

EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD BAJO CONDICIONES CONTROLADAS DE NUEVE CULTIVARES CUBANOS DE SOYA (*Glycine max* (L.) Merrill)

Evaluation of salt tolerance under controlled condition of nine cuban cultivars of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill)

Yuniet Hernández Avera^{1✉}, Natacha Soto Pérez², Marilyn Florido Bacallao¹, Celia Delgado Abad², Rodobaldo Ortiz Pérez¹ y Gil Enríquez Obregón²

ABSTRACT. Salinity is a growing threat to the productivity of soybean cultivars (*Glycine max* L. Merrill) and different strategies have been adopted to overcome this problem. Commercial exploitation of tolerant genotypes to salinity is a good alternative to obtain economical yields in these areas. For this reason, it is important to have rapid methods to assess the tolerance to this stress especially in the early stages of growth. The aim of this study was to evaluate the salt tolerance in nine soybean genotypes. Experiments were carried out in a greenhouse under controlled conditions. The rate of salinity tolerance of germination (IG), shoot length (ILB), root length (ILR), shoot dry matter (IMSB) and root (IMSR), as well as injury of cell membrane were measured in all genotypes treated with NaCl (chloride sodium) at concentrations 0 to 150 mM. The results obtained based on physiological criteria allowed the identification of AT22 and INCASoy36 as the most tolerant cultivars compared to other genotypes, thus those genotypes seem to be promising to achieve higher productivity in areas affected by salt.

Key words: soybean, salt stress, germination, membrane

RESUMEN. La salinidad es una amenaza creciente para la productividad de cultivares de soya (*Glycine max* (L.) Merrill). Diferentes estrategias se han adoptado para superar el problema de la baja productividad. El empleo de genotipos tolerantes a la salinidad es una buena opción para obtener rendimientos económicos en estas áreas. Por esta razón, es importante disponer de métodos rápidos para evaluar la tolerancia a este estrés sobre todo en las primeras etapas de su crecimiento. El objetivo del presente estudio fue evaluar la tolerancia a la salinidad en nueve genotipos de soya. Los experimentos se desarrollaron en casas verdes bajo condiciones controladas. El índice de tolerancia a la salinidad de germinación (IG), longitud de los brotes (ILB), longitud de la raíz (ILR), materia seca de brotes (IMSB) y de la raíz (IMSR), así como la lesión de la membrana celular se midieron en todos los genotipos tratados con NaCl en concentraciones de 0 y 150 mM. Los resultados, a partir de los criterios fisiológicos, permitieron identificar a los cultivares AT22 e INCASoy36 como los más tolerantes en comparación con el resto de los genotipos, por lo que pueden considerarse como prometedores para elevar la productividad en las zonas afectadas por la sal.

Palabras clave: soya, estrés salino, germinación, membrana

INTRODUCCIÓN

La alta concentración de sales en el suelo provoca un efecto negativo en la mayoría de los cultivos de importancia para la alimentación del hombre. Alrededor de 800 millones de hectáreas de la superficie terrestre

destinada a la labor agrícola se encuentran afectadas por un alto contenido de sales^A, el cual supera la capacidad de tolerancia de los cultivos tradicionales. En las últimas décadas el impacto y la severidad de esta condición se extendió a zonas costeras, donde las mareas inundan las tierras; en campos contaminados

¹ Instituto Nacional Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700.

² Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), gaveta postal 6162, La Habana, Cuba, CP 10 600.

✉ mflorido@inca.edu.cu

^A FAO. *Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils* [en línea], FAO Land and Plant Nutrition Management Services, Rome, Italy, 2005, [Consultado: 15 de junio de 2015], Disponible en: <<http://www.fao.org/nr/aboutnr/nrl/en/>>.

mediante prácticas de fertilización y donde el agua de riego tuvo alto contenido de sal y existió un mal sistema de drenaje (1).

En Cuba, el aumento de los suelos salinos, en general, está asociado al mal drenaje y como consecuencia el 16 % de la superficie agrícola total, se encuentra afectada por esta situación, por lo que el estrés salino se considera una amenaza creciente para el desarrollo agrícola del país (2).

Algunos autores predicen que el 50 % de las tierras cultivables del mundo se verán afectadas por el estrés salino en el 2050 (3). Por esta razón, se refieren a la necesidad de adoptar con premura nuevas estrategias para aumentar la producción de cultivos en suelos salinos; el uso de cultivos tolerantes a la salinidad es una de las alternativas. Con este propósito, la variabilidad del germoplasma disponible se convirtió en un foco de estudio y fuente de nuevas variedades constituidas sobre la base de las diferencias genéticas (4). Este enfoque implica la comprensión de la respuesta de las plantas en diferentes etapas del crecimiento, en condiciones salinas y el uso de técnicas y criterios de selección adecuados.

La soya es un cultivo económicamente importante que se siembra en una amplia gama de condiciones ambientales en todo el mundo. Aunque el germoplasma de soya presenta una estrecha variabilidad genética (5), existen diferencias en la respuesta al estrés salino (6). Estas diferencias se expresan desde la tolerancia moderada hasta la sensibilidad a la salinidad (7). Al igual que muchas otras especies, el crecimiento de la soya en ambientes salinos resulta en un efecto osmótico. Las consecuencias del efecto osmótico incluyen la desorganización de la membrana, la toxicidad metabólica, la alteración de la fotosíntesis y en casos extremos la muerte de la planta (8).

La germinación de las semillas es un proceso que también se ve afectado cuando son expuestas a altas concentraciones de sales. Por esta razón, se utiliza a la par con el análisis del fenotipo de la planta en desarrollo como indicador para el establecimiento de un criterio de selección de genotipos tolerantes (7, 9). El estudio de la estabilidad de la membrana celular (EMC) es otra vía rápida y sencilla, que permitió estudiar la tolerancia a estrés en diferentes cultivos (10, 11, 12).

El presente estudio tiene como objetivo establecer las diferencias en la respuesta a altas concentraciones de sales de diferentes genotipos de soya y seleccionar aquellos que tengan un comportamiento promisorio para los programas de mejoramiento y para la producción. Para ello se utilizaron la capacidad de germinación, los parámetros del crecimiento y la estabilidad de la membrana, como fundamentos para la selección de las plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

DETERMINACIÓN DE LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD

Etapas germinativa. Como material vegetal se utilizaron nueve cultivares de soya (AT22, DT02, DT84, DT96, INCASoy1, INCASoy24, INCASoy27, INCASoy35, INCASoy36) desarrollados por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Las semillas de cada cultivar se colocaron para su germinación en placas Petri sobre papel de filtro (Whatman no. 3) humedecido con agua destilada como control y una solución de cloruro de sodio (NaCl) a 150 mM. Esta dosis de NaCl permitió diferenciar las variedades INCASoy36, AT22 y DT84 en su respuesta a estrés salino en ensayos previamente realizados (datos no mostrados). Por cada placa se colocaron 10 semillas y se realizaron tres réplicas por tratamiento. Las semillas se consideraron germinadas cuando la radícula alcanzó 5 mm de longitud. El experimento permaneció bajo condiciones de laboratorio por un periodo de ocho días. Los resultados se expresaron en términos del índice de promptness, siguiendo la fórmula (13):

$$IP = nd2(1,00) + nd4(0,75) + nd6(0,50) + nd8(0,25)$$

donde:

nd2, nd4, nd6 y nd8 son el número de semillas germinadas en el segundo, cuarto, sexto y octavo día respectivamente.

El índice de tolerancia a estrés germinativo se calculó según la fórmula:

$$IG = (IP \text{ de semillas estresadas} / IP \text{ de semillas control}) \times 100$$

Etapas de plántula. Las semillas germinadas se sembraron en macetas plásticas que contenían una mezcla de materia orgánica y zeolita en proporción 1:1. Las macetas se colocaron en bandejas para la irrigación y permanecieron en casas de cultivo con luz natural y condiciones controladas de temperatura (25 ± 2 °C). A los dos días después de la emergencia, las plántulas se irrigaron por capilaridad periódicamente con una solución nutritiva Hoagland (14) hasta alcanzar el estado vegetativo V2 (plántula con la primera hoja trifoliada expandida). Esta solución se cambió dos veces por semana. Posteriormente, se adicionó una solución de NaCl a 25 mM dos veces al día hasta alcanzar una concentración de 150 mM. Se realizaron cinco réplicas por tratamiento y dos plantas/genotipo en cada réplica.

Después de tres semanas de tratamiento se evaluaron las variables longitud de los brotes (LB) y longitud de la raíz (LR). Posteriormente, las plantas se secaron a 70 °C durante 48 h y se midió la acumulación de materia seca de los brotes (IMSB) y las raíces (IMSR). A partir de estos datos se calculó el índice de tolerancia relativa a la salinidad, siguiendo las fórmulas (15):

ILB (%)=(LB de plantas estresadas/LB de plantas control) x 100
 ILR (%)=(ILR de plantas estresadas/ILR de plantas control) x 100
 IMSB (%)=(IMSB de plantas estresadas/IMSB de plantas control) x 100
 IMSR (%)=(IMSR de plantas estresadas/IMSR de plantas control) x 100

DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA MEMBRANA CELULAR

Las semillas fueron germinadas en las condiciones descritas para el experimento de las plántulas. A los 15 días después de la emergencia, las primeras hojas trifoliadas se trasladaron al laboratorio para evaluar la estabilidad de la membrana celular (EMC), según la metodología descrita (10). Para cada variedad se tomaron al azar cinco discos de hojas de 90 mm de diámetro. Los discos se trataron con NaCl a 150 mM. Cada tratamiento incluyó tres réplicas y se utilizó para su análisis un diseño completamente aleatorizado. La EMC para cada variedad en estudio se calculó como la lesión de la membrana sobre la base de la fórmula:

$$L (\%) = [1 - \{1 - (T1/T2)\} / 1 - (C1/C2)] \times 100$$

donde:

T: conductividad de los tratamientos (NaCl 150 mM)
 C: conductividad de los controles (agua destilada)
 1 y 2: lectura previa y posterior al tratamiento de muerte total respectivamente.

Análisis estadístico

El análisis de los resultados se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS 17.0 para Windows (16), aplicándose la prueba ANOVA simple. Las diferencias estadísticas entre las medias de los porcentajes de los índices de tolerancia y la lesión de la membrana celular para $p < 0,05$ se determinaron a través de la prueba de Tukey, luego de verificar los supuestos del análisis de varianza (normalidad, varianza homogénea e independencia del error).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA RELATIVA A LA SALINIDAD

La germinación de las semillas y el crecimiento temprano de las plántulas son etapas sensibles para el establecimiento de poblaciones de plantas bajo condiciones salinas (7, 9).

Al comparar el índice de tolerancia germinativo (IG) en los cultivares evaluados, se observó que INCASoy35 y DT96 mostraron el menor porcentaje de germinación (78,51 y 79,12 %, respectivamente) bajo estrés salino (tabla), lo cual sugiere una moderada sensibilidad a la salinidad. Para los genotipos AT22 e INCASoy36 se observaron los mayores valores (86,10 y 85,28 %, respectivamente), a diferencia del INCASoy35. Los genotipos que presentan elevada capacidad germinativa en condiciones salinas, por lo

general exhiben mayor biomasa y rendimiento y son clasificados como tolerantes a la salinidad (17). Este podría ser el caso de los genotipos AT22 e INCASoy36, lo cual sugiere analizar sus rendimientos y biomásas en condiciones de estrés salino para confirmar el criterio anterior.

Valores de los índices de tolerancia a la salinidad relativa de los nueve cultivares de soja evaluados.

Cultivares	Valores de los índices de tolerancia (%)				
	IG	ILB	ILR	IPSB	IPSR
AT22	86,10 e	74,28 e	78,51 e	65,27 f	73,52 f
DT02	80,75 b	63,46 ab	70,00 b	51,43 a	65,41 bc
DT84	82,88 c	65,70 c	74,22 c	55,59 c	67,20 d
DT96	79,12 a	62,69 a	67,31 a	51,48 a	62,05 a
INCASoy1	84,29 d	71,16 d	75,84 d	59,25 d	71,18 e
INCASoy24	84,73 d	71,67 d	75,75 d	59,05 d	71,04 e
INCASoy27	81,08 b	64,81 bc	70,42 b	53,73 b	66,28 cd
INCASoy35	78,51 a	62,09 a	68,24 a	50,66 a	63,82 b
INCASoy36	85,28 de	73,46 e	78,34 e	61,02 e	73,01 f
Media	82,52	67,70	73,18	56,38	68,16
EE	0,60	1,17	1,28	1,05	0,99

* Medias con letra diferentes en una misma columna indican diferencias estadísticas significativas para $p < 0,05$, según la prueba Tukey.

IG: índice de germinación; ILB: índice de longitud de los brotes; ILR: índice de longitud de la raíz; IMSB: índice de materia seca de los brotes; IMSR: índice de materia seca de la raíz. EE: error estándar de la media.

Después de 21 días de tratamiento con NaCl a 150 mM se determinaron los índices de tolerancia a la salinidad (ITS) para cada cultivar. En general, el análisis de varianza realizado a partir de los ITS evidenció diferencias significativas para $p < 0,05$ entre los cultivares estudiados (tabla). En la soja la etapa de germinación es mucho menos sensible al estrés salino que la etapa de plántula (7). En correspondencia, el presente estudio demostró que la salinidad tiene mayores efectos inhibitorios sobre el crecimiento de las plántulas (tabla), en comparación con la etapa de germinación. Ello sugiere que la evaluación de las variables del crecimiento en etapas tempranas del desarrollo es un criterio determinante para la selección de genotipos de soja tolerantes a la salinidad.

Para el índice de tolerancia de longitud de los brotes (ILB) los cultivares AT22 e INCASoy36 mostraron el mayor valor, lo cual indica mayor tolerancia a la salinidad. En cambio, los cultivares INCASoy35 y DT96 resultaron ser los más sensibles, presentando mayor clorosis en sus hojas y reducción de la biomasa como consecuencia del alto nivel de NaCl.

El índice de tolerancia de longitud de la raíz (ILR) también permitió identificar a los genotipos AT22 e INCASoy36 como los más tolerantes, por lo que podrían ser cultivadas en suelos con 15 dSm^{-1} de salinidad para producir mayor biomasa. Por otra parte, los cultivares más sensibles, los cultivares INCASoy35 y DT96, exhibieron una reducción máxima

en el crecimiento de la raíz (tabla). Se indica que la tolerancia a la salinidad está relacionada con la eficiencia de limitar la translocación de Na^+/Cl^- desde las raíces a las hojas (6).

Para algunos cultivares de soja la tolerancia a la salinidad se describe a través de la retención de Cl^- en las raíces, evitando así la acumulación a concentraciones tóxicas en tallos y hojas (18). Estos datos sugieren que en las variedades AT22 e INCASoy36 la tolerancia a la salinidad pudiera estar asociada al efecto del desarrollo óptimo de las raíces. Para INCASoy35 y DT96 es evidente que la disminución en su tolerancia a la salinidad está asociada a un desarrollo pobre de las raíces y por ende a una pobre retención del NaCl .

Cuando analizamos los valores alcanzados en el índice de tolerancia a la acumulación de materia seca de los brotes (IMSB) y de las raíces (IMSR), observamos mayores valores en este último parámetro, indicando que los brotes fueron más afectados por la salinidad que las raíces. Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros investigadores (18), quienes evaluaron el efecto del estrés salino en cultivares de soja; sin embargo, en los estudios realizados por otros investigadores, la salinidad tuvo el efecto inverso^B (19). Por otro parte, al igual que para los índices ILB e ILR las variedades AT22 e INCASoy36 mostraron los mejores resultados en comparación con el resto de los genotipos.

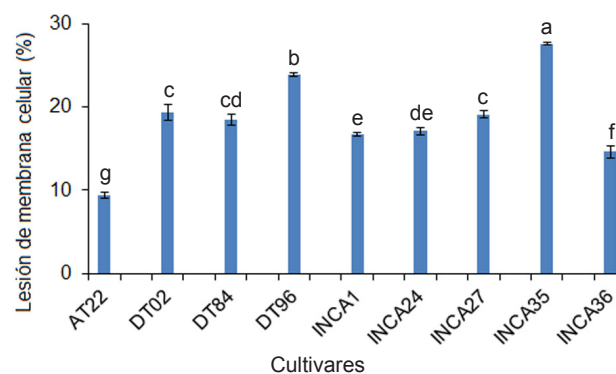
A partir de los resultados expuestos, se evidenció la afectación de los parámetros del crecimiento provocada por el NaCl a 150 mM, aunque para el cultivo de la soja el ión letal es el cloro (Cl^-). Resultados similares también se refieren en otros cultivos, donde el ión sodio (Na^+) es el responsable de la muerte inducida por estrés salino (20, 21, 22). Altas concentraciones de Cl^- y Na^+ en el suelo inhiben el crecimiento de las plantas, porque afectan la absorción del agua y algunos procesos bioquímicos, tales como la síntesis de proteína y asimilación de dióxido de carbono y nitratos (23). De esta forma, la salinidad provoca en plantas un desbalance de los compuestos orgánicos e inorgánicos requeridos y conduce a la supresión del crecimiento.

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA MEMBRANA CELULAR

El estrés salino, causado por altas concentraciones de soluto, produce un déficit hídrico y un desequilibrio iónico en las células vegetales, que afectan la estructura y la función de las membranas. La capacidad de las plantas para mantener la integridad de la membrana celular bajo condiciones de estrés, se considera un elemento importante de los mecanismos de tolerancia a la salinidad (6).

En este estudio se observaron diferencias significativas entre los genotipos evaluados (figura) en

relación con el porcentaje de lesión de la membrana celular. Los cultivares AT22 e INCASoy36 mostraron los menores daños en las membranas celulares (9,37 y 14,75 %, respectivamente), cuando se comparó con el resto de los genotipos. En cambio, el resultado de la medición de fugas de electrolitos para el cultivar INCASoy35 mostró una menor EMC. La lesión de la membrana para este cultivar fue superior al 25 % (figura). Este efecto redujo su tolerancia a la salinidad, de acuerdo a la correlación descrita (24). Estos resultados confirman que la EMC puede ser usada como un indicador fisiológico, para evaluar la tolerancia a la salinidad de los genotipos.



Medias con letras diferentes en una misma columna indican diferencias estadísticas para $p < 0,05$ según la prueba de comparación de media Tukey.

Porcentaje de daños celulares en los nueve cultivares de soja sometidos a estrés con NaCl a 150 mM.

CONCLUSIONES

- ◆ Las variables fisiológicas estudiadas en etapas tempranas del crecimiento permitieron evidenciar diferencias en el comportamiento de los diferentes genotipos de soja, en condiciones de estrés salino. Estas diferencias reflejaron alto grado de variabilidad en la respuesta ante el estrés.
- ◆ Los cultivares AT22 y INCASoy 36 presentaron los mayores índices de tolerancia (ITS) y en correspondencia mayor integridad de la membrana celular, lo cual sugiere que son más tolerantes a la salinidad.
- ◆ Los genotipos AT22 e INCASoy 36 son candidatos atractivos para los estudios posteriores y programas de mejoramiento y, como tal, son recomendados a partir del presente estudio.

^B Tamura, M. y Chen, P. "Establishing rapid and effective method for screening salt tolerance in soybean", *The student journal of dale bumpers college of agricultural, food and life science*, vol. 10, 2009, pp. 53-61.

- ◆ Los protocolos empleados permitieron un rápido análisis y evaluación de los genotipos en condiciones salinas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kume, T.; Akca, E.; Nakano, T.; Nagano, T.; Kapur, S. y Watanabe, T. "Seasonal changes of fertilizer impacts on agricultural drainage in a salinized area in Adana, Turkey", *Science of The Total Environment*, vol. 408, no. 16, 15 de julio de 2010, pp. 3319-3326, ISSN 0048-9697, DOI 10.1016/j.scitotenv.2010.03.028.
2. Herrera, P.; Pujol, R.; Cid, G.; Méndez, M. y Alarcón, R. "Problemas del drenaje agrícola en Cuba", *Revista Ingeniería Agrícola*, vol. 1, no. 1, 2011, pp. 21-32, ISSN 2227-8761.
3. Blumwald, E. y Grover, A. "Salt tolerance", en: Halford, N., *Plant Biotechnology: Current and Future Applications of Genetically Modified Crops*, edit. John Wiley & Sons, 1 de mayo de 2006, ISBN 978-0-470-02182-8.
4. Wysmierski, P.T. y Vello, N.A. "The genetic base of Brazilian soybean cultivars: evolution over time and breeding implications", *Genetics and Molecular Biology*, vol. 36, no. 4, 2013, pp. 547-555, ISSN 1415-4757, DOI 10.1590/S1415-47572013005000041.
5. Min, W.; Run-zhi, L.; Wan-ming, Y. y Wei-jun, D. "Assessing the genetic diversity of cultivars and wild soybeans using SSR markers", *African Journal of Biotechnology*, vol. 9, no. 31, 8 de agosto de 2013, pp. 4857-4866, ISSN 1684-5315, DOI 10.4314/ajb.v9i31.
6. Phang, T.-H.; Shao, G. y Lam, H.-M. "Salt Tolerance in Soybean", *Journal of Integrative Plant Biology*, vol. 50, no. 10, 1 de octubre de 2008, pp. 1196-1212, ISSN 1744-7909, DOI 10.1111/j.1744-7909.2008.00760.x.
7. Prema, K.; Narendra, J.; Apte, S.K. y Mahadev, G.S. "Salt tolerance in Indian soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties at germination and early seedling growth", *Annals of Biological Research*, vol. 3, no. 3, 2012, pp. 1489-1498, ISSN 0976-1233.
8. Malhotra, R.S. y Blake, T. "Breeding for salinity tolerance", en: Ashraf, M.A. y Harris, P.J.C., *Abiotic stresses: plant resistance through breeding and molecular approaches*, edit. The Haworth Press, NH, USA, 2005, ISBN 1-56022-965-9, CABDirect2.
9. Kandil, A.A.; Sharief, A.E.; Abido, W.A. y Ibrahim, M.M. "Effect of salinity on seed germination and seedling characters of some forage sorghum cultivars", *International Journal of Agriculture Sciences*, vol. 4, no. 7, 2012, pp. 306-331, ISSN 2167-0447.
10. Ashraf, M.Y.; Ashraf, M. y Sarwar, G. "Response of okra (*Hibiscus esculentus*) to drought and salinity stresses." [en línea], en: Dris, R., *Vegetables: growing environment and mineral nutrition*, edit. WFL Publisher, Helsinki, Finland, 2005, pp. 166-177, ISBN 952-99555-1-0, [Consultado: 15 de junio de 2015], Disponible en: <<http://www.cabdirect.org/abstracts/20063093384.html>>.
11. Almeselmani, M.; Abdullah, F.; Hareri, F.; Naesan, M.; Ammar, M.A.; ZuherKanbar, O. y Saud, A.A. "Effect of Drought on Different Physiological Characters and Yield Component in Different Varieties of Syrian Durum Wheat", *Journal of Agricultural Science*, vol. 3, no. 3, 2011, p. p127, ISSN 1916-9760, DOI 10.5539/jas.v3n3p127.
12. Ghogdi, E.; Borzouei, A.; Jamali, S. y Pour, N. "Changes in root traits and some physiological characteristics of four wheat genotypes under salt stress", *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, vol. 5, no. 8, 2013, p. 838, ISSN 2227-670X.
13. George, D.W. "High Temperature Seed Dormancy in Wheat (*Triticum aestivum* L.)", *Crop Science*, vol. 7, no. 3, 1967, p. 249, ISSN 0011-183X, DOI 10.2135/cropsci1967.0011183X000700030024x.
14. Hoagland, D.R. y Arnon, D.I. "The water-culture method for growing plants without soil", *Circular. California Agricultural Experiment Station*, vol. 347, no. 2nd edit, 1950, p. 32.
15. Ashraf, M.Y.; Akhtar, K.; Hussain, F. y Iqbal, J. "Screening of different accessions of three potential grass species from Cholistan desert for salt tolerance", *Pakistan Journal of Botany*, vol. 38, no. 5, 2006, pp. 1589-1597, ISSN 0556-3321.
16. *IBM SPSS Statistics* [en línea], versión 11.5, [Windows], edit. IBM Corporation, U.S, 2011, Disponible en: <<http://www.ibm.com>>.
17. Kausar, A.; Ashraf, M.Y.; Ali, I.; Niaz, M. y Abbass, Q. "Evaluation of sorghum varieties/lines for salt tolerance using physiological indices as screening tool", *Pakistan Journal of Botany*, vol. 44, no. 1, 2012, pp. 47-52, ISSN 0556-3321.
18. Essa, T.A. "Effect of Salinity Stress on Growth and Nutrient Composition of Three Soybean (*Glycine max* L. Merrill) Cultivars", *Journal of Agronomy and Crop Science*, vol. 188, no. 2, 1 de abril de 2002, pp. 86-93, ISSN 1439-037X, DOI 10.1046/j.1439-037X.2002.00537.x.
19. Rani, C.R.; Reema, C.; Alka, S. y Singh, P.K. "Salt tolerance of Sorghum bicolor cultivars during germination and seedling growth", *Research Journal of Recent Sciences*, vol. 1, no. 3, 2012, pp. 1-10, ISSN 2277 - 2502.
20. Akram, M.; Ashraf, M.Y.; Ahmad, R.; Waraich, E.A.; Iqbal, J. y Mohsan, M. "Screening for salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) hybrids at an early seedling stage", *Pakistan Journal of Botany*, vol. 42, no. 1, 2010, pp. 141-154, ISSN 0556-3321.
21. El-Hendawy, S.E.; Hu, Y.; Sakagami, J.I. y Schmidhalter, U. "Screening Egyptian wheat genotypes for salt tolerance at early growth stages", *International Journal of Plant Production*, vol. 5, no. 3, 2011, pp. 283-298, ISSN 1735-8043.
22. Naseri, R.; Emami, T.; Mirzaei, A. y Soleymanifard, A. "Effect of salinity (sodium chloride) on germination and seedling growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars", *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, vol. 4, no. 13, 2012, pp. 911-917, ISSN 2227-670X.

23. Pérez-López, U.; Robredo, A.; Miranda-Apodaca, J.; Lacuesta, M.; Muñoz-Rueda, A. y Mena-Petite, A. "Carbon dioxide enrichment moderates salinity-induced effects on nitrogen acquisition and assimilation and their impact on growth in barley plants", *Environmental and Experimental Botany*, vol. 87, marzo de 2013, pp. 148-158, ISSN 0098-8472, DOI 10.1016/j.envexpbot.2012.10.011.
24. Vasquez-Tello, A.; Zuily-Fodil, Y.; Thi, A.T.P. y Silva, J.B.V.D. "Electrolyte and Pi Leakages and Soluble Sugar Content as Physiological Tests for Screening Resistance to Water Stress in Phaseolus and Vigna Species", *Journal of Experimental Botany*, vol. 41, no. 7, 7 de enero de 1990, pp. 827-832, ISSN 0022-0957, 1460-2431, DOI 10.1093/jxb/41.7.827.

Recibido: 12 de diciembre de 2014

Aceptado: 13 de febrero de 2015

¿Cómo citar?

Hernández Avera, Y.; Soto Pérez, N.; Florido Bacallao, M.; Delgado Abad, C.; Ortiz Pérez, R. y Enríquez Obregón, G. "Evaluación de la tolerancia a la salinidad bajo condiciones controladas de nueve cultivares cubanos de soya (*Glycine max* (L.) Merrill)" [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 4, pp. 120-125. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <-----/>.