados en centímetros.

### **3.6.9 Longitud Media de Radícula (LMR)**

De las plántulas normales obtenidas, se seleccionaron cinco plántulas al azar por repetición en cada tratamiento a los 21 días después de la siembra respectivamente. Al igual que longitud de plúmula se midió con una regla de 30 cm la raíz de cada una de ellas, los resultados fueron expresados en centímetros.

## **3.7 PARAMETROS A EVALUAR BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

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 la humedad constante.

### **3.7.1 Capacidad de Germinación (CG %)**

Este parámetro se midió en porcentaje y se obtuvo 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.

### **3.7.2 Plántulas Normales (PN)**

Se evaluó 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 dos cm de emergida del sustrato para considerarse como plántula normal. Los resultados se expresaron en porcentajes.

### **3.7.3 Plántulas Anormales (PA)**

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

### **3.7.4 Semillas Sin Germinar (SSG)**

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

## **3.8 Pruebas de Vigor**

### **3.8.1 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.

### **3.8.2 Índice de velocidad de emergencia (IVE)**

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:

$$\text{IVE} = \Sigma \text{No P/d} + \dots + \text{No P/d.}$$

Donde:

IVE = índice de velocidad de emergencia

No P = Número de plántulas emergidas

d = días después de la siembra

### **3.8.3 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.

### **3.8.4 Longitud Media de Radícula (LMR)**

Por lo que corresponde a esta variable 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 a la radícula, la evaluación se realizó a los 21 días después de la siembra, se expresó en centímetros.

### **3.8.5 Peso Seco de la Plántula (PSP)**

Para esta variable se tomaron en cuenta únicamente las plántulas normales de cada tratamiento con todas sus repeticiones incluyendo plúmula y radícula. La evaluación se llevó a cabo a los 21 días después de la siembra se expresó en miligramos. El método de secado fue realizado mediante una estufa a una temperatura de  $65^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$ .

## **3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL**

La información que se obtuvo de las variables estudiadas fueron analizadas mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial, con cuatro repeticiones, con el siguiente modelo estadístico:

## **Modelo estadístico.**

### **Completamente al azar con arreglo factorial**

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

Donde:

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

$\mu$  = Media general

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

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

$a_{ij}$  = Efecto de tratamiento/especie.

$E_{ij}$  = Error Experimental.

Al correr las variables en el estadístico las que presenten significancia serán analizadas con una prueba de rango múltiple (Tukey  $P < 0.05$ ) para la comparación de medias (Steel y Torrie, 1986).

De acuerdo a los resultados del diseño experimental, para capacidad de germinación por especie en condiciones de laboratorio se obtuvo que el zacate Tanzania obtuvo un mayor porcentaje en Plántulas normales comparado con Mulato, bajo estos datos nos podemos mencionar que especies tiene mayor capacidad para germinar bajo las condiciones a las que fueron sometidas, así mismo podemos corroborar con las variables de Plántulas anormales, donde Mulato tiene el mayor porcentaje al igual que Semillas sin germinar

Con respecto a las pruebas de vigor el pasto Tanzania obtiene mayor cantidad de biomasa al igual que en longitud de radícula rebasando a la especie de Mulato, todo esto realizado a nivel del laboratorio con esto nos podemos dar cuenta que las diferentes concentraciones de sal afectan mas nuestra segunda especie en estudio.

Observando el comportamiento de las variables a las que fueron sometidas estas especies de zacates en los tratamientos, nos podemos dar cuenta que a medida que va incrementando el grado de salinidad por consecuencia existe la presencia de un mayor número de semillas sin germinar, también existe un mayor número de plántulas anormales así mismo puedo ver que

es factible tener una buena población de plantas hasta el tratamiento 3 con un grado de salinidad de 10 dS/m.

Lo que nos permite comparar las pruebas de laboratorio e invernadero y a la vez poder recomendar que en las dos etapas estudiadas es mejor el pasto Tanzania solo que en la etapa de invernadero tiene un mayor porcentaje en las variables sometidas al igual que el zacate Mulato este fenómeno se lo podemos adjudicar a que en la etapa de laboratorio las semillas de los pastos están en contacto directo con los tratamientos utilizados a diferencia de la etapa de invernadero que la metodología fue diferente.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de las variables evaluadas, al efecto de diferentes niveles de salinidad en la germinación y vigor de semilla, en dos especies de gramíneas forrajeras en condiciones de laboratorio e invernadero.

### 4.1 Etapa de laboratorio por especie

Evaluados los tratamientos y las especies se puede determinar que, la gramínea Tanzania es superior a Mulato en capacidad de germinación, ya que presenta mayor número de plantas normales y menor número de semillas sin germinar, en plántulas anormales no se presento diferencias significativas entre variedades (Cuadro 1). Lo que respecta a vigor se puede observar que la gramínea Tanzania supera a Mulato en las variables: Índice Velocidad de germinación (IVG), Longitud Media de Plúmula (LMP), Primer conteo (PC), Longitud Media de Radícula (LMR), ya que presenta diferencias estadísticas significativas a su favor.

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

Especies	CAPACIDAD DE GERMINACION (%)			PRUEBAS DE VIGOR			
	PN	PA	SSG	IVG	PC	LMP	LMR (cm)
TANZANIA	4.33 A	0.00 A	73.33 B	.65 A	4.33 A	2.11 A	1.45 A
MULATO	1.83 B	.16 A	89.00 A	.22 B	1.83 B	1.40 B	1.29 A
Niv. Sig.	**	NS	**	**	**	**	NS
C.V. (%)	40.77	692.82	9.52	46.86	91.79	37.29	40.95

\*\* = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); \* = Significativo (0.05 % de probabilidad); NS = No significativo; CV= Coeficiente de Variación; ESP = especies; PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; Niv. Sig. = Nivel de Significancia; PC = Primer Conteo; IVG = Índice Velocidad de germinación; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula.

### CAPACIDAD DE GERMINACION

#### Plántulas Normales

Para esta variable Tanzania obtuvo el mayor número de plántulas con un 4.33 %, seguido de las especies Mulato, con 1.83%, siendo estadísticamente diferentes, presentando en forma

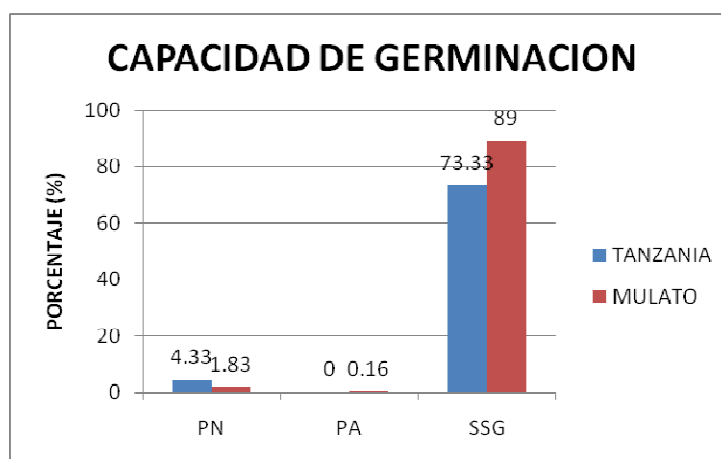
decadente a es decir el más bajo porcentaje de Plántulas normales (Figura 1). Los resultados obtenidos fueron similares a los encontrados por Bazzigalupi *et al.* (2008) al realizar un experimento con la gramínea *Thinopyrum ponticum*, en condiciones de laboratorio, encontró una disminución en la germinación en relación con el testigo (0 ds/m) en 4.2, 18.6 y 61 % en semillas tratadas con soluciones de NaCl equivalentes a 6, 12 y 18 ds/m, respectivamente.

### Plántulas Anormales

Respecto a la comparación de medias se encontró que Mulato presento mayor número de PA con un 0.16 %, seguido de Tanzania con 0.0 %, siendo Mulato la especie que presento el mayor número de Plántulas anormales.

### Semillas Sin Germinar

En la Figura 1, se observa que el pasto Tanzania presento el menor porcentaje de SSG con 73.33 %, seguido de Mulato con 89 %, siendo estadísticamente diferentes, en esto establecemos que Mulato fue la especie presento el mayor porcentaje de SSG.



**Figura 1.** Tendencia de las gramíneas con respecto a la capacidad de germinación sometida a varios niveles de salinidad en condiciones de laboratorio.

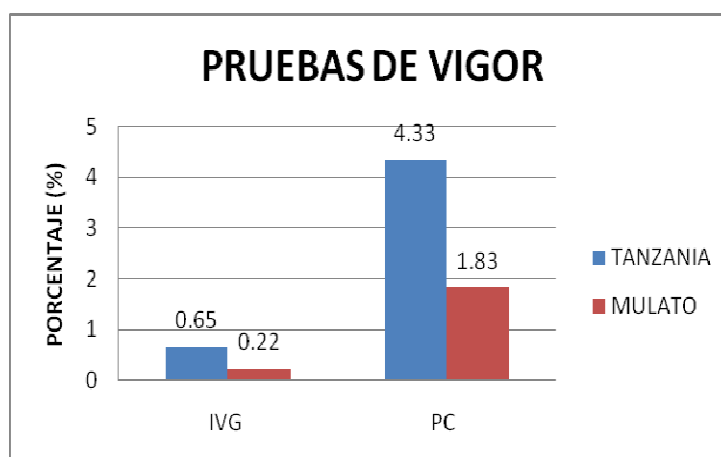
## PRUEBAS DE VIGOR

### Índice de Velocidad de Germinación

Al realizar la comparación de medias (Cuadro 1) se observó que Tanzania fue el que presentó una mejor respuesta con un índice de 0.65 %, siendo el pasto Mulato el que presentó el más menor índice de velocidad de germinación con 0.22 %. En la Figura 3, se muestra el comportamiento de las especies, donde se observa la tendencia de cómo el índice de germinación disminuye en cada uno de las especies en estudio. Lo anterior tiene una relación con Fanti y Pérez (2004), ya que mencionan 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.

### Primer conteo

Otra variable para indicativo de vigor es el Primer conteo (PC) evaluado a los siete días después de la siembra, en este caso la comparación de medias muestra (Cuadro 1), que Tanzania expresa en el PC el mayor número de plantas normales con 4.33 %, seguido de el pasto Mulato que reportó el porcentaje más bajo con 1.83 % (Figura 2).



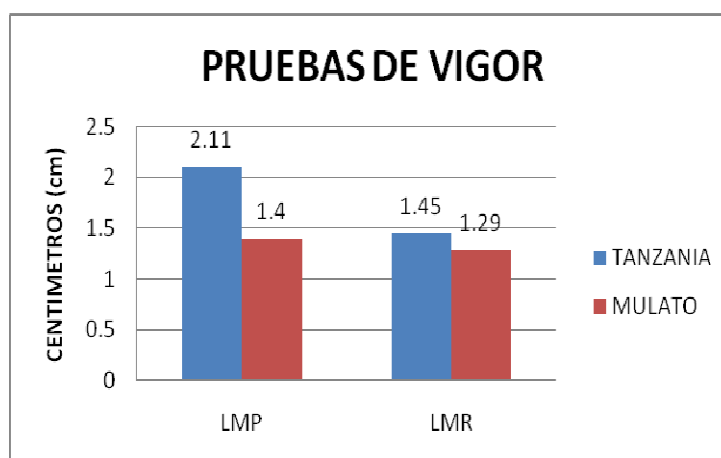
**Figura 2.** Tendencia de los genotipos con respecto a las pruebas de vigor (IVG y PC) sometida a salinidad en condiciones de laboratorio.

### Longitud Media de Plúmula (LMP)

La comparación de medias (Cuadro 1) demostró que Tanzania presentó la mayor longitud con 2.11 cm, mientras que Mulato fue el genotipo más afectado en el crecimiento de la parte aérea de la plántula ya que presentó 1.40 cm de longitud, lo que nos indica que es más susceptible a la concentración de sales teniendo por consecuencia una tendencia menor para prolongar su crecimiento. En la figura 3 se muestra el efecto de la salinidad de las gramíneas en estudio sobre la Longitud Media de Plúmula. Dichos resultados son similares con Musito *et al.* (2004) Evaluando en laboratorio la Longitud de la radícula y la plúmula de 13 genotipos de maíz en cinco niveles de salinidad (0, 3, 6, 9, 12 dS/m), en la investigación no se detectó una tendencia significativa, se esperaba que cada genotipo mostrara una tendencia descendente respecto a la longitud radicular a medida que se incrementara el nivel de salinidad, la cual no sucede.

### Longitud Media de Radícula (LMR)

En la comparación de medias (Cuadro 1) se observa que Tanzania alcanzó la mayor Longitud de raíz con 1.45 cm, siendo Mulato la especie que obtuvo menor Longitud de radícula con 1.29 cm, como se puede apreciar en la Figura 3. Al comparar los resultados con Romero *et al.* (2001) nos indican que a nivel de raíces, las sales alteran la absorción de agua afectando el crecimiento de estos órganos; además que también actúan produciendo efectos tóxicos. Asimismo, Ye *et al.* (2005) mencionan que la emergencia radicular es demorada con altas concentraciones salinas.



**Figura 3.** Tendencia de los genotipos con respecto a las pruebas de vigor (LMP y LMR) sometida a salinidad en condiciones de laboratorio.



## 4.2 Etapa de Laboratorio por Tratamiento

En el Cuadro 2, se presenta la información de la comparación de medias del ANVA en donde se comparan parámetros fisiológicos (Capacidad de Germinación y Pruebas de vigor) respecto a los tratamientos aplicados.

**Cuadro 2.** Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas por tratamiento para vigor en el laboratorio.

TRATAMIENTOS	CAPACIDAD DE GERMINACION			PRUEBAS DE VIGOR			
	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	IVG (%)	PC (%)	LMP(cm)	LMR (cm)
T1	57.50 A	0.00 A	42.50 D	1.36 A	7.50 A	3.92 A	3.21 A
T2	28.50 B	0.50 A	71.00 C	0.75 B	3.50 BAC	3.19 A	2.42 A
T3	13.50 C	0.00 A	86.50 B	0.21 C	0.00 C	1.77 B	1.46 B
T4	9.00 DC	0.00A	91.00 BA	0.21 C	5.00 BA	1.19 CB	0.87 CB
T5	2.50 DC	0.00 A	97.50 BA	0.05 C	1.00 BC	0.36 CD	0.19 C
T6	1.50 D	0.00 A	98.50 A	0.04 C	1.50 BC	0.11 D	0.07 C
Niv. Sig.	**	NS	**	**	**	**	**
C.V. (%)	40.76	9.82	9.51	46.75	17.9	37.18	40.95

\*\* = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); \* = Significativo (0.05 % de probabilidad); NS =No significativo; Niv.Sig = Nivel de Significancia CV= Coeficiente de Variación; PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; PC = Primer Conteo; IVG = Índice Velocidad de germinación; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula.

### CAPACIDAD DE GERMINACION

En este parámetro se evaluaron tres variables, las cuales son Plántulas Normales (PN%), Plántulas Anormales (PA%) y semillas sin germinar (SSG%) a continuación se muestran los resultados para cada variable:

#### Plántulas Normales

En esta variable se presentan diferencias altamente significativas, encontrándose que el testigo (T1) obtuvo 57.5%, seguido del tratamiento 2 con 28.5%, encontrándose el tercer grupo significativo que corresponden al tratamiento 3, 4, 5 y 6. Es importante mencionar que el testigo fue superior al resto de los tratamientos dado a que no se le aplicó ninguna

concentración de sal, sin embargo el resto de los tratamientos empieza a decrecer por la concentración de sales a las que fueron sometidos (Figura 4).

### **Plántulas Anormales**

Respecto a esta variable se puede observar que no existe diferencia estadística significativa, es decir ningún tratamiento fue capaz de afectar el porcentaje de plántulas anormales, aunque numéricamente (T2) presenta un valor mayor a los demás tratamientos. Estos resultados se pueden observar en la Figura 4.

### **Semillas sin Germinar**

En este parámetro se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas a favor de (T1) con 42.5%, seguido del (T2) con 71%, encontrándose el tercer grupo significativo que corresponde al tratamiento 3, 4, 5 y 6. Cabe mencionar que los valores para esta variable son analizados inversamente a la variable de Plántulas normales, es decir a menor porcentaje obtenido, mayor número de semillas germinadas se presentan por tratamiento (Figura 4).

## **PRUEBAS DE VIGOR**

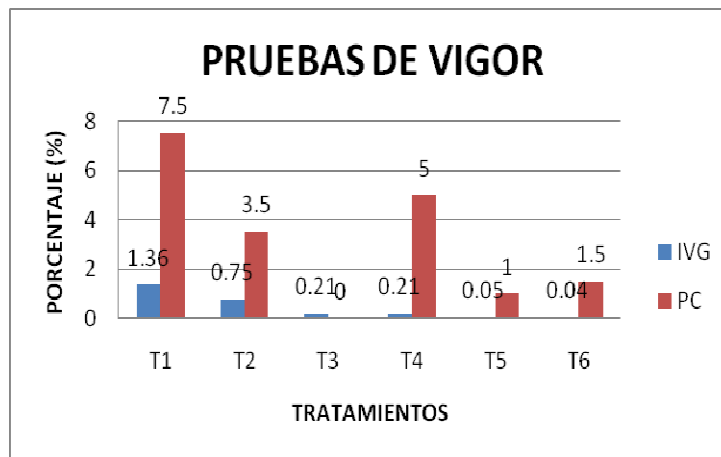
En este parámetro se evaluaron cuatro variables, las cuales son Índice de Velocidad de Germinación (IVG%), Primer Conteo (PC%), Longitud Media de Plúmula (LMP), Longitud Media de Radícula (LMR), a continuación se muestran los resultados para cada variable:

### **Índice de Velocidad de Germinación**

Los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticas altamente significativas, mostrándose que el (T1) obtuvo 1.36%, seguido por 0.75% y por último un tercer grupo formado por el tratamiento 3, 4, 5 y 6, con valores de 0.21, 0.21, 0.05 y 0.04% respectivamente. Se puede determinar que a medida que aumenta la concentración de sal, la velocidad de germinación se ve altamente afectada (Figura 5).

## Primer conteo

Después de siete días se puede observar (Figura 5) que en el número de plántulas normales existen diferencias estadísticas altamente significativas, encontrando que (T1) es superior a los demás tratamientos ya que hasta esta fecha es el tratamiento que más plantas registra.



**Figura 4.** Respuesta a la germinación en semilla de gramíneas forrajeras bajo distintas concentraciones de salinidad, respecto a las pruebas de vigor (IVG y PC), en condiciones de laboratorio.

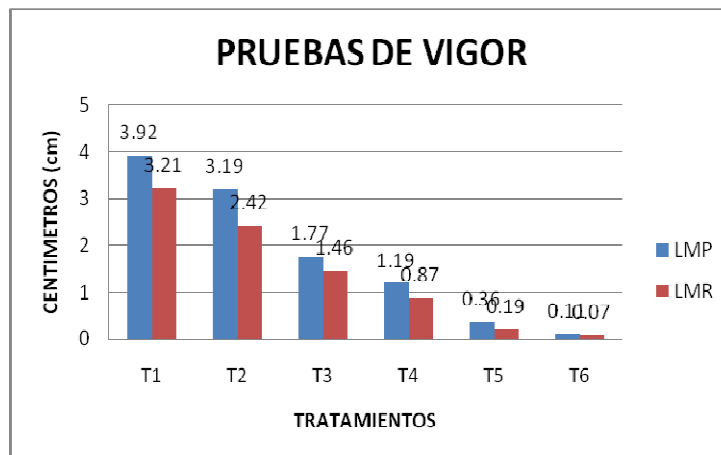
## Longitud Media de Plúmula

En esta variable se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas a favor de (T1 y T2) con 3.92 y 3.19% respectivamente, estos dos tratamientos son estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes, posteriormente observamos un segundo grupo formado por los tratamientos 3, 4, 5 y 6, en donde se presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre (T3 y T6), con esto establecemos las altas concentraciones de cloruro de potasio afectan directamente el vigor y la longitud de la plúmula (Figura 6).

## Longitud Media de Radícula

Dados los resultados de esta variable se puede observar (Figura 6), que las concentraciones de cloruro de potasio (KCL) afectan gravemente a la Longitud Media de Radícula presentado diferencias estadísticas altamente significativas a favor del testigo (T1) y (T2) que son significativamente iguales pero numéricamente (T1) supera a (T2), seguidos por un segundo

grupo formado por (T3, T4, T5 y T6) en donde (T3) presenta diferencias estadísticas significativas con respecto a (T5 y T6).



**Figura 5.** Respuesta a la germinación en semilla de gramíneas forrajeras bajo distintas concentraciones de salinidad, respecto a las pruebas de vigor (LMP y LMR), en condiciones de laboratorio.

#### 4.3 Etapa de Invernadero por Especie

Evaluados los tratamientos y las variables evaluadas se puede determinar que, la gramínea Tanzania es superior a Mulato en capacidad de germinación, ya que presenta mayor número de plantas normales y menor número de semillas sin germinar, en plántulas anormales no existe diferencias significativas (Cuadro 3). Lo que respecta a pruebas de vigor se puede observar que la gramínea Tanzania supera a Mulato en las variables: Índice de Velocidad de Emergencia y Longitud Media de Plúmula, por su parte Mulato es superior a Tanzania en las variables: Longitud Media de Radícula y Primer Conteo, lo que respecta a Peso Seco de la Planta no se encontraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas por especie, en invernadero.

ESPECIES	CAPACIDAD DE GERMINACION (%)			PRUEBAS DE VIGOR				
	PN	PA	SSG	IVE %	PC %	LMP (cm)	LMR (cm)	PSP (mg)
TANZANIA	66.50 A	10.00 A	22.33 B	3.23 A	0.33 B	5.29 A	2.84 B	201.83 A23
MULATO	26.00 B	9.08 A	65.25 A	1.62 B	3.66 A	2.98 B	3.46 A	233.58 A
Niv.Sig.	**	NS	**	**	**	**	*	NS
C.V. (%)	22.58	33.5	19.77	30.81	16.99	29.53	30.69	43.363

\*\* = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); \* = Significativo (0.05 % de probabilidad); NS = No significativo; CV= Coeficiente de Variación; ESP = especies; PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; Niv. Sig. = Nivel de Significancia; PC = Primer conteo; IVE = Índice Velocidad de Emergencia; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula, PSP = Peso Seco de Plántula.

## CAPACIDAD DE GERMINACION

### Plántulas Normales

En esta variable se muestra (Cuadro 3) que las variables se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas a favor de Tanzania con 66.50% y por último Mulato con 26.00%, con esto determinamos que la variedad Tanzania es superior a Mulato en condiciones de laboratorio e invernadero.

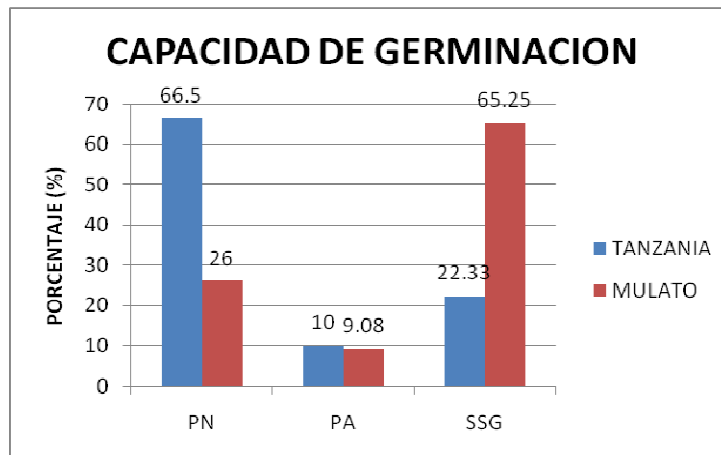
### Plántulas Anormales

En esta variable no se presentaron diferencias estadísticas significativas para ninguna variedad, es decir son estadísticamente iguales aunque se puede observar una mínima diferencia numérica a favor de Tanzania (Cuadro 3).

### Semillas Sin Germinar

Lo que respecta a esta variable se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas a favor de Mulato con 62.25% y por último Tanzania con 22.33%, con esto podemos

establecer que el pasto que mayor porcentaje de plantas sin germinar presenta es Mulato, se puede apreciar que dicha variable está muy asociada con porcentaje de número de plantas normales (Figura 7). El aumento de semillas no germinadas se debe a la ocurrencia excesiva de sales solubles en el suelo ya que estas reducen el potencial osmótico y como consecuencia se presenta una reducción en el gradiente del potencial entre el suelo y la semilla, dificultando el proceso de imbibición y comprometiendo la germinación (Basnayake *et al.* (1994).



**Figura 6.** Tendencia de los genotipos con respecto a la capacidad de germinación sometida a salinidad en condiciones de invernadero.

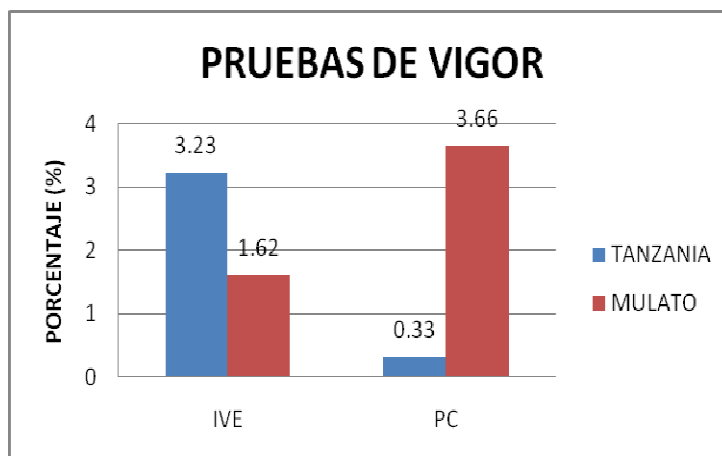
## PRUEVAS DE VIGOR

### Índice de Velocidad de Emergencia

Se puede observar (Cuadro 3) que Tanzania presenta mayor velocidad de emergencia ya que presenta diferencias estadísticas altamente significativas a su favor con 3.23%, seguido por Mulato con 1.62%.

### Primer conteo

Otra variable para indicativo de vigor es el (PC) evaluado a los siete días después de la siembra, en este caso la comparación de medias se muestra (Cuadro 3), que Mulato expresa en el PC el mayor número de plantas normales con 3.66 %, seguido de el pasto Tanzania que reporto el porcentaje más bajo con 0.33 % (Figura 8).



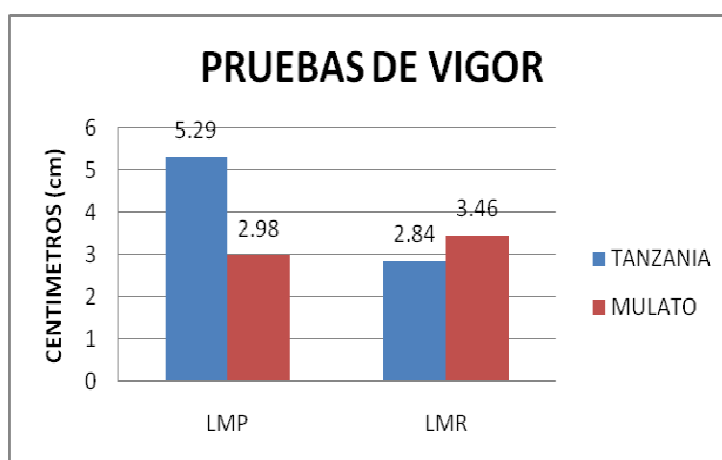
**Figura 7.** Tendencia de los genotipos con respecto a las pruebas de vigor (IVE y PC) sometida a salinidad en condiciones de invernadero.

### Longitud Media de Plúmula

En esta variable se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas entre gramíneas a favor de Tanzania con 5.29%, seguido por Mulato con 2.98%, con esto determinamos que Tanzania presenta plúmulas con mayor longitud que Mulato.

### Longitud Media de Radícula

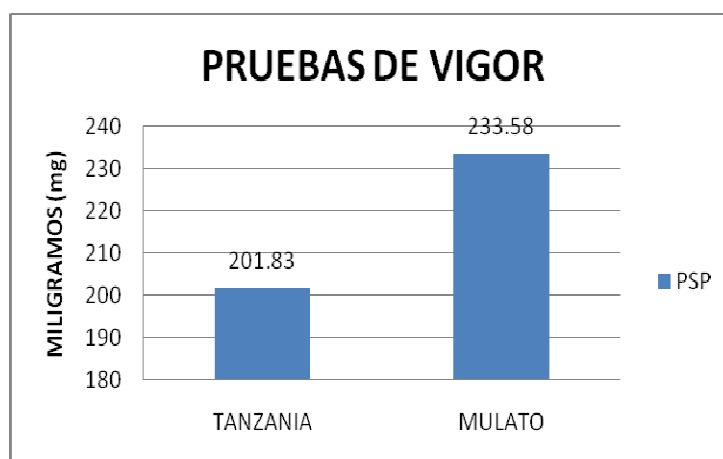
En el cuadro 3 se puede apreciar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre pastos a favor de Mulato que registra 3.46% de LMR, mientras que Tanzania registró 2.84%, con esto establecemos que la gramínea Mulato presenta radículas con mayor longitud.



**Figura 8.** Tendencia de los genotipos con respecto a las pruebas de vigor (LMP y LMR) sometida a salinidad en condiciones de invernadero.

## Peso Seco de Plántula

En esta variable no existió diferencia significativa para ninguna de las dos gramíneas, es decir ambas son estadísticamente iguales, aunque numéricamente Mulato es superior con 233.58 mg, mientras que Tanzania presenta 201.83 mg. Con esto establecemos que Mulato muestra plántulas de mayor peso (Figura 10).



**Figura 9.** Comportamiento de los genotipos, para la variable peso seco de plántula, sometidos a concentraciones salinas en condiciones de invernadero.



#### 4.4 Etapa de Invernadero por tratamiento

En el Cuadro 4, se presenta la información de la comparación de medias del ANVA en donde se comparan parámetros fisiológicos (Capacidad de Germinación y Pruebas de vigor) respecto a los tratamientos aplicados.

**Cuadro 4.** Concentración de comparación de medias de las variables evaluadas, por tratamiento, en invernadero.

TRATAMIENTO	CAPACIDAD DE GERMINACION (%)			PRUEBAS DE VIGOR				
	PN	PA	SSG	IVE (%)	PC (%)	LMP (cm)	LMR (cm)	PSP (mg)
T1	70.25 A	0.00 B	29.75 C	2.88 BA	1.50 A	6.95 A	5.40 A	605.00 A
T2	70.50 A	1.00 B	29.50 C	3.24 A	2.00 A	6.38 A	4.00 B	328.88 B
T3	60.25BA	1.50 B	34.75 C	2.55 BA	1.50 A	3.83 B	3.85 B	148.38 C
T4	50.75 B	10.25 B	36.50 C	2.81 BA	3.50 A	4.32 B	3.36 CB	125.25 C
T5	23.50 C	21.75 A	57.25 B	1.80 BC	2.00 A	2.90 B	2.06 C	76.38 C
T6	2.25 D	22.75 A	75.00 A	1.26 C	1.50 A	0.45 C	0.21 D	22.38 C
Niv.Sig.	**	NS	**	**	NS	**	**	**
C.V. (%)	22.58	73.35	19.77	30.81	116.99	29.53	30.69	

\*\* = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); \* = Significativo (0.05 % de probabilidad); NS = No Significativo; CV= Coeficiente de Variación; ESP = especies; PN = Plántulas Normales; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas sin Germinar; PC = Primer Conteo; IVE = Índice Velocidad de Emergencia; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula, PSP = Peso Seco de Plántula.

#### CAPACIDAD DE GERMINACION

##### Plantas Normales

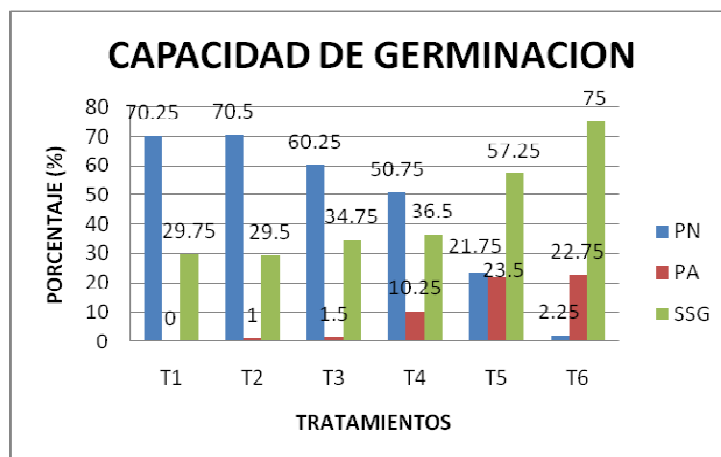
En esta variable se presentan diferencias estadísticas altamente significativas, encontrándose que el (T2) obtuvo 70.50%, seguido por (T1) con 70.25%, posteriormente se encuentran los valores de tratamiento 3, 4, 5 y 6, estos presentan menor porcentaje de plantas normales debido a que la concentración de sal aumenta respecto a los tratamientos.

## Plántulas Anormales

Se puede observar en el Cuadro 4, que existen diferencias estadísticas altamente significativas, encontrando que (T6) con 22.75% y (T5) con 21.75%, son estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes, se muestra un segundo grupo estadístico formado por los tratamientos 3, 4, 5 y 6, todos ellos también estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes, en este segundo grupo se puede apreciar que entre menos concentración de sal existe, el número de plántulas anormales se reduce notablemente hasta llegar a cero, con esto podemos determinar que las concentraciones de sal son las causantes de la presencia de plántulas anormales.

## Semillas Sin Germinar

Lo que respecta a esta variable se observa (Cuadro 4) que existen diferencias estadísticas altamente significativas, encontrándose que (T6) muestra 75.00%, seguido por (T5) con 57.25%, se presenta un tercer grupo constituido por los tratamientos 3, 4, 5 y 6 que son estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes, se establece que los dos últimos tratamientos son los que mayor número de semillas sin germinar presentan.



**Figura 10.** Respuesta a la germinación en semilla de gramíneas forrajeras bajo distintas concentraciones de salinidad en condiciones de invernadero.

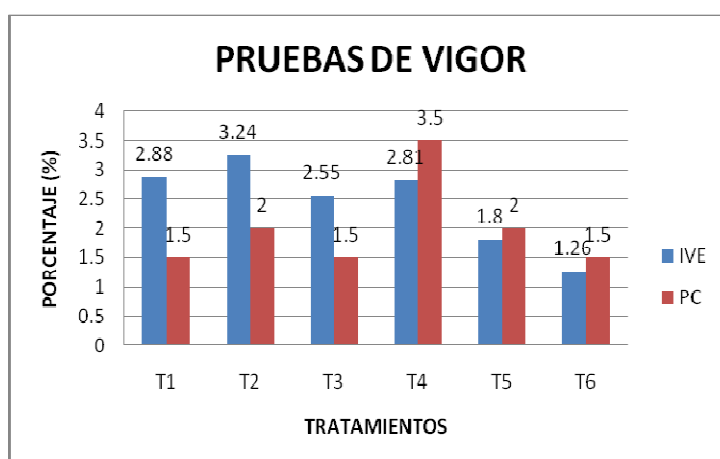
## PRUEBAS DE VIGOR

### Índice de Velocidad de Emergencia

En esta variable se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas a favor de (T2) obteniendo 3.24% seguido por (T1) con 2.88% después se observa en los tratamientos 3, 4, 5 y 6, que entre mayor es la concentración salina menor es la velocidad de emergencia..

### Primer conteo

Otra variable para indicativo de vigor es el (PC) evaluado a los siete días después de la siembra, en este caso la comparación de medias se muestra (Cuadro 4) y se observa que no existe diferencia estadística significativa, es decir ningún tratamiento fue mejor que otro, ya que son estadísticamente iguales aunque numéricamente diferentes.



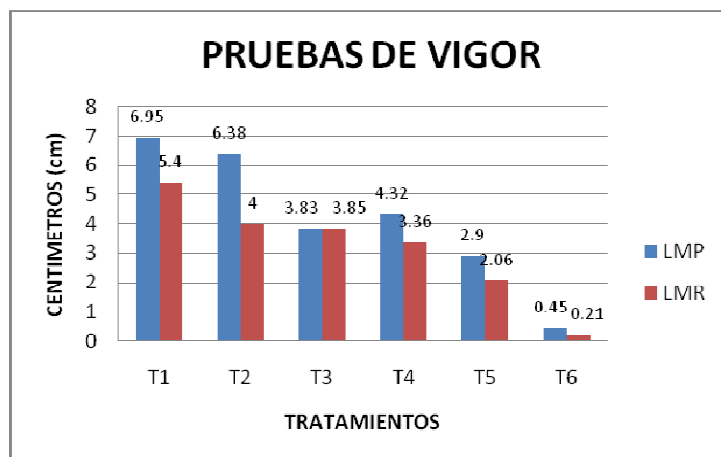
**Figura 11.** Respuesta a la germinación en semilla de gramíneas forrajeras bajo distintas concentraciones de salinidad, respecto a las pruebas de vigor (IVE y PC), en condiciones de invernadero.

### Longitud Media de Plúmula

Los resultados obtenidos en esta variable muestran diferencias estadísticas altamente significativas, encontrando que (T1) con 6.95% y (T2) con 6.38% son estadísticamente iguales, seguidos por un segundo grupo formado por los tratamientos 3, 4 y 5 que también son estadísticamente iguales y por último se presenta (T6) que es diferente a los dos primeros grupos.

## Longitud Media de Radícula

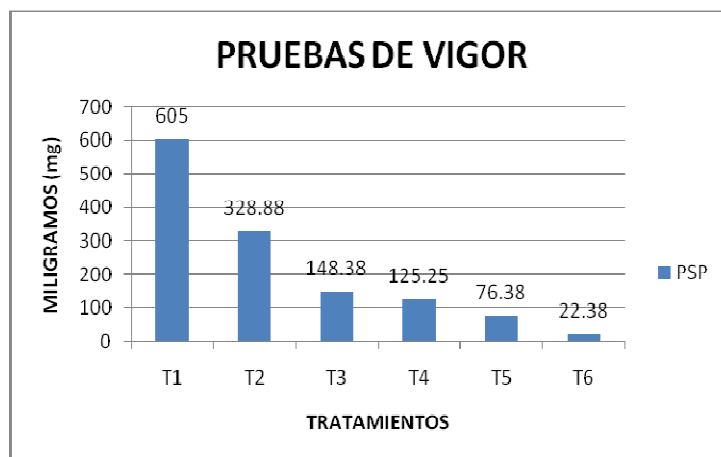
Esta variable presenta diferencias estadísticas altamente significativas, encontrando que (T1) obtuvo 5.40%, seguido por un segundo grupo estadístico formado por los tratamientos 2, 3, 4 y 5, por último (T6) que es estadísticamente diferente a los dos primeros grupos estadísticos.



**Figura 12.** Respuesta a la germinación en semilla de gramíneas forrajeras bajo distintas concentraciones de salinidad, respecto a las pruebas de vigor (LMP y LMR), en condiciones de invernadero.

## Peso Seco de Plántula

Los resultados obtenidos indican que en esta variable existen diferencias estadísticas altamente significativas, observando que (T1) obtuvo 605.05%, seguido por (T2) 328.88%, por ultimo encontramos un tercer grupo estadístico formado por los tratamientos 3, 4, 5 y 6. Con los resultados obtenidos establecemos que el Peso Seco de las Plántulas se ve disminuido drásticamente a medida que aumentan las diferentes concentraciones de cloruro de potasio (KCl).



**Figura 13.** Comportamiento de los genotipos, para la variable peso seco de plántula, bajo distintos niveles de salinidad en condiciones de invernadero.

## 5. CONCLUSIONES

- Terminada la evaluación de las especies forrajeras bajo condiciones de laboratorio, se puede concluir que el zacate Tanzania es superior a Mulato en capacidad de germinación ya que presenta mayor número de plantas normales y menor número de semillas sin germinar, en plántulas anormales no hubo significancia. En lo que respecta a pruebas de vigor, se puede concluir que Tanzania presenta mejor vigor que Mulato, ya que presentó diferencias estadísticas significativas a su favor en todas las variables medidas.
- En relación a condiciones de laboratorio, se puede concluir que el zacate Tanzania presenta mejor capacidad de germinación que Mulato, ya que presenta mayor número de plantas normales y menor número de semillas sin germinar, en plántulas anormales no hubo significancia. Con respecto a pruebas de vigor, se puede concluir que el zacate Tanzania presenta mayor velocidad de emergencia y mayor longitud de plúmula, por su parte Mulato registra mayor número de plántulas normales a los siete días y presenta mayor longitud de radícula, en peso seco de plántula no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre plántulas.
- Con los resultados obtenidos en condiciones de invernadero, se concluye que las concentraciones de cloruro de potasio (KCl) afectan la capacidad de germinación, ya que el porcentaje de Plántulas Normales se reduce hasta 97%, mientras que las semillas sin germinar aumentan hasta un 57%, mientras que el porcentaje de Plántulas Anormales no manifiestan efectos las concentraciones salinas. En lo que respecta a pruebas de vigor, podemos concluir que las concentraciones salinas reducen la velocidad de germinación hasta un 97% y que la longitud de Plúmula y Radícula se reducen hasta 97.20% y 98.81% respectivamente.
- Una vez obtenidos los valores de la aplicación de concentraciones salinas bajo condiciones de invernadero, se puede concluir que las sales afectan al porcentaje de plantas normales hasta un 96.8%, mientras que las semillas sin germinar aumentan hasta 60% y las plantas anormales aumentan un 67.61%. En lo referente a pruebas de vigor, podemos concluir, que la conductividad eléctrica disminuye la velocidad de emergencia hasta un 56.25% y que produce reducciones de longitud en la Plúmula y Radícula hasta 93.50% y 96% respectivamente, mientras que el peso seco de plántula se reduce hasta 96.30%.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aceves W. E. 1979. El ensalitramiento de los suelos bajo riego. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Allison L.E., Brown, J.E.; Hayward, H.E.; Richards, L.A.; Bernstein, L.; Fireman, M.; Pearson, G. A.; Wilcox, L. V.; Bower, C. A.; Hatcher J.T. y Reeve, R. C. 1994. Diagnóstico y Rehabilitación de suelos salinos y sódicos Laboratorio de Salinidad de los E.U.A. Departamento de Agricultura de E.U.A. Ed. Limusa, México, D.F.
- Andrade A. E. 1992. Efecto de salinidad del suelo y escarificación de semilla sobre la emergencia y producción de fitomasa de tres especies atriplex. Tesis licenciatura. Ingeniero Agrónomo Zootecnista UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. pp. 4-11.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1992. Seedling evaluation handbook. Contribution No.35. USA. 32 – 38 p.
- 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.
- Bazzigalupi, O.; Pistorale, M. S. y Andrés, N. A. 2008. Tolerancia a la salinidad durante la germinación de semillas provenientes de poblaciones naturalizadas de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*). Cien. Inv. Agr. 35(3): 277-285.
- 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.
- Bernal, 1988. En línea en la página: [http://es.wikipedia.org/wiki/Panicum\\_maximum](http://es.wikipedia.org/wiki/Panicum_maximum). Modificado 9 de abril 2008. Fecha de consulta 12 de septiembre de 2008. México.

- 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 J.; Fernández-Muñoz R. 1999. Tomato and salinity. *Scientia Horticulture*.78: 83-125. Chile.
- Da Silva, R.; Fernandes Lopes, N.; Munt de Moraes, D.; De Almeida Pereira, A. y Loureiro Duarte. G. 2007. Physiological quality of barley seeds submitted to saline stress. *Revista Brasileira de Sementes* 29(1):40-44.
- De Luca, M., L. García Seffino, K. Grunberg, M. Salgado, A. Córdoba, C. Luna, L. Ortega, A. Rodríguez, A. Castagnaro, and E. Taleisnik. 2001. *Australian Journal of Agricultural Research* 52, 903-910.
- Dorronsor, C. F. 2008. Contaminación por sales solubles. En línea: <http://www.edafologia.ugr.es/Conta/Tema12/1Concep.html>. Consulta: Noviembre de 2008.
- EL-Habbasha-KM; Shaheen-AM; Rizk-FA. 1996. Germination of some tomato cultivars as affected by salinity stress condition. *Egyptian-Journal-of-Horticulture*. 23 (2): 179-190.
- FAO. 2000. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils. Rome, Italy: FAO Land and Plant Nutrition Management. Chile.
- Fanti, S. y Pérez, S. 2004. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(9): 903-909.
- Foolad, M.R.; Lin, G.Y. 1997. Genetic potential for salt tolerance during germination in *Lycopersicon* species. *HortScience*. 32 (2): 296-300.
- Flowers, T.J. y Yeo A.R.1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: Where next? *Aust. J. Plant Physiol*. 22:875-884.



- García, E 1987. Datos meteorológicos de las estaciones empleadas en el presente trabajo actualizados a 1980. Segunda parte. 4ta Ed. Instituto de Geografía. Modificaciones al sistema de clasificación climatológico de Koopen. UNAM. México. Pp 87-88.
- González, L. y Ramírez R. 1996. Respuesta de *Terannus labilis* a diferentes niveles de salinidad durante la germinación y crecimiento. *Cultivos Tropicales* 17(3):1719.
- Guiot, G.J.D. y Meléndez, N. F. 2002. Comparación morfológica de *Brachiaria* híbrido cv . Mulato y *Brachiaria*.
- Hasegawa, P.M.; Bressan, R.A.; Zhu J.K. y Bohnert, H.J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity *Annual Review of plant physiology and plant Molecular Biology*, 51: 463-499.
- Hartung, W.; Sauter, A.; y Hose, E. 2002. Abscisic acid in the xylem: where does it comes from. Where does it goes to? *Journal of Experimental Botany*, 53: 27-32.
- Isla, C.R. 2008. Efecto de la salinidad sobre la cebada (*Hordeum vulgare L.*). Análisis de caracteres morfo-fisiológicos y su relación con la tolerancia a la salinidad. Tesis. Universidad de Lleida pp 42 -44. Salamanca. España. Consulta 2008.
- International Seed Testing Association (ISTA) 2004. International Rules for Seed Testing. Ed. 2004. Bassersdorf, CH-Switzerland. 700p
- Maquire, J. D. 1962. Speed of germination: Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*. Vol 2. 176-177. USA.
- Moterle, L.; de Carvalho Lopes, P.; de Lucca e Braccini, A. y Scapim, C. 2006. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. *Revista Brasileira de Sementes* 28(3):169-176
- Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167(3), 645-660. Chile.

- Musito R. N.; Vega S. M. C. y Rodríguez V. J. G. 2004. Genotipos de maíz tolerantes a salinidad; un estudio preliminar para iniciar un programa de selección. Revista Agraria - Nueva Época – 1:18-23.
- Ortega, L., and E. Taleisnik. 2003. Journal of Plant Physiology 160, 517-522.
- Osorio, J. E. 1995. Determinación de la tolerancia de la (*Kochia scoparia l.*) a tres tipos de sales y cinco presiones osmóticas en su etapa de germinación. Tesis de licenciatura. Ingeniero Agrónomo Zootecnista UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 85 p.
- Pill, W. G. 1981. Fluid sowing of tomato seed influence of phosphorus additions to five gel. Vol. 6:1.38 – 49. USA.
- Romero-Aranda, R.; Soria, T.; Cuartero, J. 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. Plant Science. 160: 265-272. Chile.
- Rojas G. M. y H. R. Ramírez. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Editorial limusa. México. pp. 49-52.
- 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.
- Steel, D. G. R. y Torrie, H. J. 1986. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Primera Edición. McGraw-Hill. México, D.F. pp 603 pp.
- Szabolcs, I. 1994. Prospects of soil salinity for the 21<sup>st</sup> century. 15<sup>th</sup> World Congress of Soil. Sci Soc (1):123-141.
- 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. Ingeniero Agronomo Horticultor UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Tanwar, B. S. 2003. Saline water management for irrigation. International Commission on irrigation and drainage. New Delhi, India. 140 p.

Torres, W. y Echeverría, I. 1994. Germination and seedlings growth of rice (*Oriza sativa* L) at different NaCl concentrations. *Cultivos Tropicales* 15 (2):44–47.

Ye, Y., Tan, N., Lu, Ch. and Wog, Y. 2005. Effects of salinity on germination, seedling growth and physiology of three salt-secreting mangrove species. *Aquatic Botany* 83(3): 193-205.

Zhu, J. K. 2001. Plant salt tolerance. *Trends Plant Science* Vol. 6: 66–71.