

Estabilidad de la membrana celular para estimar tolerancia a la sequía en variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Stability of the cell membrane to estimate tolerance to drought in varieties of potato (*Solanum tuberosum* L.)

Dr. C. Alfredo Morales Tejón. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Cuba.

genetica@inivit.cu

Ing. Alfredo Morales Rodríguez. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Cuba.

genetica@inivit.cu

Ing. Dania Rodríguez de Sol. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Cuba.

geneticafer@inivit.cu

Dr. C. Sergio Juan Rodríguez Morales. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Cuba.

director@inivit.cu

Resumen

Durante las últimas temporadas, la sequía ha causado pérdidas del 50 % de la producción de papa en varios países de América Central. Las membranas celulares son el blanco principal del daño provocado por la sequía y su integridad es alterada. El conocimiento y la utilización de variedades de papa tolerantes a la sequía son elementos clave para incrementar la producción y el rendimiento bajo las condiciones de estrés. Los experimentos fueron desarrollados en el INIVIT. El daño a las membranas celulares fue expresado mediante el Índice de daño a las membranas (Id). El índice de daño a la membrana celular en la variedad Atlas fue de 3,92 %, siendo este el valor más bajo reportado. El valor más alto de daño en las membranas celulares fue registrado en el último día de evaluación (Día 16), con 10,44 % de daño como promedio. En la última evaluación (Día 16), destaca la variedad Atlas con el valor más bajo de daño en sus membranas celulares, con 4,92 %, mientras que el resto de las variedades presentaron porcentajes de afectación por encima de 11,50 %.

Palabras clave: membrana celular, tolerancia, sequía, variedades, papa.

Abstract

During the last seasons, drought has been cause losses of 50 % of the production of potato at several countries of Central America. Cell membranes are the principal target of the damage provoked by drought and your integrity is alter. Knowledge and the utilization of tolerant potato varieties to drought are key elements to step up production and the performance in stress conditions. Experiments were develop in INIVIT. The damage to the cell membranes was expresses by the index of damage the membranes (Id). Index of damage to cell membrane in the Atlas variety was 3,92 %, being this the more softly value yielded. Higher value of damage to cell membranes was registered in the last day of evaluation (Day 16), with 10,44 % of damage light average. In last evaluation (Day 16), highlights the Atlas variety with the lowermost value of damage to cell membranes, with 4,92 %, while the rest of varieties presented percentages of affectation on top of 11.50 %.

Keywords: cell membrane, tolerance, drought, varieties, potato.

Introducción

La sequía es uno de los factores más importantes que limitan el crecimiento y producción de los cultivos en todo el mundo, más que cualquier otro factor biótico o abiótico (Almeselmani *et al.*, 2011, Prabha y Kumar, 2014). Es un problema en continuo aumento que incrementa las pérdidas agrícolas mundiales, principalmente en los países en vías de desarrollo. La respuesta de las plantas frente al estrés por sequía es complicada y depende de varios factores tales como la etapa de desarrollo, la severidad, la duración del estrés y el genotipo (Beltrano y Ronco, 2008).

Durante las últimas temporadas, la sequía ha causado pérdidas del 50 % de la producción de papa en varios países de América Central (Pino *et al.*, 2012). La sequía afecta el crecimiento vegetativo, inhibe la tuberización, tamaño y calidad del tubérculo de papa. Los periodos críticos de necesidades hídricas en el cultivo de la papa son: inmediatamente después de la emergencia y durante la tuberización (Balasimha & Virk, 1978).

Frente a este escenario, varios países (Chile, Uruguay, Perú y Colombia) trabajan en la identificación y caracterización de variedades de papa con características para tolerar condiciones de alto déficit hídrico (Pino *et al.*, 2012). Esto contribuirá a asegurar la alimentación con un aporte importante para la población global.

Las membranas celulares son el blanco principal del daño provocado por la sequía, su integridad es alterada y como consecuencia un incremento en la

permeabilidad acompañado de la pérdida de electrolitos de la célula (Collado *et al.*, 2010, Habibpor *et al.*, 2011). Por consiguiente la integridad y estabilidad de la membrana celular en condiciones de déficit hídrico puede ser considerada un importante indicador de resistencia al estrés. La magnitud de este daño puede ser determinado mediante la medición de la secreción de iones fuera de la célula (Chakherchaman *et al.*, 2009). Muchos estudios han demostrado la efectividad de esta técnica (pérdida de electrolitos) para determinar genotipos tolerantes a la sequía en varios cultivos tales como: soya (Martineau *et al.*, 1979), arroz (Agarie *et al.*, 1995), maíz (Valentovič *et al.*, 2006), trigo (Habibpor *et al.*, 2011; Hossain y Karmollachaab, 2013) y pimiento (Prabha y Kumar, 2014).

El conocimiento y la utilización de variedades de papa tolerantes a la sequía son elementos clave para incrementar la producción y el rendimiento bajo las condiciones de estrés. Por tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar variedades de papa tolerantes a la sequía, mediante la estabilidad de la membrana celular, con el propósito de que puedan ser utilizarlas en los programas de mejoramiento genético o directamente en la producción.

Materiales y Métodos

Los experimentos fueron desarrollados en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), durante los meses de diciembre de 2014 a marzo de 2015, en un suelo Pardo Mullido Medianamente Lavado (Hernández *et al.*, 1999). Se empleó un diseño de parcela dividida con ocho repeticiones, donde se evaluaron cuatro variedades de papa (Atlas, Armada, Maranca y Everest). La unidad experimental (parcela) estuvo formada por cuatro surcos de 5 metros de largo empleándose una distancia de plantación de 0,90 x 0,25 m por lo que cada parcela tuvo 80 plantas (4 por surco), de ellas 36 evaluables.

A la mitad de las parcelas de cada variedad (4) se les retiró el riego, a partir de los 50 días después de la plantación por espacio de 16 días (período de estrés por sequía) reiniciándose el riego a partir de los 66 días.

Se midió la estabilidad de la membrana celular siguiendo el procedimiento descrito por Bajji *et al.* (2001). Se tomaron 20 discos de tejido foliar de 1,4 cm², de la hoja número 4 contando en sentido basípeto. Los discos fueron extraídos en el período de estrés por sequía, en cinco ocasiones con intervalos de cuatro días. Se colocaron inmediatamente en tubos de ensayo, donde se lavaron tres veces en agua desionizada para eliminar los electrolitos liberados al momento del corte. Se hicieron cinco grupos por variedad de 5 discos con cuatro repeticiones. Después del lavado se agregaron 30 ml de agua desionizada a cada tubo y la conductividad

eléctrica inicial (ECi) fue media al principio de este período. A las cinco horas fue media la conductividad eléctrica (ECf) y luego estas muestras fueron colocadas en una autoclave a 121 °C durante 15 minutos, luego la conductividad eléctrica total (ECt) fue medida. Luego estas muestras fueron colocadas en una autoclave a 121 °C durante 15 minutos y la conductividad eléctrica total (ECt) fue leída. Las lecturas de conductividad eléctrica (CE) se realizaron con un Digital Conductivity Meter (VWR modelo CRB-10M con compensación de temperatura automática).

El daño a las membranas celulares fue expresado mediante el Índice de daño a las membranas (Id) (Flint *et al.*, 1967):

$$Id = [(Rs - Rc)/(1 - Rc)] \times 100$$

Donde:

Rs: (ECf - ECi)/(ECt - ECi) muestras sometidas al estrés

Rc: (ECf - ECi)/(ECt - ECi) muestras control

Eci: conductividad eléctrica inicial

Ecf: conductividad eléctrica final

Ect: conductividad eléctrica total

Los resultados obtenidos fueron analizados y procesados por programas y software soportados sobre *Microsoft Windows Vista*. Los datos se analizaron estadísticamente mediante un modelo paramétrico bifactorial, para las variables continuas (Id), con posterior comparación de media mediante Tukey. Se empleó el software *SPSS 15.0*.

Resultados y discusión

Existe diferencia significativa entre la variedad Atlas con el resto de las variedades que no presentaron diferencias entre ellas. El índice de daño a la membrana celular en la variedad Atlas fue de 3,92 %, siendo este el valor más bajo reportado. El resto de las variedades (Armada, Everest y Maranca) tuvieron valores por encima de 5 %, lo que significa una mayor permeabilidad en sus membranas por causa del déficit hídrico (Tabla. 1).

Tabla 1. Media de estabilidad de la membrana celular para las variedades.

Variedades	Media
Atlas	3,92a
Armada	5,89b
Everest	5,69b
Maranca	5,47b

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, $p < 0,05$.

Revista Avanzada Científica Enero – Abril Vol. 18 No. 1 Año 2015



Este obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/).

Arvin y Donnelly (2008) reportaron diferencias en cuanto a la pérdida de electrolitos entre diferentes variedades de papa sometidas a estrés hídrico. Según los autores las variedades que perdieron menor cantidad de electrolitos son las más tolerantes a la sequía.

Las variedades tuvieron el menor índice de daño en sus membranas celulares en el primer y segundo día de evaluación (Día 0 y Día 4), con 3,10 y 3,12 % respectivamente, teniendo diferencia significativa con el resto de los días. Estos bajos valores indican que durante los cuatro primeros días de déficit hídrico, no había un daño significativo en sus membranas celulares, sin embargo, a partir del octavo día de evaluación (Día 8) los valores mostraron diferencias significativas con los anteriores, esto indica un mayor daño en las membranas celulares provocado por el aumento del déficit hídrico en el suelo. El valor más alto de daño en las membranas celulares fue registrado en el último día de evaluación (Día 16), con 10,44 % de daño y mostrando diferencias estadísticas con el resto de los días (Tabla. 2).

Tabla 2. Media de estabilidad de la membrana celular para los días.

Días	Media
0	3,10a
4	3,12a
8	4,56b
12	4,99b
16	10,44c

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, $p < 0,05$.

En el primer día de evaluación (Día 0) las variedades poseían un índice de daño en sus membranas celulares que osciló entre 2,69 a 3,44 %. En la segunda, tercera y cuarta evaluación (Día 4, Día 8 y Día 12) la variedad Atlas reportó los menores valores de daño, por el contrario la variedad más afectada en dichas evaluaciones fue la Everest. En la quinta y última evaluación (Día 16), destaca la variedad Atlas con diferencias significativas con el resto de las demás variedades, esta variedad solo tuvo un 4,92 % de daño en sus membranas celulares, mientras que el resto de las variedades presentaron porcentajes de afectación por encima de 11,50 % (Fig. 1).



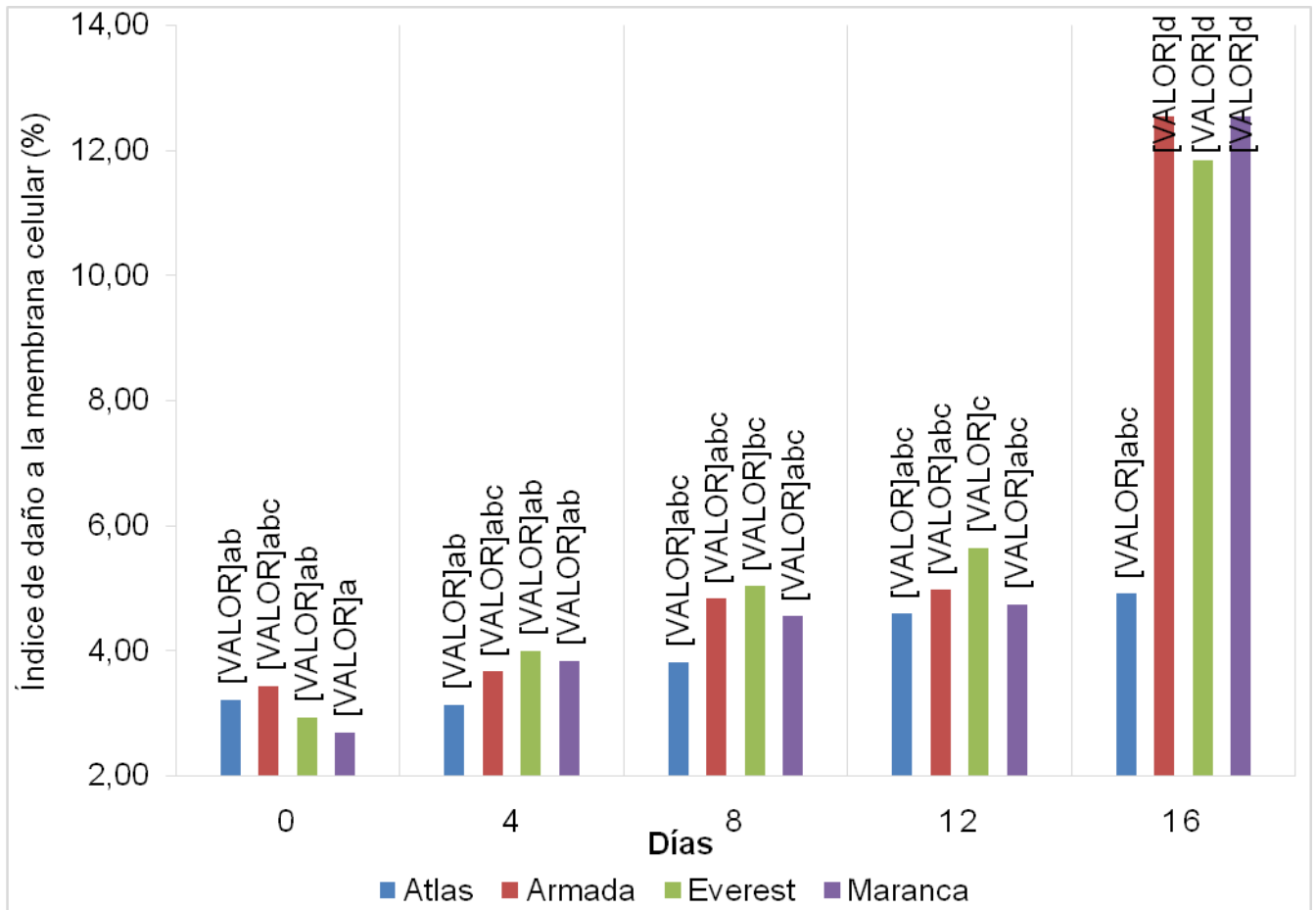


Fig. 1. Media de estabilidad de la membrana celular para las variedades x días.

El hecho de que a los 16 días de estrés hídrico las variedades presentaran valores diferentes, sugiere que estos valores pueden ser usados para indicar variedades tolerantes y susceptibles a la sequía.

Según Morales *et al.* (a, b, 2015) la variedad de papa Atlas posee características anatómicas y fisiológicas de resistencia a la sequía. Este autor demostró que 15 días de estrés por déficit hídrico solo reduce un 27,12 % del porcentaje de hidratación del tejido en las hojas de la variedad Atlas, tal cuestión explica por qué esta variedad reporta el menor índice de daño en sus membranas celulares, ya que al no disminuir su porcentaje de agua en las hojas la integridad de la membrana no es alterada y como consecuencia no ocurre un incremento en su permeabilidad.

Conclusiones

1. El valor más bajo de índice promedio de daño a la membrana celular fue reportado por la variedad Atlas, con 3,92 %.
2. En el último día de evaluación (Día 16) se registró el valor promedio más alto de daño en las membranas celulares, con 10,44 %.
3. La variedad Atlas fue la menos afectada por el déficit hídrico, el valor de daño más alto alcanzado fue de 4,92 %, mientras las demás variedades presentaron porcentajes de afectación por encima de 11,50 %.

Referencias

Agarie, S., Hanaoka, N., Kubota, F., Agata, W. y Kaufman, P. (1995). Measurement of Cell Membrane Stability Evaluated by Electrolyte Leakage as a Drought and Heat Tolerance Test in Rice (*Oryza sativa* L.). *Journal Fat. Agr. Kyushu Univ.*, 40(1), 233-240.

Almeselmani, M., Abdullah, F., Hareri, F., Naaesan, M., Ammar, M.A., Kanbar, O. y Saud, A. (2011). Effect of drought on different physiological characters and yield component in different Syrian durum wheat varieties. *Journal of Agriculture Sciences*, 3(1), 127-133.

Arvin, M.J. y Donnelly, D.J. (2008). Screening Potato Cultivars and Wild Species to Abiotic Stresses Using an Electrolyte Leakage Bioassay. *J. Agric. Sci. Technol.*, 10, 33-42.

Balasimha, D. y Virk, M. (1978). Effects of water stress on tuber yield and metabolism in potato. *Journal of Indian Potato Association*, 2(1): 104-107.

Bajji, M., Kinet, M. y Lutts, S. (2001). The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. *Plant Growth Regulation*, 00, 1-10.

Beltrano, J. y Ronco, G. (2008). Improved tolerance of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus claroideum*: Effect on growth and cell membrane stability. *Brazilian Journal Plant Physiology*, 20(1): 29-37.

Chakherchaman, H., Mostafaei, A., Hassanzadeh, H., Somarin, J. y Easazadeh, R. (2009). Study of relationships of leaf relative water content, cell membrane stability



and duration of growth period with grain yield of lentil under rain-fed and irrigated conditions. *Research J. Biological Sci.*, 4(7), 842-847.

Collado, M.B., Arturi, M.J., Aulicino, M.B. y Molina, M.C. (2010). Identification of salt tolerance in seedling of maize (*Zea mays* L.) with the cell membrane stability trait. *International Research J. Plant Sci.*, 1(5), 126-132.

Flint, H.I., Boyce, B.R. y Beattie, D.J. (1966). Index of Injury a useful expression of freezing injury to plant tissues as determined by the electrolytic method. *Can J Plant Sci.* 47, 229-230.

Habibpor, M., Valizadeh, M., Shahbazi H., y Ahmadizadeh, M. (2011). Study of Drought Tolerance with Cell Membrane Stability Testing and Relation with the Drought Tolerance Indices in Genotypes of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *World Appl. Sci. J.*, 13(7), 1654-1660.

Hossain M., Karmollachaab, A. (2013). Effect of Silicon on Physiological Characteristics wheat Growth under Water-Deficit Stress Induced by PEG. *Intl. J. Agron. Plant. Prod.*, 4(7), 1543-1548.

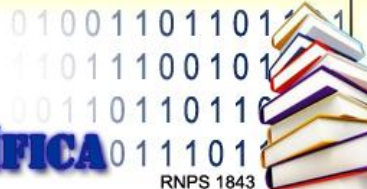
Martineau, J.R., Specht, J.E., Williams, J.H. y Sullivan, C.Y. (1979). Temperature tolerance in soybeans. I. Evaluation of a technique for assessing cellular membrane thermostability. *Crop Sci.*, 19, 75-78.

Morales, R.A., Morales, T.A. y Rodríguez, S.D. (a). (2015). Contenido y Velocidad Hídrica Relativa en variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 19(3), 1-7 pp.

Morales, R.A., Morales, T.A., Rodríguez, S.D. y Rodríguez, G.D. (b). (2015). Identificación de variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) tolerantes a sequía y altas temperaturas, mediante métodos anatómicos y fisiológicos. *Agrotecnia de Cuba*, 39(1), 8-20 pp.

Prabha, D. y Kumar, N. (2014). Seed Treatment with Salicylic Acid Enhance Drought Tolerance in Capsicum. *World Journal of Agricultural Research*, 2(2), 42-46.

Pino, M., Inostroza, F., Kalazich, B., Gutiérrez, R. y Castro, M. (2012). El desafío de lograr variedades de papa y trigo tolerantes al cambio climático. Curso teórico-práctico: "Evaluación de la Tolerancia a Factores Abióticos". Cusco, Perú. Disponible en: http://platina.inia.cl/ftg_cluype (Consultado: 2 abr. 2015)



Valentovič, P., Luxová, M., Kolarovič, L. y Gašparíková, O. (2006). Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membrane stability and water relations in two maize cultivars. *Plant Soil Environ.*, 52(4), 186–191.

Fecha de recepción: 17/07/2015

Fecha de aprobación: 10/08/2015

