

cent advances. Food Research International, 44:1875-1887.

RICO, D.; MARTÍN-DIANA, A.; BARAT, J. Y BARRY-RYAN C. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruits and vegetables. Trends in Food Science and Technology. XX:1-15.

RIVERA, D.; GARDEA, A.; MARTÍNEZ, M.; RIVERA, M. Y GONZÁLES, G. 2007. Efectos bioquímicos postcosecha de la irradiación UV-C en frutas y hortalizas. Revista Fitotecnia Mexicana, 30(4): 361 - 372.

ROBLES-SÁNCHEZ, M.; GORINSTEIN, S.; MARTÍN-BELOSO, O.; ASTIAZARÁN-GARCÍA, H.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. Y CRUZ-VALENZUELA, R. 2007. Frutos tropicales mínimamente procesados: potencial antioxidante y su impacto en la salud. Inter-ciencia, 32(4): 227-232.

SGROPPO, S. Y SOSA, C. 2009. Zapallo anco (*Cucurbita moschata*, D.) Fresco cortado tratado con luz UV-C. FACENA, 25: 7-19.

EFECTO DEL CONTENIDO DE SALES EN LA GERMINACIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ, EN UN SUELO FRANCO ARCILLO LIMOSO, CALCÁREO, DE LA COSTA ÁRIDA PERUANA

EFFECT OF SALTS CONTENT ON MAIZE GERMINATION IN A CALCAREOUS SILTY LOAMY SOIL OF PERUVIAN ARID COAST

AUTORES

Pedro Ríos Paredes ¹

Susy Negreiros Valverde ¹

Rafael Quilcate Ramírez ¹

Jorge Pinna Cabrejos ²

Sergio Valdivia Vega ³

RESUMEN

Se realizó el experimento en la Universidad Privada Antenor Orrego, ubicada en la costa norte del Perú, en un suelo franco arcillo limoso calcáreo, de valle. Se salinizó el suelo con Na Cl, con salinidades de 2.1; 6.6; 10.5; 14.6; y 18.8 dS.m⁻¹. Las macetas con suelo salinizado fueron sembradas con maíz amarillo duro (*Zea mays L.*). Se evaluó la germinación a los 20 días de la siembra. Se continuó regando el suelo con el agua salina utilizada para salinizar el mismo, es decir: 1.4; 4.4; 7.0; 9.7; y 12.5 dS.m⁻¹, y a los 50 días de la siembra, se analizó dicho suelo.

Se corroboró que la salinidad no afectó la germinación del maíz amarillo duro. Al final del experimento, las salinidades fueron 20.87; 27.08; 28.10; 35.13; y 44.82 dS.m⁻¹, por lo que, se concluyó que la salinidad del suelo es igual a 3/2 x la salinidad del agua, solamente si no se añaden sales al suelo; que en estos suelos con alto contenido de limo, si no se riega en exceso, según los requerimientos de lavado, la salinidad de los mismos se incrementa grandemente.

Palabras Clave: Maíz, germinación, sensibilidad a las sales

ABSTRACT

The experiment was carried out Antenor Orrego University, located in the peruvian northern coast, in a valley calcareous loamy silty clayed soil. Soil was salinized with Na Cl with 2.1; 6.6; 10.5; 14.6; and 18.8 dS.m⁻¹. Pots with saline soil were planted with yellow corn (*Zea mays L.*). Germination was evaluated 20 days after sowing. Soil was continuously irrigated with salty water utilized for soil salinization, that means: 1.4; 4.4; 7.0; 9.7; and 12.5 dS.m⁻¹; and 50 days after, sowing soil analysis were made.

It was corroborated that salinity did not affect germination of corn. Soil salinities at the end of the experiment, were 20.87; 27.08; 28.10; 35.13 and 44.82 dS.m⁻¹. Those results let arrive to the conclusion that soil salinity is similar to water salinity by 3/2, only if there is not addition of salts to soil; and that in these highly silty soils, if irrigation is not in exceed according to leaching requirements, their salinity increases highly.

Index words: Maize, germination, Salts sensibility

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

²Profesor Principal. Universidad Privada Antenor Orrego, Av América Sur 3145, Urb. Monserrate, Trujillo, Perú. E-mail: jpinnac@upao.edu.pe

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



INTRODUCCIÓN

En el Perú se desarrolla el maíz amarillo duro en la costa, valles interandinos y en la selva alta, siendo uno de los cultivos más extensivos y de mayor importancia económica. En los valles de la costa, además, los pequeños y medianos agricultores lo utilizan como rotación con otros cultivos, tales como la caña de azúcar, el espárrago, marigold y pimientos.

Uno de los problemas más críticos que se presenta en los suelos de la costa es la salinidad, que afecta directamente el rendimiento de los cultivos (Zylstra y Yap, 1969; FAO/PNUD, 1973).

Las sales no afectan la germinación del maíz (Van Hoorn, 1971; Radic y otros, 2007); sin embargo, causan pequeños daños a nivel de plántula (Awad, 1966), pero el cultivo es más tolerante en este estadio que cuando la planta presenta un mayor desarrollo, donde es solamente algo tolerante o moderadamente sensible a la salinidad (U.S. Salinity Laboratory, 1954; Zylstra y Yap, 1969; FAO/UNESCO, 1973; Ayers y Westcot, 1976; FAO, 1990; Domínguez, 1993); o sensible (Sacala y otros 2005).

Pizarro (1990), Laynez y otros (2007), Laynez y otros (2008) y Bakht y otros. (2011) afirman que el maíz amarillo en su germinación, en sus primeros estadios, y durante su desarrollo, es sensible a la salinidad. Es necesario indicar que el maíz "choclo" es sensible a la salinidad durante la germinación (FAO, 1990) y durante el desarrollo del cultivo (U.S. Salinity Laboratory, 1954; Zylstra y Yap, 1969; FAO/Unesco, 1973; Pizarro, 1990; y Domínguez, 1993).

Se puede ver que, según algunos autores, el maíz es tolerante a la salinidad en su germinación, en tanto que según otros es sensible, por lo que, es necesario dilucidar los efectos de la salinidad en el maíz amarillo duro durante la germinación, en condiciones de suelos y clima de la costa peruana, por lo que en el presente trabajo se estudiaron diferentes concentraciones de salinidad para conocer su acción en la germinación del citado maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se ejecutó en el gabinete de campo y el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Posgrado de la Universidad Privada Antenor Orrego, de Trujillo, ubicada en la costa norte árida del Perú. Se trabajó con macetas (bolsas de polietileno) con un diáme-

tro de 8 cm. y con la profundidad de 15 cm, conteniendo suelo de valle, calcáreo, de textura franco arcillosa, donde se plantaron 3 semillas de maíz amarillo duro en cada maceta, consistiendo en 5 tratamientos con 9 repeticiones cada uno. Se proyectaron las concentraciones salinas para salinizar el suelo, con el agua de riego, que se mencionan a continuación: 0; 2; 4; 6; y 8 dS.m⁻¹.

Para la salinización de los suelos se preparó agua con las salinidades antes indicadas, utilizando el método del U. S. Salinity Laboratory (1954), que estima que 1 dS.m⁻¹ = 10 me.L⁻¹. Se utilizaron, entonces, las siguientes cantidades de Na Cl: 1.17; 2.34; 3.51 y 4.68 g.L⁻¹. Como el agua que se utilizó era algo salina (1.4 dS.m⁻¹), las salinidades reales de las soluciones aplicadas fueron de 1.4; 4.4; 7.0; 9.7; y 12.5 dS.m⁻¹, por lo que la salinidad del suelo real, si se considera que la salinidad del agua multiplicada por 3/2 da una salinidad del suelo (Ayers y Westcot, 1976; FAO, 1990), fue de 2.1; 6.6; 10.5; 14.6 y 18.8 dS.m⁻¹, la que constituye la de los tratamientos a la germinación.

Se procedió a evaluar la germinación a los 20 días de la siembra; y se continuó regando las macetas con el agua salina. A los 50 días, se tomó la lectura de la conductividad eléctrica de la relación 2:1 (200 mL de agua destilada por 100 g de suelo) con el conductímetro. Los resultados de la conductividad eléctrica (CE) fueron llevados a CE del extracto de saturación (CE es) usando la fórmula de Jackson (1964): $CE_{es} = CE_{2:1} \times 200 / \% \text{ saturación}$, utilizando el porcentaje de saturación encontrado en el laboratorio el cual fue igual a 39%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medidas de la salinidad (CE_{2:1}) fueron: 4.07; 5.28; 5.48; 6.85 y 8.74 dS.m⁻¹, que equivalen a (CE es): 20.87; 27.08; 28.10; 35.13; y 44.82 dS.m⁻¹. Se aprecia que la salinidad del suelo encontrada a los 50 días del primer riego es bastante mayor que la calculada según la relación de Ayers y Westcot (1976) y FAO (1990), lo que confirma lo afirmado por dichos autores, de que la relación mencionada funciona si no hay aumento o disminución de sales. El primer, riego se realizó hasta que hubiera abundante agua que drenara de las macetas: los subsiguientes, se hicieron hasta que hubiera un pequeño drenaje, por lo que las sales se fueron acumulando en los suelos. Esto indica que si no se efectúa una aplicación en exceso de agua de riego, según el requerimiento de lavaje (RL) (U.S. Salini-

ty Laboratory, 1954; Ayers, 1976; Ayers y Westcot, 1976; Medina, 1988), se salinizan los suelos con gran intensidad si tienen bastante limo, como puede verse en el tratamiento regado con agua de 1.4 dS.m⁻¹, el que se salinizó hasta 20.87 dS.m⁻¹. Se precisa e notar que la práctica de no regar en exceso según el RL es bastante común en el Perú, cuando el riego es por goteo.

Todas las semillas germinaron en todos los tratamientos y sus repeticiones, teniéndose a los 20 días 100 % de germinación, lo que demuestra, categóricamente, que las sales no afectan el proceso de germinación del maíz, coincidiendo con lo afirmado por Van Hoorn (1971) y Radic y otros (2007). Esto, probablemente, se debe a que en este periodo la plántula se alimenta del endospermo de la semilla, por lo que la germinación no se ve afectada aún con salinidades tan altas como 18.8 dS.m⁻¹.

CONCLUSIONES

1. La relación salinidad del agua x 3/2 igual a salinidad del suelo se cumple solamente si no se añaden sales al suelo.
2. En suelos con alto contenido de limo, si no se riega en exceso, según los requerimientos de lavaje, la salinidad se incrementa grandemente.
3. La salinidad no afecta la germinación del maíz amarillo duro.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- 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.
- BAKHT, J., SHAFI, M., JAMAL, Y. Y SHER. H. 2011. Response of maize (Zea mays L.) to seed priming with Na Cl and salinity stress. Spanish Journal of Agricultural Research, 9 (1): 252 - 261.
- DOMÍNGUEZ V., A. 1993. Fertirrigación. Mundi Prensa, Madrid, 217p.
- FAO. 1990. Water, soil and crop management relating to the use of saline water. A. Kandiah, Editor. 193 p.
- FAO / PNUD. 1973. Evaluación y control de degradación de tierras en zonas áridas de América latina. Boletín Latinoamericano sobre Fomento de Tierras y Aguas N° 6. 436p.
- 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.
- LAYNEZ G., MÉNDEZ R. J., Y MAYZ. J. 2007. Efecto de la salinidad del suelo sobre la germinación de semillas de maíz de diferentes pesos en el oriente venezolano. Temas Agrarios, 12 (2): 62 - 73.
- LAYNEZ G., MÉNDEZ R. J., Y MAYZ. J. 2008. Efecto de la salinidad y del tamaño de la semilla sobre la germinación y crecimiento de plántulas de maíz (Zea mays L.) bajo condiciones de laboratorio. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico - Biológicas, 11 (1): 17 - 25.
- MEDINA S.J., J.A. 1988. Riego por Goteo: Teoría y Práctica. Mundi Prensa, Madrid, 260 p.
- PIZARRO C., F. 1990. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión, exudación. Mundi Prensa, Madrid, 469 p.
- RADIC, V., BEATONIC D. Y MRDJA. J. 2007. Salt tolerance of corn genotypes (Zea mays L.) during germination and later growth. Journal of Agricultural Sciences, 52 (2): 115 - 120.
- SACALA, E., BIEGUN, A. DEMCZUK, A. Y GRZYS'. E. 2005. Effect of Na Cl and supplemental calcium on growth parameters and nitrate reductase activity in maize. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 74 (2): 119 - 123.
- 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.
- VAN HOORN, J.W. 1971. Salt tolerance and crop management on salt - affected soils. In. Salinity Seminar Bagdad. FAO Irrigation and Drainage Paper N° 7. pp. 136 -148.
- ZYLSTRA, G. Y YAP S. H. 1969. Suelos salinos y sólicos. In. II Curso de Drenaje de Tierras Agrícolas, CENDRET, UNA La Molina. p. 21.