

NIVELES DE SALINIDAD EN LA GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DE SEMILLAS DE TARA (*Caesalpinia spinosa*)

LEVELS OF SALINITY IN THE GERMINATION AND SEEDLING EMERGENGE OF TARA (*Caesalpinia spinosa*)

Eroncio Mendoza Nieto, Judith García Cochagne

RESUMEN

La salinidad del suelo es el factor ambiental más limitante del crecimiento y producción de las plantas en zonas áridas y semiáridas del mundo al causar el mayor daño fisiológico en la primera etapa del crecimiento de la planta. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la salinidad del agua de riego en la germinación y emergencia de las semillas de *Caesalpinia spinosa* (tara). La prueba de germinación se realizó en el laboratorio colocando 50 semillas sobre papel toalla puesto en un recipiente de plástico transparente con tapa, al cual se agregó 50 ml de soluciones de 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 y 140 mM de NaCl preparados con agua de riego de 2,00 dS/m y para la prueba de emergencia de plántulas se acondicionaron 6 litros de suelo tamizado de 4 dS/m en bolsas negras de plástico, se adicionaron las mismas soluciones usadas en el laboratorio para cada unidad experimental y luego fueron completados a 1,8 litros con agua de riego para humedecer el suelo, después de dos días se sembraron 50 semillas. Se usó el diseño completamente al azar con 8 tratamientos de 4 repeticiones. Se encontró una disminución significativa de 90,0 a 35,0% de germinación y de 79,0 a 31,0% de emergencia acumulada de plántulas para los tratamientos de 0 y 140 mM de NaCl, respectivamente y el nivel de tolerancia de la tara a la salinidad del suelo en la emergencia de plántulas fue de 10,8 dS/m de conductividad eléctrica.

Palabras clave: Salinidad del suelo, salinidad del agua de riego, tolerancia a la salinidad del suelo.

ABSTRACT

The salinity the soil is the most restrictive environmental factor in the growth and production of the plants in arid and semi-arid zones from the world causing the injurious physiologies in the first stage of the growth of the plant. The objective the work was to evaluate the effect of the salinity of the irrigate water in the germination and seedling emergence of the seeds of *Caesalpinia spinosa* (tara). The germination test was carried out in the laboratory placing 50 seeds it has more than enough paper towel put in recipient of transparent plastic with cover, to which 50 ml of solutions was added of 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 and 140 mM of NaCl prepared with water of watering of 2,00 dS/m and for the test of seedling emergence were conditioned of 6 liters of sifted soil of 4 dS/m in black bags of plastic, the same solutions were added used in the laboratory for each experimental unit and then they were completed to 1,8 liters with watering water to humidify the soli, after two days the 50 seeds were sowed. The design was used completely at random with 8 treatments of 4 repetitions. it was a significant decrease from 90,0 to 35,0% germination and of 79,0 to 31,0% of accumulated seedling emergence for the treatments of 0 and 140 mM of NaCl, respectively and the level of tolerance the tara to the salinity the soil in the seedling emergence was of 10,8 dS/m of electric conductivity.

Key words: Salinity the soil, salinity the irrigate water, tolerance to the salinity the soil.

¹ Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental. Email: emendozan@unjfsc.edu.pe

² NIA – La Molina – Lima. Email: jgarcia@inia.gob.pe

INTRODUCCIÓN

La tara *Caesalpinia spinosa* es una especie leguminosa de la familia Fabaceae nativa del Perú, tolerante al estrés edafoclimático en su hábitat de valles interandinos (Mendoza y García, 2011). Sin embargo, por su potencial de uso económico, ambiental y social, en los últimos años se viene introduciendo su cultivo en forma extensiva y comercial en la costa, principalmente en las zonas eriazas con suelos de textura arenosa, reacción alcalina y salinidad mayor de 4 dS/m. Bajo estas condiciones en cualquier etapa fenológica de la planta se desconoce su tolerancia a la salinidad del suelo. La mayor parte de las plantas, son más sensibles a la salinidad del suelo durante la germinación y emergencia que durante los estadios de crecimiento y desarrollo posterior, por lo que la evaluación de germinación de semillas y estado de emergencia de plántulas son prácticos y efectivos para identificar el nivel de tolerancia del material vegetal a la salinidad del suelo (Bazzigalupi, *et al.*, 2008).

El 20% de las tierras cultivables de las zonas áridas y semiáridas del mundo están afectadas por el problema de la salinidad (Basalah, 2010 y Muhammad Hussain, 2010) y para la costa peruana se estima que alrededor del 40% de la superficie cultivable está afectada debido al sobre uso y/o escasez del agua de riego que va en aumento. En estas condiciones, la salinidad es uno de los factores edáficos que más afecta el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos. A través de muchos trabajos de investigación se ha comprobado que entre especies, variedades y cultivares se diferencian en su tolerancia a la salinidad del suelo. Las sales afectan al cultivo en la primera fase del ciclo vegetativo, es decir, durante la germinación de semillas y emergencia de plántulas por el incremento de la presión osmótica que causa la disminución de la absorción del agua conocida como la restricción hídrica (Ferreira, *et al.*, 2011).

Acerca del efecto de las sales del suelo sobre la germinación de semillas y emergencia de plántulas de tara no existen reportes. Sin embargo, en otras especies se destacan muchos trabajos, entre ellos, Rodríguez *et al.* (2005) sostienen que al incrementarse el nivel

de salinidad de las soluciones aplicadas a las semillas de *Anthirrinum majus* L. en 0, 25, 50, 75, 100 y 200 mM de NaCl, la germinación disminuyó significativamente a partir de 50 mM de NaCl hasta que fue completamente inhibida a la salinidad de 200 mM; Conus *et al.* (2009), mencionan que el incremento del estrés salino causa la disminución del desarrollo de la parte aérea de la plántula y de la raíz principal en el maíz, Oliveira, *et al.* (2010) encontraron la disminución del porcentaje de emergencia e índice de velocidad de emergencia de las plántulas de *Caesalpinia ferrea* (jucá) al incrementarse las concentraciones salinas del agua de riego en la germinación y crecimiento inicial de las plántulas de jucá. Asimismo, Killian y Villagra (2005), indican que al someter las semillas de *Daucus carota* L. en soluciones de 0, 50, y 100 mM de NaCl, el incremento de la salinidad produce disminución significativa en el número de semillas germinadas.

Basalah (2010) al estudiar el efecto de sales de 0, 4, 8, 12, 16, 20 y 24 mMhos/cm de conductividad eléctrica sobre la germinación y crecimiento de plántulas sostiene que la disminución de la germinación y emergencia de plántulas de *Solanum melogena* L. con la salinidad podría ser debido al efecto combinado de la presión osmótica y la toxicidad de las sales.

Kiani *et al.*, (2011), al evaluar efectos de las sales sobre la germinación de las semillas y emergencia de plántulas de dos especies de Acacia, determinaron disminución de la germinación al incrementarse la salinidad provocando la inhibición de la germinación y crecimiento de las plántulas por el NaCl, que causa la disminución de la absorción del agua por la semilla y la radícula y efectos tóxicos en el embrión.

Por tanto, el objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar el efecto de la salinidad del agua de riego en la germinación y emergencia de las semillas de *Caesalpinia spinosa* "tara". Estos resultados permitirán conocer hasta qué nivel de salinidad del suelo, la tara se podría sembrar en forma comercial en condiciones de los suelos de la costa del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (UNJFSC) – Huacho, empleando semillas adquiridas en el departamento de Ayacucho usadas en los viveros comerciales, las cuales previamente fueron seleccionadas teniendo en cuenta un tamaño uniforme, escarificadas con un corta uñas, cortando sólo una pequeña parte de la testa por el costado opuesto al punto de inserción del funículo (hilo) y posteriormente fueron desinfectadas con Rhizolex-T (tolclofos methyl 30%, thiram 30% e inertes 40%) en razón de 6 gramos del producto por kilo de semillas.

Los tratamientos. Las soluciones salinizantes fueron de 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 y 140 mM de NaCl preparadas usando el cloruro de sodio de grado reactivo empleando agua de riego de 2.0 dS/m de salinidad, las soluciones se verificaron y se ajustaron para los tratamientos de la prueba de germinación en el laboratorio a niveles de salinidad de 2 (T1), 4 (T2), 6 (T3), 8 (T4), 10 (T5), 12 (T6), 14 (T7), 16 (T8) dS/m de conductividad eléctrica (CE) usando el conductímetro y para la prueba de emergencia de plántulas en el invernadero, las soluciones fueron también las mismas, pero en este caso se utilizó como sustrato un suelo de textura arena, pH 7.8 y de salinidad de 4,0 dS/m y por tanto, los tratamientos tuvieron de 6 (T1), 8 (T2), 10 (T3), 12 (T4), 14 (T5), 16 (T6), 18 (T7), 20 (T8) dS/m de conductividad eléctrica en el extracto de saturación (CEe).

La prueba de germinación de semillas. La prueba se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos, utilizando 50 semillas dispuestas en cinco hileras sobre dos hojas de papel toalla dobladas y colocadas en un recipiente de plástico transparente de 15 x 12 x 6 cm de largo, ancho y alto con tapa y se agregaron 50 ml de soluciones salinas de 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 y 140 mM de NaCl preparadas con agua de riego de 2,00 dS/m y medido el nivel de salinidad de cada una de las soluciones se

registraron valores aproximados de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 dS/m de CE, estos niveles fueron considerados como los tratamientos para la evaluación de su efecto sobre la germinación de las semillas.

La prueba de emergencia de plántulas.

Esta prueba se llevó a cabo en un campo de cultivo cercado (invernadero), donde se llenaron 6 litros del sustrato, suelo de 4 dS/m de CE en bolsas negras de plástico de 34 x 34 cm de largo y ancho, 22 cm de diámetro instalada, se adicionaron las soluciones salinizantes de 6 (T1), 8 (T2), 10 (T3), 12 (T4), 14 (T5), 16 (T6), 18 (T7) y 20 (T8) dS/m de CE con un volumen total de agua de riego de 1,8 litros por bolsa a fin de humedecer todo el suelo y dos días después cuando el sustrato alcanzó la humedad de capacidad de campo se sembraron 50 semillas colocándolas en cinco hileras a 2 cm de profundidad por cada unidad experimental. Terminada la siembra, todo el espacio ocupado por las bolsas se protegió con sombra colocándose ramas con hojas a una altura de 50 cm para evitar el secamiento rápido del sustrato y el efecto de la insolación sobre las plántulas. El riego se realizó cada dos días durante el periodo del experimento.

Variables evaluadas. El ensayo del laboratorio tuvo una duración de 30 días y en el invernadero fue de 45 días, durante este período cada 3 días se registraron en ambos ensayos el número de semillas germinadas por cada unidad experimental y con esta información se estimaron el porcentaje de germinación acumulada (GA), índice de velocidad de germinación (IVG) y tiempo medio de germinación (TMG) según el procedimiento y fórmulas dado por Ferreira Dos Santos, *et al.* (2011).

Diseño estadístico y procesamiento de datos. Los ensayos se realizaron empleando el diseño completamente al azar (DCA) con 8 tratamientos tanto en la prueba de laboratorio y campo, con 4 repeticiones por cada tratamiento teniendo un total de 32 unidades experimentales y para las diferencias de promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Asimismo, se realizó el análisis de tendencias para las variables de emergencia de plántulas

respecto a la salinidad del suelo para establecer el modelo correspondiente y los datos obtenidos fueron procesados empleando un software comercial de estadística.

RESULTADOS

Germinación de las semillas. Para los tratamientos de 0 (T1), 20 (T2), 40 (T3), 60 (T4) y 80 (T5) mM de NaCl expresado en términos de salinidad en 2, 4, 6, 8 y 10 dS/m de CE del medio de crecimiento (papel toalla salinizada) no se encontró diferencia estadística para los valores de porcentaje de germinación acumulada (GA) de 90,0, 86,0, 81,0, 77,0 y 73,0% respectivamente, similares resultados se han encontrado para los valores

de tiempo medio de germinación (TMG) y valor medio de germinación (VMG), mientras para los tratamientos de 100 (T6), 120 (T7) y 140 (T8) mM de NaCl (12, 14, y 16 dS/m de CE) se observó una diferencia significativa entre ellos y a la vez todos ellos estadísticamente son diferentes a los tratamientos T1 al T5.

Esta tendencia, también se muestra para los valores del tiempo medio de germinación (TMG) y velocidad media de germinación (VMG); sin embargo, para el índice de velocidad de germinación (IVG) se encontró que los tratamientos T1, T2 y T3 son similares estadísticamente, pero se diferencian significativamente de los otros tratamientos (tabla 1).

Tabla 1. Germinación acumulada (GA), Índice de velocidad de germinación (IVG), Tiempo medio de germinación (TMG) y Velocidad media de germinación (VMG) de semillas de tara por día.

Nº	Tratamiento		GA (%)	IVG	TMG (día)	VMG
	mM (NaCl)	Salinidad (dS/m)				
T1	0	2	90,0 A	5,3 A	10,6 B	0,097 A
T2	20	4	86,0 A	4,9 AB	10,8 B	0,094 A
T3	40	6	81,0 AB	4,4 ABC	10,9 B	0,092 AB
T4	60	8	77,0 AB	3,8 BCD	12,3 AB	0,084 AB
T5	80	10	73,0 AB	3,4 CD	12,9 AB	0,078 AB
T6	100	12	61,0 BC	2,8 DE	13,1 AB	0,076 AB
T7	120	14	40,0 CD	1,6 EF	13,6 AB	0,074 AB
T8	140	16	35,0 D	1,3 F	14,9 A	0,067 B

Valores promedios seguidos por la misma letra no se diferencian significativamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Emergencia de plántulas. En las evaluaciones de las unidades experimentales preparadas con suelo de 4 dS/m de CEe y regadas con agua de riego de 2 dS/m de salinidad en condiciones de campo, para los tratamientos de salinidad de 0 (T1) y 20 (T2) mM de NaCl (6 y 8 dS/m de CEe) no se encontró diferencia estadística al tener 79,0 y 61,0% de emergencia acumulada (EA), mientras que para las variables del índice de

velocidad de emergencia (IVE), tiempo medio de emergencia (TME) y velocidad media de emergencia (VME) se encontró diferencia estadística para los tratamientos de 40 (T3), 60 (T4), 80 (T5) y 100 (T6) mM de NaCl (10, 12, 14 y 16 dS/m de CEe) y para los niveles de 120 (T7) y 140 (T8) mM de NaCl (18 y 20 dS/m de CEe) no se encontró diferencia significativa (Tabla 2).

Tabla 2. Emergencia acumulada (EA), Índice de velocidad de emergencia (IVE), Tiempo medio de emergencia (TME) y Velocidad media de emergencia (VME) de plántulas.

Nº	Tratamiento		EA (%)	IVE	TME (día)	VME
	mM (NaCl)	Salinidad. (dS/m)				
T1	0	6	79,0 A	1,8 A	23,3 G	0,043 A
T2	20	8	61,0 AB	1,2 B	26,8 F	0,037 B
T3	40	10	58,0 BC	1,1 BC	28,0 EF	0,036 BC
T4	60	12	44,0 BCD	0,8 CD	29,3 DE	0,034 CD
T5	80	14	40,0 CD	0,7 D	30,2 CD	0,033 DE
T6	100	16	38,0 CD	0,6 D	31,8 BC	0,031 EF
T7	120	18	34,0 D	0,5 D	33,1 AB	0,030 F
T8	140	20	31,0 D	0,5 D	33,6 A	0,030 F

Valores promedios seguidos por la misma letra no se diferencian significativamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

En el análisis de tendencias para los valores, entre las variables de emergencia acumulada de plántulas y nivel de salinidad del suelo expresado en dS/m de CE referido en el extracto de pasta de saturación, se encontró

una relación inversa, cuyo modelo es cuadrático con coeficiente de determinación de 76.3% como se observa en la siguiente figura.

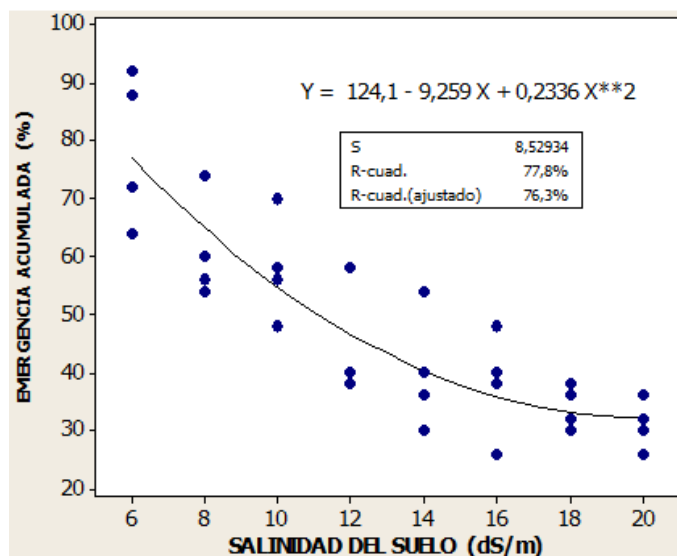


Figura 1. Efecto de la salinidad del suelo sobre la emergencia de plántulas y su modelo de tendencias.

DISCUSIÓN

La tara en su hábitat de valles interandinos, es una especie tolerante a una serie de adversidades bióticas y abióticas; sin embargo, sembrada y cultivada en terrenos de la costa, una zona árida con niveles de salinidad mayores de 4 dS/m de CE y con más de 50% de contenidos de iones de sodio y cloro solubles, su nivel de tolerancia deben estar afectadas principalmente en la fase de germinación de las semillas y emergencia de las plántulas, dado que las sales mayormente afectan más en la primera etapa del ciclo biológico de cualquier planta debido al incremento del contenido de las sales solubles en el suelo que inciden en el aumento de la presión osmótica, toxicidad por los iones de Na⁺ y Cl⁻ y desbalance nutricional causados por los iones tóxicos provocando la disminución de absorción del agua por las semillas y las radículas de las plántulas causando la reducción de la germinación y emergencia de las plántulas (Azza *et al.*, 2007).

La disminución de la germinación de las semillas y emergencia de las plántulas encontradas en este trabajo guardan relación con los resultados hallados por muchos autores, entre ellos, Rodríguez, *et al.*, 2005; Bazzigalupi, *et al.*, 2008; Basalah, 2010 y Kiani *et al.* 2011, quienes encontraron que al incrementar el nivel de salinidad del medio de crecimiento (suelo) la germinación de las semillas y crecimiento inicial (emergencia) de las plántulas de diferentes especies vegetales disminuyeron significativamente.

El nivel de tolerancia de las plantas a la salinidad del suelo varía entre especies y variedades. La tolerancia, se entiende como el nivel de salinidad del suelo expresado en CE referido en el extracto de saturación del suelo, en el cual, la germinación porcentual acumulada es mayor de 50% respecto al suelo de salinidad normal. En el caso de la tara, el valor de tolerancia máxima a la salinidad del suelo en la fase germinativa y crecimiento inicial de plántulas fue de 10,8 dS/m de CEe, donde se registró el 51% de emergencia acumulada de plántulas en función al modelo establecido, esto significa

que en caso de sembrarse las semillas de tara en suelos de más salinidad, la reducción de emergencia de plántulas sería más del 50%, lo cual, ocasionaría pérdidas considerables.

CONCLUSIONES

Al incrementarse el nivel de salinidad del medio de crecimiento con los tratamientos de 0 hasta 140 mM de NaCl correspondiendo una salinidad de 2 a 16 dS/m de conductividad eléctrica, los resultados de las variables evaluadas disminuyen significativamente, notándose de 90,0 a 35,0% de reducción de germinación acumulada de semillas.

Las respuestas evaluadas de índice de velocidad de emergencia (IVE), tiempo medio de emergencia (TME), velocidad media de emergencia (VME) y emergencia acumulada (EA) de plántulas varían significativamente al incrementarse la salinidad del suelo. El crecimiento inicial de las plántulas de tara se redujo de 79,0 a 31,0 % al elevarse la salinidad del suelo con los tratamientos de 0 y 140 mM de NaCl (6 y 20 dS/m de CEe).

De las pruebas realizadas en el laboratorio y a nivel de campo, el mayor efecto de las sales se encontró en las condiciones de campo, atribuible a la influencia de las propiedades del suelo y dentro de esto, el nivel de salinidad inicial que fue de 4 dS/M de CEe que afectó considerablemente la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas.

El nivel de tolerancia de la tara a la salinidad del suelo encontrada en la fase germinativa y emergencia de las plántulas fue de 10,8 dS/m de CEe, donde se encontró el 51% de emergencia acumulada de plántulas de tara, a más niveles de salinidad del suelo la reducción de emergencia sería más del 50% de semillas sembradas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Azza, A., Fatma, E. and Farahat, M. (2007). *Responses of ornamental plants and Wood tres to salinity. World J. Agric. Sci.* 3(3), 386 – 395.

2. Basalah, M. (2010). *Action of salinity on seed germination and seedling growth of Solanum melongena* L. J. Agric. Res. Kafer El-Sheikh Univ. 36(1), 64–72.
3. Bazzigalupi, O., Pistorale, S. y Andrés, A. (2008). *Tolerancia a la salinidad durante la germinación de semillas provenientes de poblaciones naturalizadas de agropiro alargado (Thinopyrum ponticum)*. Ciencia e Investigación Agraria. 35(3), 277–285.
4. Conus, L., Cardoso, P., y Quintão, S. (2009). *Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais*. Revista Brasileira de Sementes. 31(4), p. 67-74.
5. Ferreira, A. Silva-Mann, R., y Anastácio, R. (2011). *Restrição hídrica em sementes de jenipapo (Genipa americana L.)*. Revista Árvore, Viçosa-MG. 35(2), 213 - 220.
6. Kiani, A., Hosseini, M., Hojjati, V and Bayat, V. (2011). *Salt effects on seed germination and seedling emergence of two Acacia species*. African Journal of Plant Science. 5(1), 52-56.
7. Killian, S. y Villagra, A. (2005). *Efecto del preacondicionamiento osmótico sobre la germinación de semilla y el crecimiento de plántulas de Daucus carota* L. Revista CIZAS. 6 (1 y 2), 31-39.
8. Mendoza, E. y García, J. (2011). *Evaluación de factores limitantes en la producción de (Caesalpinia spinosa) tara en la cuenca de Ashnocancha – Ancash*. Infinitum Revista de Ciencia y Tecnología. 1(1), 8–15.
9. Meza, N., Arizaleta, V y Bautista, V. (2006). *Efecto de la salinidad en la germinación y emergencia de semillas de parchita (Passiflora edulis, F. flavicarpa)*. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 24: 69–80.
10. Muhammad, Z. and Hussain, V. (2010). *Effect on NaCl salinity of the germination and seedling growth of some medicinal plants*. Pak. J. Bot. 42(2), 889–897.
11. Oliveira de Freitas, R., Walessa, V., Nascimento de Oliveira, Marinho, E. y Cardoso, M. (2010). *Efeito da irrigação com agua salina na emergencia e crescimento inicial de plântulas de jucá*. Revista Caatinga, Mossoró. 23(3), 54-58.
12. Rodríguez, M .F., Iribarne, V., De Gracia, V., Chiesa, V. (2005). *Influencia de la salinidad en la germinación de semillas de Antirrhinum majus* L. VII Jornadas Nacionales de Floricultura Trevelin, Chubut, del 19 al 21 de octubre 2005. Patagonia, Argentina.