

# Calidad Fisiológica de Semilla de Coquia (*Kochia scoparia* (L.) Roth) a Diferentes Niveles de Salinidad con KCl

José Pavel Sisov García García<sup>1\*</sup> Antonio Valdés Oyervides<sup>1</sup>, Federico Facio Parra<sup>1</sup> Leopoldo Arce González<sup>2</sup>, Hilda Cecilia Burciaga Dávila<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, Departamento de Fitomejoramiento, <sup>2</sup>Departamento de Botánica, <sup>3</sup>Dirección de Investigación, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, 25315. Saltillo, Coah., México. E-mail: pavelgarcia2@hotmail.com (\*Autor responsable).

---

## Abstract

**Physiological Quality of Kochia (*Kochia scoparia* (L.) Roth) Seed under Different KCl Salinity Levels.** The demand for improved seeds for the establishment of forage crop grasslands have increased in recent years. However, the limited availability, low yields, and poor seed quality have made it a difficult task. The aim of this study was to evaluate the effect of different salinity levels of KCl solutions on seed physiological quality of kochia (*Kochia scoparia* (L.) Roth). The work was conducted under laboratory and greenhouse conditions, using Kochia seed harvested and packed in 2007. The evaluated treatments for both conditions were six saline solutions of KCl, equivalent to 0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 ds m<sup>-1</sup>, besides the witness with distilled water. The variables studied were Germination capacity of its components: Normal plants (PN), Abnormal plants (PA), Non-germinated seeds (SSG), Vigor, Speed germination index (IVG), Speed of emergence index (EVI), Average hypocotyl length (LMH) Average radicle length (LMR) and Seedling dry weight (PSP). A completely randomized design was applied and data were analyzed using the software SAS, Ver. 6.0. The witness showed the best germination capacity ( $P \leq 0.01$ ), with the highest percentage of PN, and the lowest of PA and the least amount of SSG. The amount of PN was directly proportional to the level of salinity, and PA, and SSG amounts were inversely proportional. The witness showed, also, the highest values in IVG, PC, LMH and LMR, so it may be concluded that, in both environments, increasing salinity levels of KCl solutions directly affects the germination and vigor of kochia seed, since the amount of non-germinated seeds and abnormal seedlings are increased. A salinity level of 5 and 10 ds m<sup>-1</sup> can increase the length of the seedlings hypocotyl ensuring the rapid establishment of them as a crop.

**Keywords:** *Kochia scoparia* (L.) Roth, forage crops, arid, electrical conductivity, germination rate index, emergence rate index.

## Resumen

En años recientes ha aumentado la demanda de semillas mejoradas para el establecimiento de praderas de cultivos forrajeros. Sin embargo, la disponibilidad, los bajos rendimientos y la mala calidad de la semilla no lo han permitido. El objetivo de este estudio, fue evaluar el efecto de diferentes niveles de salinidad con soluciones de KCl sobre la calidad fisiológica de semilla de coquia (*Kochia scoparia* (L.) Roth). El trabajo se realizó en laboratorio e invernadero. Se utilizó semilla de coquia cosechada y acondicionada en 2007. Los tratamientos evaluados para ambas condiciones, fueron seis soluciones salinas de KCl equivalentes a 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 ds m<sup>-1</sup>, mas el testigo con agua destilada. Las variables evaluadas fueron capacidad de germinación con sus componentes: plantas normales (PN), plantas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG); vigor: índice velocidad de germinación (IVG), índice velocidad de emergencia (IVE), longitud media de hipocótilo (LMH) longitud media de radícula (LMR) y peso seco de plántulas (PSP). Se utilizó un diseño completamente al azar y los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS versión 6.0. El testigo mostró la mejor capacidad de germinación ( $P \leq 0.01$ ), con el mayor porcentaje de PN, y el menor de PA, así como la menor cantidad de SSG. La cantidad de PN fue directamente proporcional al nivel de salinidad y las de PA y

SSG inversamente proporcionales. El testigo mostró también los mayores valores en IVG, PC, LMH y LMR. Se concluye que, en los dos ambientes, el aumento de los niveles de salinidad con soluciones de KCl afecta directamente la germinación y el vigor de la semilla de coquia, al incrementar la cantidad de semillas sin germinar y de plántulas anormales. A niveles de salinidad de 5 y 10 ds m<sup>-1</sup> puede aumentar la longitud del hipocótilo de las plántulas asegurando un rápido establecimiento de las mismas como cultivo.

**Palabras clave:** *Kochia scoparia* (L.) Roth, cultivos forrajeros, zonas áridas, conductividad eléctrica, índice de velocidad de germinación, índice de velocidad de emergencia.

### Introducción

La salinidad del suelo en zonas áridas y semiáridas constituye un obstáculo importante para el crecimiento vegetal, limitando el desarrollo de actividades como la ganadería, por lo que una estrategia para el establecimiento de cultivos en estas zonas consiste en identificar las especies de plantas forrajeras que pueden tolerar las condiciones adversas que prevalecen en este tipo de condiciones. Es necesario establecer cultivos que demanden poca agua y fertilización; que sean eficientes en la transformación de agua a materia seca y que proporcionen, también, niveles adecuados de nutrientes.

El uso de halófitas como forraje para animales atrajo la atención de investigadores desde la segunda mitad del Siglo XX, así se publicaron resultados de investigación sobre el efecto del agua potable y agua salobre en la alimentación y en la salud animal, así como en la cantidad y calidad de la carne (Wilson, 1996; Walker *et al.*, 1971; Hopkins y Nicholson, 1999; Thomas *et al.*, 2007).

En muchos estudios se han utilizado halófitas de la familia Amaranthaceae como cultivos alternativos, muchos de los cuales contienen compuestos orgánicos tóxicos y una carga de sal en sus hojas, por ejemplo *Atriplex* spp., *Suaeda* spp. *Salicornia bigelovii* (Graetz y Wilson, 1980; Nawaz y Hanjra, 1993; Glenn *et al.*, 1992; Swingle *et al.*, 1996; Kraidees *et al.*, 1998). Esto no sólo reduce la palatabilidad y causa perturbaciones en el proceso de la digestión sino que también aumenta la sed de los animales (Marai *et al.*, 1995). En un entorno de déficit hídrico de una zona árida, esto puede ser una limitación importante.

La coquia (*K. (L.) Roth*), pudiera constituir una importante opción ya que es capaz de crecer en una gran variedad de suelos, es una herbácea erecta, dicotiledónea anual de la familia Amaranthaceae con una alta diversidad genética y un gran potencial como forraje.

La altura de la planta puede variar entre 15 cm y 2 m, dependiendo de la densidad del rodal, se encuentra en alta densidad de más de 600 plantas por metro cuadrado (Galitzer y Oehme, 1979). Esta planta crece en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2,600 m; puede desarrollarse bien con precipitaciones a partir de 225 mm pues únicamente demanda condiciones óptimas de humedad durante la germinación y la emergencia (Anaya, 1993), y además, presenta resistencia a temperaturas extremas (CONAZA, 1991).

La coquia es una planta que tiene una tolerancia muy amplia a una gran variedad de condiciones edáficas, como suelos erosionados, salinos y alcalinos. Puede crecer en áreas afectadas por la sequía donde muy pocas plantas pueden adaptarse (Mullinex, 1998, Al-Ahmadi y Kafi, 2008). Algunos autores han propuesto el cultivo de coquia para la producción de forraje, ya que reúne todas las características deseables para apoyar la ganadería en zonas áridas y semiáridas de México (Durham y Durham, 1983).

En años recientes, en México ha aumentado la demanda de semillas mejoradas para el establecimiento de nuevas praderas de cultivos forrajeros. Sin embargo, esta demanda no se puede satisfacer por los bajos rendimientos y la mala calidad de la semilla. Asimismo, el alto costo de las semillas determina que los productores exijan el máximo porcentaje de germinación, el cual se reduce severamente con el incremento de la salinidad (Abbad *et al.*, 2004). Lo anterior, indica la necesidad de buscar nuevas opciones entre las diversas especies forrajeras que prosperan y producen bajo este nivel de estrés.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de salinidad via aplicación de soluciones de KCl para determinar la calidad fisiológica de semilla de coquia (*K. scoparia* (L.) Roth).

### Materiales y Métodos

Se utilizó semilla de coquia (*K. scoparia* (L.) Roth), cosechada en noviembre del 2007 en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah., México, 25° 22' 44" LN y 10° 00' 00" LO, a una altitud de 1742 m. La semilla se limpió previamente de impurezas tales como: tierra, semillas vanas y otros residuos.

Las semillas se trataron con soluciones de KCl equivalentes a 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 ds m<sup>-1</sup>, correspondientes a los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7; el testigo T1 se trató con agua destilada.

El trabajo se realizó en laboratorio e invernadero. Las variables evaluadas en laboratorio, para la prueba de capacidad de germinación, fueron: plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG); para las pruebas de vigor fueron: índice velocidad

de germinación (IVG), primer conteo (PC), que se evaluó a los cuatro días, longitud media de hipocótilo (LMH) y longitud media de radícula (LMR). Las variables evaluadas en invernadero para la prueba de capacidad de germinación fueron: plántulas PN, PA y SSG; para las pruebas de vigor fueron: índice velocidad de emergencia (IVE), PC, que se evaluó a los siete días, segundo conteo (SC), que se evaluó a los 14 días LMH, LMR y peso seco de plántula (PSP).

Se utilizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones, los datos se procesaron con el paquete estadístico SAS versión 6.0 (1989). La comparación de medias se realizó mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

## Resultados y Discusión

### Pruebas en Laboratorio

**Capacidad de Germinación.** El testigo mostró la mejor capacidad de germinación ( $P \leq 0.01$ ), ya que alcanzó el mayor porcentaje de PN, el menor porcentaje de PA, así como la menor cantidad de SSG. La cantidad de PN fue directamente proporcional al nivel de salinidad y las de PA y SSG inversamente proporcional (Cuadro 1). Al respecto, Cuartero y Fernández-Muñoz (1999) mencionan que a nivel de germinación, a medida que aumenta la concentración de sales, el porcentaje de germinación disminuye y el período en que este proceso se lleva a cabo se prolonga. Resultados similares encontraron Everitt *et al.* (1983) al realizar un estudio de las características de germinación de la *K. scoparia* L. a diferentes tipos de sales y concentraciones, observaron que la germinación comenzó a disminuir significativamente a concentraciones de 20 ds m<sup>-1</sup>. Por su parte Bazzigalupi (2008) al realizar un experimento con *Thinopyrum ponticum* en condiciones de laboratorio, encontró una disminución de la

germinación en relación con el testigo (0 ds m<sup>-1</sup>) en 4.2, 18.6 y 61 % en semillas tratadas con soluciones de NaCl equivalentes a 6, 12, 18 ds m<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Vigor.** El testigo alcanzó los mejores resultados en las pruebas de vigor ( $P \leq 0.01$ ), ya que mostró los mayores valores en IVG, PC, LMH y LMR. Nuevamente se observaron los valores más altos ( $P \leq 0.01$ ) en las semillas tratadas con los niveles más bajos de salinidad, y a medida que esta aumentó, también disminuyeron estas variables (Cuadro 1). Fanti y Pérez (2004) 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, esta información demuestra que al ir aumentando las concentraciones de sal el proceso de germinación se va retardando. Argetel (2006), al realizar un estudio en laboratorio sobre el efecto de diferentes concentraciones salinas de NaCl (12, 15, 22, 25 y 28 ds m<sup>-1</sup>) en trigo variedad Cuba-C-204, observó 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<sup>-1</sup>, respectivamente.

Los resultados obtenidos en la LMR indican también, 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 (Romero-Aranda *et al.*, 2001). Por su parte Musito *et al.*, (2004) al evaluar 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<sup>-1</sup>), no detectaron una tendencia

**Cuadro 1.** Capacidad de germinación y vigor en semillas de coquia (*Kochia scoparia* (L.) Roth) sometida a diferentes niveles de salinidad con KCl en condiciones de laboratorio.

Tratamientos	Germinación				Vigor		
	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	IVG (pta/día)	PC (%)	LMH (Cm)	LMR (Cm)
T1 (agua destilada)	82.50 <sup>a</sup>	15.50 <sup>d</sup>	2.00 <sup>d</sup>	10.10 <sup>a</sup>	78.50 <sup>a</sup>	4.15 <sup>ab</sup>	3.44 <sup>a</sup>
T2 (5 ds m <sup>-1</sup> )	77.00 <sup>ab</sup>	16.50 <sup>d</sup>	6.50 <sup>cd</sup>	09.25 <sup>ab</sup>	70.00 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>	3.07 <sup>b</sup>
T3 (10 ds m <sup>-1</sup> )	67.00 <sup>bc</sup>	21.50 <sup>cd</sup>	11.50 <sup>bc</sup>	07.71 <sup>bc</sup>	54.50 <sup>b</sup>	4.36 <sup>a</sup>	2.88 <sup>bcd</sup>
T4 (15 ds m <sup>-1</sup> )	59.50 <sup>cd</sup>	24.00 <sup>cd</sup>	15.50 <sup>ab</sup>	06.69 <sup>cd</sup>	45.50 <sup>b</sup>	3.77 <sup>b</sup>	2.98 <sup>bc</sup>
T5 (20 ds m <sup>-1</sup> )	49.50 <sup>d</sup>	35.00 <sup>bc</sup>	16.50 <sup>ab</sup>	05.33 <sup>d</sup>	33.50 <sup>c</sup>	4.06 <sup>ab</sup>	2.59 <sup>d</sup>
T6 (25 ds m <sup>-1</sup> )	32.50 <sup>e</sup>	48.50 <sup>ab</sup>	19.00 <sup>ab</sup>	03.21 <sup>e</sup>	16.50 <sup>d</sup>	3.72 <sup>b</sup>	2.82 <sup>bcd</sup>
T7 (30 ds m <sup>-1</sup> )	23.50 <sup>e</sup>	55.00 <sup>a</sup>	21.50 <sup>a</sup>	02.11 <sup>e</sup>	09.00 <sup>d</sup>	3.02 <sup>c</sup>	2.72 <sup>cd</sup>

PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar; PC = Primer conteo; IVG = Índice de velocidad de germinación; LMP = Longitud media de hipocótilo; LMR = Longitud media de radícula. Valores con la misma literal son estadísticamente iguales ( $P \leq 0.01$ ).

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 sucedió.

### Pruebas en Invernadero

**Capacidad de germinación.** Nuevamente, el testigo mostró la mejor capacidad de germinación ( $P \leq 0.01$ ), ya que alcanzó el mayor porcentaje de PN, el menor porcentaje de PA, así como la menor cantidad de SSG. La cantidad de PN fue directamente proporcional al nivel de salinidad y las de PA y SSG inversamente proporcional, con excepción de T6 y T7, que con los niveles de salinidad más alta mostraron una ligera disminución en el porcentaje de PA (Cuadro 2).

Ramos *et al.* (2004) mencionan que el contenido elevado de sales en los suelos, especialmente el cloruro y el sulfato de sodio, afectan el crecimiento de las plantas modificando sus características morfológicas y anatómicas.

**Cuadro 2.** Prueba capacidad de germinación en semillas de coquia (*Kochia scoparia* (L.) Roth) sometida a diferentes niveles de salinidad con KCl en condiciones de invernadero.

Tratamientos	Germinación		
	PN (%)	PA (%)	SSG (%)
T1 (agua destilada)	72.5 <sup>a</sup>	14.0 <sup>d</sup>	13.5 <sup>d</sup>
T2 (5 ds m <sup>-1</sup> )	76.5 <sup>a</sup>	15.0 <sup>d</sup>	08.5 <sup>d</sup>
T3 (10 ds m <sup>-1</sup> )	52.0 <sup>b</sup>	24.5 <sup>cd</sup>	18.5 <sup>cd</sup>
T4 (15 ds m <sup>-1</sup> )	40.0 <sup>b</sup>	38.0 <sup>ab</sup>	22.0 <sup>cd</sup>
T5 (20 ds m <sup>-1</sup> )	18.5 <sup>c</sup>	48.5 <sup>a</sup>	32.0 <sup>c</sup>
T6 (25 ds m <sup>-1</sup> )	13.0 <sup>c</sup>	39.5 <sup>ab</sup>	47.5 <sup>b</sup>
T7 (30 ds m <sup>-1</sup> )	06.0 <sup>c</sup>	31.5 <sup>bc</sup>	62.5 <sup>a</sup>

**Cuadro 3.** Prueba de vigor en semillas de coquia (*Kochia scoparia* (L.) Roth) sometida a diferentes niveles de salinidad con KCl en condiciones de invernadero.

Tratamientos	IVE (%)	PC (%)	SC (%)	LMH (cm)	LMR (cm)	PSP (g)
T1 (agua destilada)	26.50 <sup>a</sup>	39.0 <sup>a</sup>	57.5 <sup>a</sup>	6.74 <sup>a</sup>	8.14 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>
T2 (5 ds m <sup>-1</sup> )	22.64 <sup>ab</sup>	30.5 <sup>b</sup>	47.0 <sup>b</sup>	6.56 <sup>a</sup>	8.13 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>
T3 (10 ds m <sup>-1</sup> )	19.11 <sup>b</sup>	23.0 <sup>c</sup>	37.5 <sup>c</sup>	5.69 <sup>b</sup>	7.68 <sup>a</sup>	0.23 <sup>a</sup>
T4 (15 ds m <sup>-1</sup> )	13.71 <sup>c</sup>	09.0 <sup>d</sup>	18.5 <sup>d</sup>	4.56 <sup>c</sup>	5.95 <sup>a</sup>	0.17 <sup>b</sup>
T5 (20 ds m <sup>-1</sup> )	09.19 <sup>d</sup>	01.0 <sup>e</sup>	04.5 <sup>e</sup>	3.46 <sup>d</sup>	3.40 <sup>b</sup>	0.09 <sup>c</sup>
T6 (25 ds m <sup>-1</sup> )	05.36 <sup>de</sup>	0.00 <sup>e</sup>	01.5 <sup>e</sup>	3.35 <sup>de</sup>	2.76 <sup>b</sup>	0.07 <sup>cd</sup>
T7 (30 ds m <sup>-1</sup> )	04.09 <sup>e</sup>	0.00 <sup>e</sup>	0.00 <sup>e</sup>	2.76 <sup>e</sup>	2.43 <sup>b</sup>	0.03 <sup>d</sup>

IVE = Índice de velocidad de emergencia, PC = Primer conteo; SC = Segundo conteo; LMH = Longitud media de hipocótilo; LMR = Longitud media de radícula; PSP = Peso seco de plántula. Valores con la misma literal son estadísticamente iguales ( $P \leq 0.01$ ).

PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales y SSG = Semillas sin germinar. Valores con la misma literal son estadísticamente iguales ( $P \leq 0.01$ ).

Cavalcante y Pérez (1995) mencionan que la salinidad influye 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. Por su parte Basnayake *et al.* (1994) mencionan que la presencia 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. 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 las membranas.

**Vigor.** El testigo mostró el mejor vigor ( $P \leq 0.01$ ), ya que presentó los mayores valores en IVG, PC, LMH y LMR. Nuevamente se observaron los valores más altos ( $P \leq 0.01$ ) en las semillas tratadas con los menores niveles de salinidad, y también disminuyeron estas variables a medida que la salinidad aumentó (Cuadro 3). Resultados similares encontraron Steppuhn y Wall (1993) al estudiar el efecto que presenta la mezcla de sales de NaCl y CaCl<sub>2</sub> a diferentes concentraciones en la germinación y emergencia de la *K. scoparia* L., el tiempo requerido para alcanzar el máximo porcentaje de germinación aumentó con la salinidad y la emergencia ocurre a concentraciones menores de 15.5 ds m<sup>-1</sup>, concluyendo que la coquia es

tolerante a las sales en las etapas de germinación y emergencia. Porta *et al.* (1999) señalan que la presencia de sales en el suelo provoca un retardo en la nacencia, que con salinidades elevadas puede no tener lugar. Mientras que Daubenmire (1990) indica que en condiciones salinas en la mayoría de las halófitas y las glicófitas la germinación es muy lenta y la supervivencia de las plántulas es muy difícil. Almasoum (2000) menciona que el efecto de las sales en las raíces de las plantas siempre resulta en un menor crecimiento de estos órganos, hecho que puede afectar el crecimiento general de la planta al reducirse el volumen de suelo que pueden explorar sus raíces. Jeannette *et al.* (2002) evaluaron la tolerancia a la salinidad durante la germinación y desarrollo de plántulas de 24 materiales de frijol de cuatro especies silvestres y cuatro de frijol común con concentraciones de 0, 60, 120 y 180 mM de NaCl. Jaradat *et al.* (2004) realizaron un experimento con 2,308 genotipos de cebada, sometieron a la semilla a 0 y 20 ds m<sup>-1</sup> con NaCl durante 10 días, encontraron que el porcentaje de germinación final a 20 ds m<sup>-1</sup> tuvo una correlación negativamente significativa y en promedio de peso seco de plántula y el número de raíces por plántula se redujo drásticamente en respuesta al estrés salino.

## Conclusiones

El aumento de los niveles de salinidad con soluciones de KCl afecta directamente la germinación y el vigor de la semilla de coquia (*K. scoparia* (L.) Roth), ya que incrementa la cantidad de semillas sin germinar y de plántulas anormales. En pruebas de laboratorio, a pesar de que el aumento de la salinidad va afectando el porcentaje y retardando la velocidad de germinación, la semilla de coquia presenta un comportamiento fisiológico sobresaliente hasta un nivel de salinidad de 20 ds m<sup>-1</sup>, y se reduce significativamente a niveles mayores. A niveles de salinidad de 5 y 10 ds m<sup>-1</sup> puede aumentar la longitud del hipocótilo de las plántulas asegurando un rápido establecimiento de las mismas como cultivo. La respuesta fisiológica de la semilla en invernadero fue menor que en laboratorio. La germinación y la emergencia comenzaron a disminuir significativamente a 15 ds/m. El desarrollo de la plántula es afectado a niveles de salinidad mayores de 15 ds m<sup>-1</sup> presentando una menor longitud de hipocótilo y radícula, lo cual se refleja en una menor producción de materia seca.

## Literatura Citada

Abbad, A., A. El Hadrami, and A. Benchaabane. 2004. Germination responses of the Mediterranean saltbush (*Atriplex halimus* L.) to NaCl treatment. *J. Agron.* 3 (2): 111-114.

- Al Ahmadi, J.M. and M. Kafi. 2008. *Kochia* (*Kochia scoparia*): to be or not to be? In: *Crop and Forage Production Using Saline Waters*. (Eds.): M. Kafi and M. Ajmal Khan. NAMS&T Centre, Daya Publisher, New Delhi. pp. 119-162.
- Almasoum, A.A. 2000. Effect of planting depth on growth and productivity of tomatoes using drip irrigation with semi saline water. *Acta Hort.* 537: 773-778.
- Anaya, G.M. 1993. *Kochia*: A new alternative for forage under high salinity conditions of Mexico. H. Lieth A. Al. Masoom (Eds.): *Towards the rational use of high salinity tolerant plants*. Vol. 1. Kluwer Academic Publishers. pp: 459-464.
- Árgetel L.; L.M. González, y R. Plana. 2006. Efecto de altas concentraciones salinas sobre la germinación y el crecimiento del Trigo (*Triticum aestivum*) variedad CUBA-C-204. *Rev. Cult. Trop.* 27 (3): 45-48.
- Basnayake, J., M. Cooper, M. Ludlow and R. Henkell. 1994. Combining ability variation for osmotic adjustment among a selected range of grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench). *Field Crops Res.* 38:147-155.
- Bazzigalupi, O., M.S. Pistorale y N.A. Andrés. 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.
- Cavalcante, A. e S. Pérez. 1995. Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Witt. *Pesq. Agrop. Bras.* 30 (2): 281-289.
- CONAZA. 1991. Establecimiento de *Kochia scoparia* (L.) Roth. Mimeo. Saltillo, Coah., México. 23 p.
- Cuartero F. y R. Fernández-Muñoz. 1999. Tomato and salinity. *Scient. Horticult.* 78: 83-125.
- Da Silva, R., N. Fernandes Lopes, D. Munt de Moraes, A. De Almeida Pereira, and G. Loureiro Duarte. 2007. Physiological quality of barley seeds submitted to saline stress. *Rev. Bras. Sem.* 29 (1): 40-44.
- Daubenmire, R. 1990. *Ecología Vegetal: Tratado de Autoecología de Plantas*. Limusa, México, D.F. 496 p.
- Durham, R. and J. Durham. 1983. Technique for intensive "Kochia" grazing and intensive use of cotton waste products. *J. Anim. Sci.* 57 (1): 391-395.
- Everitt, J., M. Alaniz and J. Lee., 1983. Seed germination characteristics of *Kochia scoparia* L. *J. Range Manage.* 36 (5): 646.
- Fanti, S. e S. Pérez. 2004. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. *Pesq. Agrop. Bras.* 39 (9): 903-909.

- Galitzer, S.J. and F.W. Oehme. 1979. Studies on the comparative toxicity of *Kochia scoparia* (L.) Schrad (fireweed). *Toxicol. Lett.* 3: 43-49.
- Glenn, E.P., W.E. Coates, J.J. Riley, R.O. Kuehl and R.S. Swingle. 1992. *Salicornia bigelovii* Torr.: a seawater-irrigated forage for goats. *An. Feed Sci. Technol.* 40: 21-30.
- Graetz, RD and A.D. Wilson. 1980. Comparison of the diets of sheep and cattle grazing a semi-arid chenopod shrubland. *Aust. Rangel. J.* 2: 67-75.
- Hopkins, D.L. and A. Nicholson. 1999. Meat quality of wether lambs grazed on either saltbush (*Atriplex nummularia*) plus supplements or lucerne (*Medicago sativa*). *Meat Sci.* 51: 91-95.
- Jaradat, A. A., M. Shahid, and A. Al-Maskri. 2004. Genetic diversity in the Batini Barley Landrace from Oman: II. Response to salinity stress. *Crop Sci.* 44: 007-1007.
- Jeannette S. B. J., R. Craig and J.P. Lynch. 2002. Salinity tolerance of phaseolus species during germination and early seedling growth. *Crop Sci.* 42: 1584-1504.
- Kraidees, M.S., M.A. Abouheif, M.Y. Al-Saiady, A. Tag-Eldin and H. Metwally. 1998. The effect of dietary inclusion of halophyte *Salicornia bigelovii* Torr on growth performance and carcass characteristics of lambs. *An. Feed Sci. Technol.* 76: 149-159.
- Marai, I.F.M., A.A. Habeeb and T.H. Kamal. 1995. Response of livestock to excess sodium intake. *In: Sodium in agriculture*, (Ed.): C.J.C. Phillips and PC Chiy. Chalcombe Publications, Canterbury, pp. 173-180.
- Mullinex, W. 1998. *Kochia* (*Kochia* spp.) biology outline and bibliography. <http://www.agron.iastate.edu/~weeds/WeedBiolLibrary/kochiabiblio.html>.
- Musito R.N.; S.M.C. Vega y V.J.G. Rodríguez. 2004. Genotipos de maíz tolerantes a salinidad; un estudio preliminar para iniciar un programa de selección. *Rev. Agraria Nueva Época.* 1: 18-23.
- Nawaz, S. and S.H. Hanjra. 1993. The productivity of goats using different ratios of saltbush and kallar grass. *In: Productive use of saline land* (Ed.): N. Davidson and R. Galloway. Australian Centre for International Agricultural Research Proceedings No. 42, pp. 85-87.
- Porta, C.; R. López-Acevedo y De L. Roquero. 1999. Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. Mundi-Prensa. MAD, España. 807 p.
- Ramos, J. C., G.M. Perreta, C.J. Tivano y C.A. Vegetti. 2004. Variaciones anatómicas en la raíz de *Pappophorum philippianum* inducidas por salinidad. *Rev. Int. Bot. Exp.*: 103-109.
- Romero-Aranda, R., T. Soria, J. Cuartero. 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science* 160: 265-272.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's Guide. Version 6, Fourth Edition. SAS Institute Inc., Cary, N.C.
- Steppuhn, H. and K. Wall. 1993. *Kochia scoparia* L. emergence from saline soil under various water regimes. *J. Range Manage.* 46 (6): 533-538.
- Swingle, R.S., E.P. Glenn and V. Squires. 1996. Growth performance of lambs fed mixed diets containing halophyte ingredients. *An. Feed Sci. Technol.* 63: 137-148.
- Thomas, D.T., A.J. Rintoul and D.G. Masters. 2007. Sheep select combinations of high and low sodium chloride, energy and crude protein feed that improve their diet. *Animal Beh. Sci.*, 105:140-153.
- Walker, D.J., B.J. Potter and G.B. Jones. 1971. Modification of carcass characteristics in sheep maintained on a saline water regime. *Aust. J. Exp. Agric. Animal Husb.*, 11: 14-17.
- Wilson, J.R. and P.M. Kennedy. 1996. Plant and animal constraints to voluntary feed intake associated with fiber characteristics and particle breakdown and passage in ruminants. *Aust. J. Agric. Res.*, 47: 199-226.