

INFLUENCIA DE LAS SALES EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE PIMIENTO DEL PIQUILLO

SALT INFLUENCY ON INITIAL GROWTH OF "DEL PIQUILLO" PEPPER (*Capsicum annuum* L.)

AUTORES

Jorge Gómez Vergaray ¹

Suiberto Vigo Rivera ¹

José Vásquez Vásquez ¹

Jorge Pinna Cabrejos ²

Sergio Valdivia Vega ³



RESUMEN

El presente experimento se realizó en macetas que contenían suelo de textura arena, de un inter valle de la costa norte árida peruana, donde se desarrollan, recientemente, cultivos de exportación bajo riego por goteo. Se condujo en el campus de la Universidad Privada Antenor Orrego. Se trasplantaron plántulas de pimiento del piquillo (*Capsicum annuum* L.) y se salinizó el suelo con soluciones de NaCl con las conductividades: 1.4; 4.4; 7.0; 9.7 y 12.5 dS.m⁻¹, obteniéndose las salinidades del suelo: 2.1; 6.6; 10.5; 14.6 y 18.8 dS.m⁻¹. A partir del trasplante, las plantas fueron regadas con la misma agua salina descrita anteriormente. Al trasplante y a los 10 días del mismo (10 días de la salinización) se midió la altura de las plántulas y se contó el número de hojas. A los 37 días del trasplante se tomó el peso fresco y seco de las plantas y se analizaron la salinidad de los suelos.

Al término del experimento, el suelo tuvo las conductividades eléctricas del extracto de saturación: 9.04; 10.61; 18.52; 22.61 y 26.78 dS.m⁻¹ para los 5 tratamientos, respectivamente, por lo que se concluyó que la salinidad del suelo es igual a 3/2 la salinidad del agua solamente si no se añaden sales al perfil del suelo; y que contrariamente a la costumbre y creencia de los agricultores peruanos, aún en suelos de textura arena, si no se riega en exceso, según el requerimiento de lavaje (RL), se acumulan las sales y los mismos devienen salinos. Por otro lado, se encontró que las plántulas de pimiento son sensibles a la salinidad, viéndose retardado el crecimiento aun en suelos arenosos, y que el peso seco no es un buen indicador del efecto de las sales en el crecimiento inicial del cultivo.

Palabras Clave: Salinidad, Pimiento del piquillo, Suelo arenoso, Perú

¹ Estudiantes postgraduados, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

² Profesor Principal. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú, Tel (51)(44) 285097, E-mail: jpinnac@upao.edu.pe

³ Profesor Principal. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.



ABSTRACT

This experiment was in pots with sand-textured soils, obtained from an inter valley of northern arid peruvian coast, where recently drip irrigated export crops are grown. Experiment was carried out at Antenor Orrego University campus. Pepper ("pimiento del piquillo"; *Capsicum annuum* L.) seedlings were transplanted and soil was salinized with solutions of NaCl with a salinity 1.4; 4.4; 7.0; 9.7; y 12.5 dS.m⁻¹, having soil salinities: 2.1; 6.6; 10.5; 14.6; and 18.8 dS.m⁻¹. Plants were irrigated with the same salty water. At transplantation, and 10 days after (10 days salinized) height of plants was measured and number of leaves counted. After 37 days of transplantation, fresh and dry weight was taken and soils were analyzed for knowing their salinities. At the end of the experiment, soils had saturation extracts conductivity values: 9.04; 10.61; 18.52; 22.61; and 26.78 dS.m⁻¹ for the 5 treatments, respectively; for that reasons it was concluded that soil salinity is equal to 3/2 of water salinity only if there are not addition of salts to soil profile; and that at the contrary to peruvian belief and practice, even in sandy soils, if there is not an abundant irrigation, according to leaching requirements, there is a salt accumulation and soils become saline. Furthermore, it was found that pepper seedlings are sensible to salinity, which retards growing even in sandy soils, and that dry weight is not a good indicator of effect salts on initial crop growing.

Index words: Salinity, del piquillo pepper, sandy soil, Peru

INTRODUCCIÓN

En la costa árida del Perú, se desarrolla la agricultura irrigada (50%) por gravedad por más de 2000 años en los valles de suelos aluviales, con limo y primordialmente calcáreos (2 a 7% de CaCO₃). Los últimos 10 años, con las nuevas irrigaciones, se han comenzado a cultivar suelos en los inter valles, de textura arena y bajo riego por goteo.

En los suelos de inter valle se llevan a cabo cultivos de exportación, siendo pimiento del piquillo (*Capsicum annuum* L.) uno de ellos. El pimiento es un cultivo medianamente tolerante a las sales, obteniéndose rendimientos del 50% de los normales, a salinidades de 4 a 10 dS.m⁻¹ (U.S. Salinity Laboratory, 1954), aunque algunos autores indican que es de tolerancia media a baja, teniéndose el 100% del rendimiento a 1.5 dS.m⁻¹, 90% a 2.2 dS.m⁻¹ y 50% a 5.1 dS.m⁻¹ (Pizarro, 1990); 90% a 2.0 dS.m⁻¹, 75% a 3.0 dS.m⁻¹, y 50% a 5.0 dS.m⁻¹ (FAO/UNESCO, 1973) o moderadamente sensible, 1.5 dS.m⁻¹ (FAO, 1990) o que puede tolerar cantidades moderadas de sales por periodos cortos de tiempo (Bethke y Drew, 1992). La literatura actual no provee mayor información sobre el efecto de las sales en el cultivo del pimiento; solo muestra que la salinidad afecta negativamente al mismo (Assouline y otros, 2006; Martínez y otros, 2011).

Las sales muchas veces, no afectan la producción total del cultivo, pero sí su calidad comercial, como es el caso del tomate (solanácea como el pimiento), donde se produce el desorden fisiológico "podredumbre apical" por deficiencia de calcio, producido por exceso de sodio en el suelo (Awad, 1966). Aunque en el pimiento afecta la calidad comercial y el rendimiento total (Navarro y otros, 2010) y calcio, su calidad nutricional (Serrano, 2009). El mismo desorden se aprecia en algunas zonas arenosas de inter valle de la costa peruana, que son regadas con agua ligeramente salina (2 dS.m⁻¹) en el cultivo del pimiento del piquillo.

En el Perú, el pimiento del piquillo se germina en almácigos, efectuándose el trasplante cuando las plántulas tienen de 20 a 30 días de edad. Los sustratos en los viveros son de muy buena calidad (salinidad inferior a 0.3 dS.m⁻¹); y los riegos se efectúan con agua no salina, por lo que, es intrascendente conocer el efecto de las sales en la germinación del pimiento; pero sí, el conocer el efecto de las sales en las plántulas recién trasplantadas y en sus primeros estadios de desarrollo, con el fin de orientar el método de siembra y la frecuencia

de los riegos; porque no se tiene información al respecto, ya que es bien conocido que algunos cultivos son sensibles a las sales en la germinación y tolerantes fue posteriormente, y otros muestran el efecto contrario (Awad, 1966).

Según lo mencionado, el objetivo del trabajo es conocer la influencia de las sales en las plántulas recientemente trasplantadas, en sus primeros estadios de desarrollo, ya que podría ser que las sales no afecten al cultivo del pimiento en sus primeros estadios, como ocurre con el cultivo del maíz (Maldonado y otros, 2004), en una ecología similar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en las instalaciones del gabinete de campo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Privada Antenor Orrego, distrito y provincia de Trujillo, región La Libertad, Perú, ubicada en la costa árida del norte del país. Se trabajó con un suelo arenoso (textura arena; 98% de arena, 1% de limo, y 1% de arcilla) proveniente de la zona de inter valle donde se cultiva espárrago y pimiento del piquillo. Los suelos se pusieron en macetas (bolsas de polietileno) con un diámetro de 8 cm, y con la profundidad de 15 cm, donde se trasplantaron plántulas de pimiento del piquillo, de 20 días de edad, las que habían sido germinadas en sustrato de musgo molido y humus. Las plántulas tuvieron un desarrollo normal. Se trabajó con 5 tratamientos y 9 repeticiones. Se trabajó con las siguientes concentraciones salinas: 0; 2; 4; 6; y 8 dS.m⁻¹.

Para las salinización de los suelos se prepararon soluciones salinas con el método del U.S. Salinity Laboratory (1954), que estima que 1 dS.m⁻¹ es igual a 10 meq.L⁻¹. Se utilizaron las siguientes cantidades de NaCl: 1.17 g.L⁻¹ (para 2 dS.m⁻¹); 2.34 (4 dS.m⁻¹); 3.51 (6 dS.m⁻¹) y 4.68 g.L⁻¹ (8 dS.m⁻¹). El agua fue algo salina, de pozo, por lo que las soluciones realmente aplicadas fueron: 1.4 dS.m⁻¹ (0 dS.m⁻¹); 4.4 (2 dS.m⁻¹); 7.0 (4 dS.m⁻¹); 9.7 (6 dS.m⁻¹) y 12.5 dS.m⁻¹ (8 dS.m⁻¹). Si se considera que la salinidad del agua multiplicada por 3/2 es la salinidad del suelo (Ayers y Westcot, 1976; FAO, 1990), se tuvieron las salinidades iniciales para los tratamientos siguientes: 2.1 dS.m⁻¹ (0 dS.m⁻¹); 6.6 (2 dS.m⁻¹); 10.5 (4 dS.m⁻¹); 14.6 (6 dS.m⁻¹) y 18.8 dS.m⁻¹ (8 dS.m⁻¹). Se trabajó únicamente con NaCl porque el mayor daño de las sales a los cultivos es por su presión osmótica más que por los iones que la componen (U.S. Salinity Laboratory, 1954), lo que es ratificado en la mayoría de trabajos de este tipo,

donde se utiliza únicamente NaCl (Chenlo y otros, 2006; Navarro y otros, 2010).

Al trasplante, se salinizaron los suelos regándose con las soluciones antes indicadas, y se hizo una evaluación del tamaño de las plantas (se midió la altura de las plantas, desde la base hasta la parte más alta de las hojas) y número de hojas. Se continuaron regándose las plántulas con el agua salina descrita. Diez días después de la salinización (30 días de edad de las plantas) se hizo una segunda evaluación del tamaño de las plantas y número de hojas; y 27 días después se tomó el peso fresco y seco de la parte aérea de las plantas.

Al término del experimento (67 días de edad de las plantas), se analizaron los suelos en el extracto 2:1 (200 mL de agua destilada por 100 g de suelo), y los resultados se llevaron a conductividad eléctrica del extracto de saturación (CE_{ES}) con la relación de Jackson (1964): $CE_{ES} = CE_{2:1} \times 200 / \% \text{ saturación}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras de suelo tuvieron las $CE_{2:1}$ siguientes: 1.04; 1.22; 2.13; 2.60; y 3.08 $dS.m^{-1}$. Con la transformación de Jackson (1964) se estimaron las CE_{ES} de: 9.04; 10.61; 18.52; 22.61; y 26.78 $dS.m^{-1}$. Se aprecia que estas salinidades son superiores a las esperadas con la fórmula de Ayers y Westcot (1976) y FAO (1990), lo que confirma lo afirmado por dichos autores de que la fórmula es válida siempre y cuando no se añadan o quiten sales. En el presente experimento se regó hasta que hubiera abundante drenaje en el primer riego, de salinización, pero en los subsiguientes se regó normalmente con el agua salina, hasta que hubieran algunas gotas de drenaje; por lo que las sales se fueron acumulando, ya que la planta extrae mayormente agua, con pocas sales.

Al no haberse regado en exceso, según el requerimiento de lavaje (RL) (U.S. Salinity Laboratory, 1954; Ayers, 1976; Ayers y Westcot, 1976; Medina, 1988), las sales simplemente se acumulan. Es necesario indicar que en las irrigaciones con riego por goteo en suelos arenosos, no se acostumbra a sobre irrigar con el RL, por lo que dichos suelos están paulatinamente salinizándose como se demuestra en el presente experimento.

En la Figura 1, se aprecia que, aparentemente, la salinidad no afecta a las plántulas de pimiento del piquillo, ya que hay poca disminución en la curva de altura de plantas con la salinidad, pero lo

que en realidad sucede es que mantiene su altura original desde antes de que se salinicen los suelos, ya que únicamente los tratamientos con 9.04 y 26.78 $dS.m^{-1}$ han crecido muy poco en esos 10 días después del trasplante. La Figura 2 ratifica lo enunciado, ya que las plantas aumentan su número de hojas, pero no crecen, lo que indica claramente que las sales afectan al cultivo del pimiento, sobre todo si se tiene en cuenta que a los 10 días del experimento, los suelos no estaban aún muy salinizados y que, por lo tanto, con salinidades mayores a 2.1 $dS.m^{-1}$ (menos de 6.6 $dS.m^{-1}$), el crecimiento de las plántulas (no crecen) se ve afectado.

La Figura 3 ratifica lo afirmado, ya que solo los tratamientos con menos y más salinidad tienen algo más de peso, porque los otros dejaron de crecer casi de inmediato de su salinización. Se aprecia que el peso seco no da una buena indicación del efecto de las sales en el cultivo.

CONCLUSIONES

La relación agua del suelo $\times 3/2 =$ salinidad del suelo, se cumple solo si no se añaden sales al perfil del suelo.

Aún en suelos de textura arena, si no se riega en exceso, según el requerimiento de lavaje, se acumulan las sales y los suelos devienen salinos, contrariamente a la costumbre y creencia de los agricultores peruanos.

Salinidades tan bajas como algo mayores a 2.1 $dS.m^{-1}$ (menores a 6.6 $dS.m^{-1}$) retardan el crecimiento de las plántulas de pimiento del piquillo, aun en suelos de textura arena.

El peso seco no es una buena indicación del efecto de las sales en el crecimiento inicial de las plantas de pimiento del piquillo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOULINE, S., MÖLLER, M., COHEN, S., BEN-HUR, M., GRAVA, A., NAKIS, K. Y SILBER, A. 2006, Soil-plant system response to pulsed drip irrigation and salinity: Bell pepper case study. *Soil Sci Soc Am J*, 70: 1556-1568.
- AWAD, M. 1966, Simposio sobre salinidad. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Zona Andina, Programa de Zonas Áridas, UNA La Molina, Lima, Perú. pp 6.

AYERS, R.S. 1976, Interpretation of quality of waters for irrigation. In: Prognosis of salinity and alkalinity. FAO Soils Bulletin N° 31, pp 221-240.

AYERS, R.S. Y WESTCOT, D.W. 1976, Calidad del Agua para la Agricultura. Estudio FAO: Riego y Drenaje N° 29, 85 p.

BETHKE, P.C. Y DREW, M.C. 1992, Stomatal and nonstomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of *Capsicum annuum* during progressive exposure to NaCl salinity. *Plant Physiol.*, 99: 219-226.

CHENLO, F., CHAGURI, L., SANTOS, F. Y MOREIRA, R. 2006, Osmotic dehydration/impregnation kinetics of Padrón Pepper (*Capsicum annuum* L. Longum) with sodium chloride solutions: Process modeling and colour analysis. *Food science and Technology International*, Vol 2, N°3: 221-227.

FAO, 1990, Water, soil, and crop management relating to the use of saline water. A. Kandiah, Editor. 193 p.

FAO/UNESCO. 1973. Irrigation, drainage and salinity. An International Source Book. 510 p.

JACKSON, M.L. 1964. Análisis químico de suelos. Editorial Omega. Barcelona, 662 p.

MALDONADO, M.E., MENDOZA L., ROJAS J., PINNA J. Y VALDIVIA S. 2004, Influencia del contenido moderadamente alto de sales en el desarrollo temprano del maíz (*Zea mays*) en un suelo franco arenoso de valle de la costa árida peruana. *Antenor Orrego*, 15 (23):74-81.

MARTÍNEZ, V., LÓPEZ A., BASURTO S. Y PÉREZ L., 2011, Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo. *Tecnociencia*, V (3): 156 - 161.

MEDINA S.J., 1988, Riego por goteo: Teoría y práctica. Mundi Prensa, Madrid, 260 p.

NAVARRO, J. M., GARRIDO, C., FLORES P. Y MARTÍNEZ, V. 2010, Efecto de la salinidad en la producción y calidad de los frutos y de pimiento cultivado en perlita. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8 (1): 142 - 150.

PIZARRO C. F. 1990, Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión, exudación. Mundi Prensa, Madrid, 469 p.

SERRANO M. 2009. Efecto de diferentes factores: Fertilización, salinidad y procesado, sobre parámetros. Objetivos de Calidad en Pimiento. Tesis Doctoral. Universidad Católica San Antonio de Murcia. 185 P.

U.S. SALINITY LABORATORY. 1954, Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dept. Agr. Handbook 60, L.A. Richards, Editor, 160 p.

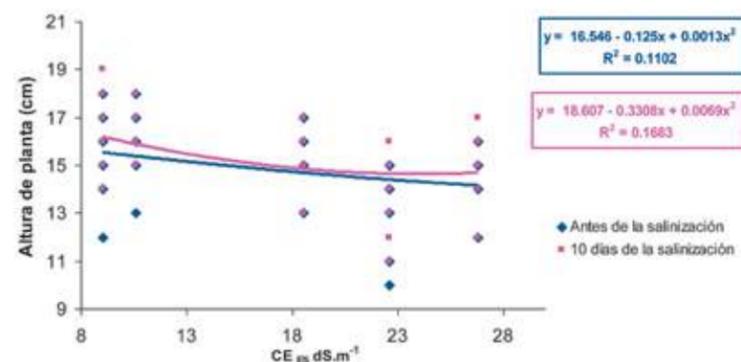


Figura 1: Influencia de la salinidad del suelo en la altura de las plántulas de pimiento.

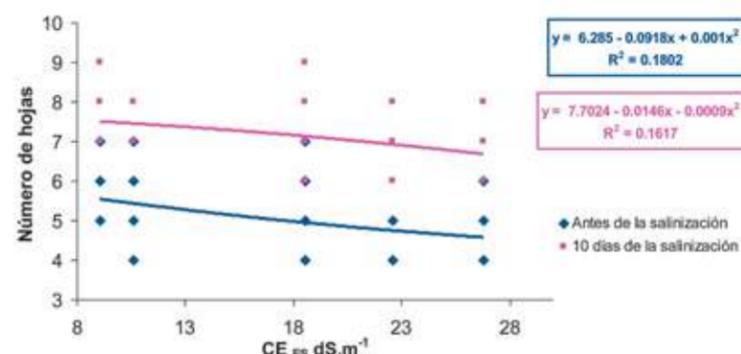


Figura 2: Efecto de la salinidad del suelo en el número de hojas de las plántulas de pimiento.

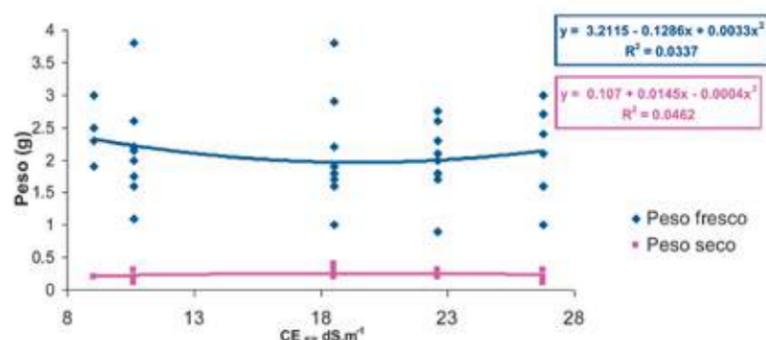


Figura 3: Influencia de la salinidad del suelo en el peso fresco y seco de las plantas de pimiento, a los 57 días de la siembra, 37 días del trasplante.

EFECTO DEL TIPO DE ALIMENTO SOBRE LA ACTIVIDAD DE ENZIMAS INTESTINALES EN PAICHES JUVENILES (*Arapaima gigas* CUVIER, 1829) CRIADOS EN JAULAS.

EFFECT OF FOOD TYPE ON THE INTESTINAL ENZYMES ACTIVITY IN YOUNG PAICHES (*Arapaima gigas* CUVIER, 1829) RAISED IN CAGES.

AUTORES

Wilson Castillo Soto ¹
 Henry Revilla Aguirre ²
 Tulita Alegría Guevara ³
 Juan Lao Gonzales ³

RESUMEN

Se evaluó la actividad de las enzimas sacarasa (EC 3.2.1.48), maltasa (EC 3.2.1.20) y dipeptidasa (EC 3.4.13.11) en la mucosa intestinal de paiches, los que recibieron alimento balanceado extruido (AB) o alimento natural o pez forraje (PF). Los peces (n = 80), con peso promedio de 437 g. fueron distribuidos al azar en ocho jaulas de 1,5 m², sumergidas en estanque de agua de 400 m². La evaluación se realizó después de 12 semanas de alimentación, en segmentos de intestino delgado y en los ciegos pilóricos. La actividad enzimática fue determinada siguiendo las metodologías descritas por [10], [11] y [13]. La actividad fue expresada en unidades de actividad enzimática (UA), definida como la cantidad de enzima que reduce 1 μmol de sustrato por minuto en las condiciones de reacción [14].

Con excepción de los ciegos pilóricos, para la maltasa y el segmento del intestino de 75 %, para dipeptidasa, el tipo de alimento causó un efecto significativo (P<0,05) en la actividad de estas enzimas en todos los segmentos intestinales. Peces que consumieron alimento balanceado mostraron mayor actividad de maltasa (847,00 UA/mg de mucosa) y menor actividad de dipeptidasa (11,41 UA/g de mucosa) frente a aquellos que recibieron alimento natural (513,00 UA de maltasa/mg de mucosa y 13,29 UA de dipeptidasa/g de mucosa). La sacarasa no mostró actividad en ningún tipo de alimento. Se concluye que el alimento balanceado, a base de carbohidratos, conlleva a mayor actividad de maltasa; en tanto que, el alimento natural influye en mayor actividad de dipeptidasa como resultado de la presencia de mayor sustrato. El paiche muestra adaptación fisiológica a este tipo de dieta.

Palabras clave: Actividad enzimática, alimentación, *Arapaima gigas*, dipeptidasa, maltasa, paiche.

¹ Doctor en Producción Animal. Escuela de Medicina veterinaria y Zootecnia. Universidad Privada Antenor Orrego/Trujillo-Perú.

² Ingeniero zootecnista, Avícola Chimú, Trujillo.

³ Maestro en Producción Animal. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria de la Selva/ Tingo María-Perú

