

Contenido y Velocidad Hídrica Relativa en variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.).

Contents and Hydric Relative Velocity in varieties of potato (*Solanum tuberosum* L.).

Autores: Ing. Alfredo Morales-Rodríguez, Dr. C. Alfredo Morales-Tejón, Ing. Dania Rodríguez-del Sol

Institución: Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales, Villa Clara, Cuba.

E-mail: fisiologia@inivit.cu, genetica@inivit.cu, geneticafer@inivit.cu

Resumen.

Durante estas últimas temporadas, la sequía ha causado pérdidas del 50 % de la producción de papa en varios países de Centro América. Tanto el Contenido Hídrico Relativo (CHR) como la Velocidad Hídrica Relativa (VHR) son importantes índices para determinar variedades tolerantes a la sequía. Los experimentos fueron desarrollados en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). A los 15 días de estrés por déficit hídrico (50 a 65 días después de la plantación), la menor disminución en el CHR la mostró la variedad Atlas con 27,12 %, por el contrario, el mayor valor fue reportado en la variedad Armada con 43,38 %. Las variedades que menores valores mostraron en el índice de Velocidad Hídrica Relativa (VHR) fueron Atlas y Maranca, con 1,80 y 2,00 %/día respectivamente.

Palabras clave: papas; *Solanum tuberosum* L.; variedades tolerantes.

Abstract.

During these last seasons, the drought has caused losses of 50 % of the production of potato in several countries of Centro America. The Hydric Relative Contents (CHR) as the Hydric Relative Velocity (VHR) is important index to determine tolerant varieties to drought. The experiments were developed in the Institute of Investigation in Tropical Roods (INIVIT). To the 15 days of stress for deficit hydric (50 to 65 days after the plantation date), the minor decrease in the CHR showed were variety Atlas with 27.12 %, on the contrary, the bigger value was reported in the variety Armada with 43.38 %. The varieties that showed minor values in the rate of Hydric Relative Velocity (VHR) were Atlas and Maranca, with 1.80 and 2.00 % per day respectively.

Keywords: potatoes; *Solanum tuberosum* L.; tolerant varieties.

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 (Almeselmaniet *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 muy complicada y depende de varios factores tales como: etapa de desarrollo, severidad, duración de estrés y genotipo (Beltranoy Ronco, 2008).

Durante estas últimas temporadas, la sequía ha causado pérdidas del 50 % de la producción de papa en varios países de Centro América (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 y Virk, 1978).

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

Tanto el Contenido Hídrico Relativo (CHR) como la Velocidad Hídrica Relativa (VHR) son importantes índices para determinar variedades tolerantes a la sequía, ya que tienen en cuenta la variabilidad del porcentaje de agua en las hojas a medida que aumenta el déficit hídrico en el suelo. 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 que posean características agronómicas de tolerancia a la sequía, con vistas a utilizarlas como progenitores para la obtención de variedades tolerantes al déficit hídrico o directamente en la producción.

Desarrollo.

Metodología

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 bloque al azar con cinco repeticiones, donde se evaluaron cuatro variedades de papa a las cuales se les retiró a partir de los 50 días después de la plantación por espacio de 15 días (período de estrés por sequía) reiniciándose el riego el mismo a partir de los 65 días.

La unidad experimental 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.

Durante el período de estrés por sequía se realizaron 4 evaluaciones, con intervalos de 5 días (50; 55; 60 y 65 días). De cada unidad experimental en cada evaluación se extrajeron 8 folíolos de plantas diferentes, para un total de 40 folíolos por variedad, los cuales se seleccionaron de la hoja número 4 en sentido basípeto. Esta actividad siempre se realizó a la misma hora, 10:00 am. De cada folíolo se extrajeron dos discos de 1,4 cm², con ayuda de un sacabocados, para un total de 80 discos por variedad. Los discos se separaron en grupos de a 10, formando 8 grupos por variedad, se pesaron los grupos (peso fresco), luego se les embebió en agua desionizada por 24 h a 4 °C en oscuridad y se registró el nuevo peso (peso turgente). Finalmente se colocaron en la estufa a 80° C durante 24 h y se volvió a pesar (peso seco). Todas las pesadas se realizaron en una balanza analítica digital Sartorius.

Con estos tres valores de peso se calculó el Contenido Hídrico Relativo (CHR) según la fórmula propuesta por La Rosa, *et al.* (2011):

$$\text{CHR} = \frac{\text{pt} - \text{ps}}{\text{pt}} * 100$$

pt –ps

Donde:

pf: peso fresco

ps: peso seco

pt: peso turgente

Se calculó la Velocidad Hídrica Relativa (VHR):

$$\text{VHR} = \frac{\text{CHR}_i - \text{CHR}_f}{t_1 - t_2}$$

t1 – t2

Donde:

CHR_i: Contenido Hídrico Relativo inicial o del día inicial

CHR_f: Contenido Hídrico Relativo final o del día final

t1: edad de la planta en el día inicial

t2: edad de la planta en el día final

Escala para interpretar la VHR:

≤ 2: variedades tolerantes a sequía

> 2: variedades susceptibles a sequía

Los resultados obtenidos fueron analizados y procesados por programas y software soportados sobre *Microsoft Windows Vista*. Para el procesamiento estadístico de las muestras se emplearon los criterios de estadística inferencial para arribar a las conclusiones fundamentados en: análisis de varianza de clasificación simple y la comparación múltiple de medias según prueba T-Student para muestras independientes. Se empleó el software *SPSS 15.0*.

Resultados

La variedad Atlas no presentó diferencia significativa en el CHR entre la primera evaluación (Día 0) y la segunda evaluación (Día 5) realizada, por el contrario sí presentó diferencias significativas en el último día de evaluación con el resto de las evaluaciones realizadas. Su CHR a los 15 días sin riego fue de 59,32 %, lo que significa que perdió desde la primera evaluación hasta la última un 27,12 %. (Fig. 1).

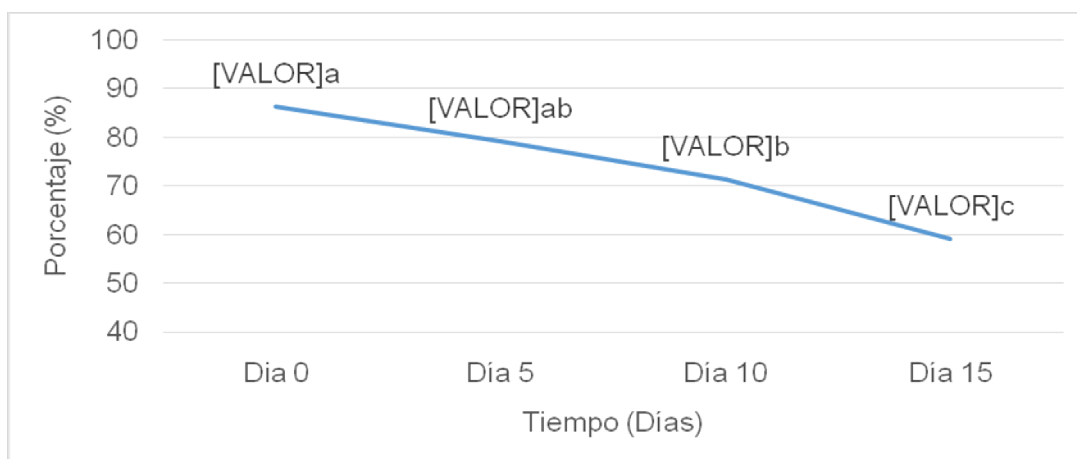


Fig. 1. Contenido hídrico relativo de la variedad Atlas.

La variedad Armada presentó diferencias significativas entre todas las evaluaciones realizadas. Su CHR a los 15 días de estrés por sequía, disminuyó en un 43,38 %. (Fig. 2).

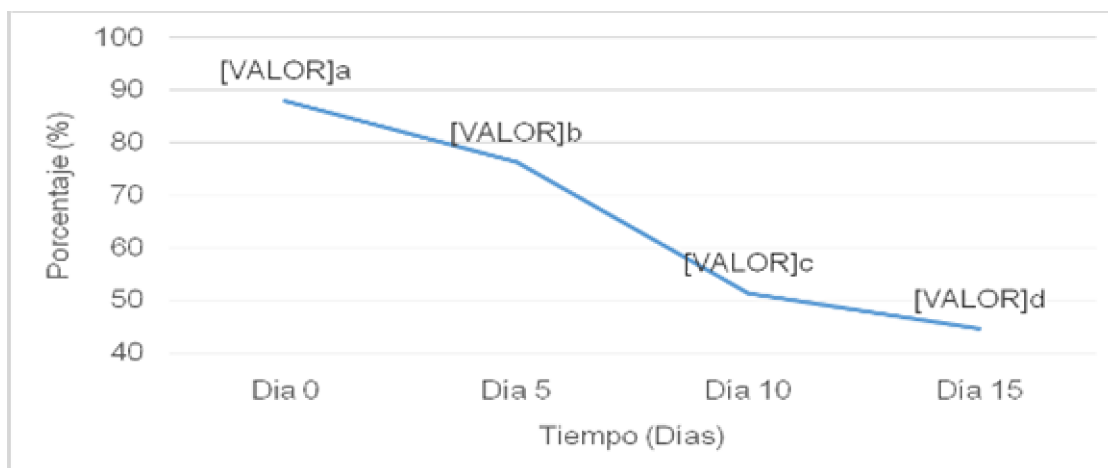


Fig. 2. Contenido hídrico relativo de la variedad Armada.

La variedad Everest mostró diferencias significativas entre todas las evaluaciones realizadas, al comparar el valor del CHR de la primera evaluación con el resultado de la última evaluación, el valor disminuyó en un 35,29 %. (Fig. 3).

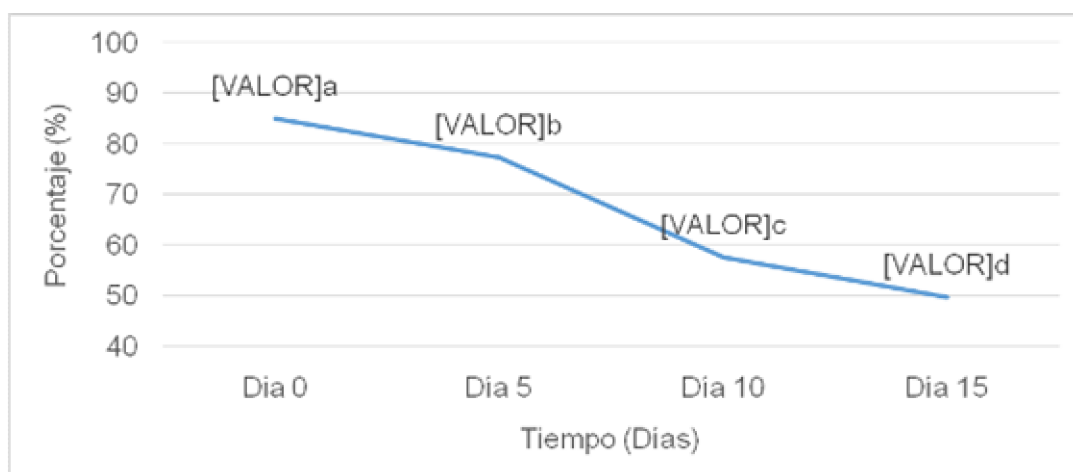


Fig. 3. Contenido hídrico relativo de la variedad Everest.

La variedad Maranca al igual que Atlas no presentó diferencias significativas en su CHR, entre la primera y segunda evaluación y si con las dos restantes. En la última evaluación, el valor del CHR fue de 30,08 %. (Fig. 4).

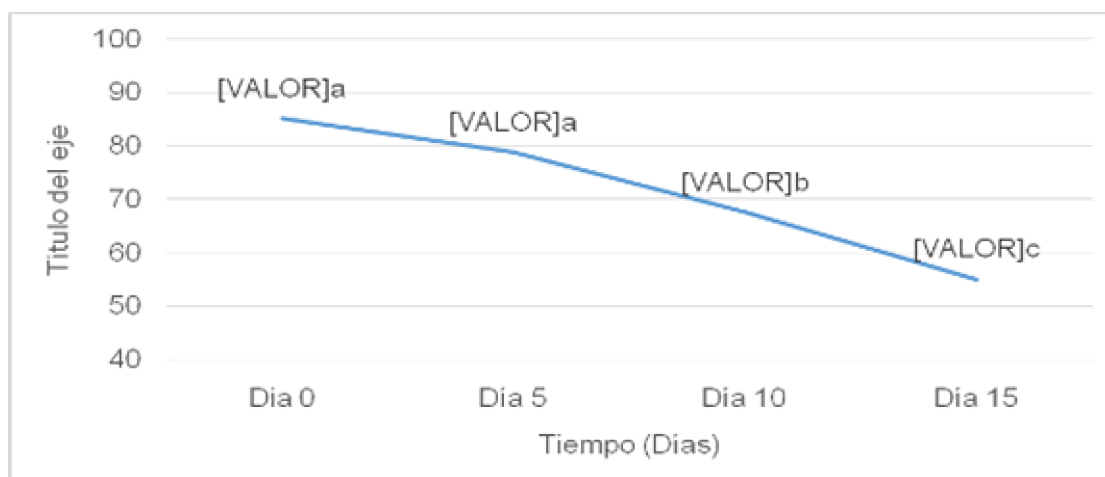


Fig. 4. Contenido hídrico relativo de la variedad Maranca.

Las variedades que menores valores mostraron en el índice de Velocidad Hídrica Relativa (VHR) fueron Atlas y Maranca, con 1,80 y 2,00 %/día respectivamente, además tienen diferencias significativas con las demás variedades. La variedad Everest mostró un valor de 2,35 %/día, mientras que Armada fue la variedad que más alto valor presentó, con 2,90 %/día con diferencias significativas con las demás variedades. (Fig. 5).

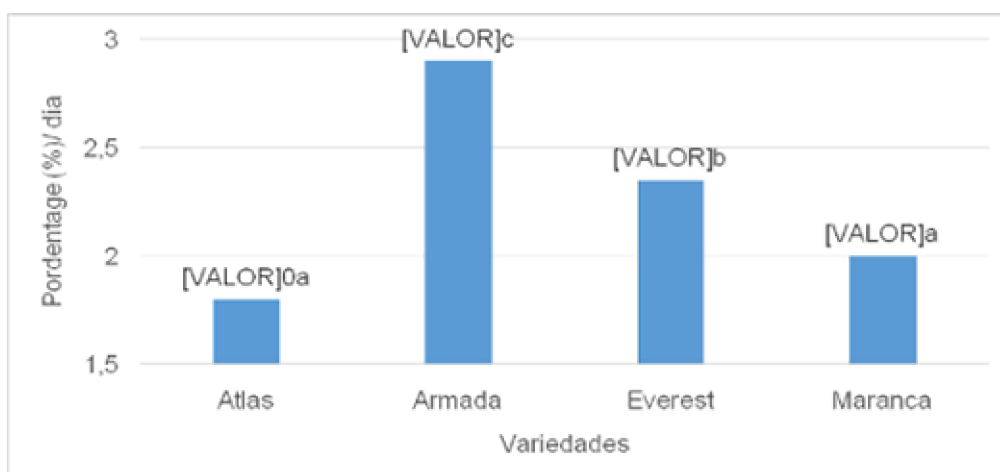


Fig. 5. Velocidad Hídrica Relativa (VHR) en cuatro variedades de papa.

Discusión

El Contenido Hídrico Relativo (CHR) es un parámetro importante para estimar la turgencia de la célula y por consiguiente el porcentaje de hidratación del tejido (Beltrano and Ronco, 2008). Según Sanchez *et al.* (2010) y Shiet *et al.* (2015) el CHR es uno de los indicadores más confiables para definir tolerancia a la sequía. Todas las variedades el primer día de evaluación (Día 0) presentaron un CHR entre 85 y 88 %, a medida que transcurrió el tiempo este valor tendió a disminuir entre un 27 y 44 % aproximadamente. Esta disminución se debe al aumento en el déficit hídrico del suelo a medida que transcurrió el tiempo. A los 15 días de estrés por déficit hídrico, la menor disminución en el CHR la mostró la variedad Atlas con solo 27,12 %, por el contrario, el mayor valor fue reportado en la variedad Armada con 43,38 %. Experimentos realizados por Shiet *et al.* (2015) en el mismo intervalo de tiempo (15 días), reportaron variedades de papa tolerantes a la sequía con valores de CHR de entre 24 y 27 % y variedades susceptibles a la sequía con valores entre un 40 y 48 %.

La Velocidad Hídrica Relativa (VHR) expresa el porcentaje de agua perdido por día por variedad, o sea, refleja las variedades que pierden menos agua en condiciones de estrés por sequía y por tanto las variedades más estables en su rendimiento en estas condiciones. De acuerdo a la escala de VHR, las variedades Atlas y Maranca son tolerantes a la sequía, mientras que las variedades Armada y Everest son susceptibles. Bürlinget *et al.* (2013) refieren que las variedades susceptibles a la sequía poseen altos valores de VHR.

Los altos valores de VHR influyen directamente en la disminución del CHR, o sea, que a medida que la VHR sea mayor, el CHR será menor.

Conclusiones.

Las cuatro variedades de papa tienden a disminuir su CHR a medida que transcurrió el tiempo y aumentó el déficit hídrico.

La menor disminución en el CHR a los 15 días sin riego la mostró la variedad Atlas con 27,12 % y el mayor valor fue reportado por la variedad Armada con 43,38 %.

Las variedades Atlas y Maranca poseen valores de VHR de 1,80 y 2,00 %/día respectivamente, mientras que las variedades Armada y Everest tienen valores de 2,90 y 2,35 %/ día respectivamente.

Bibliografía.

- Almeselmani, M., Abdullah, F., Hareri, F., Naesan, M., Ammar, M.A., Kanbar, O. & Saud, A. (2011). Effect of drought on different physiological characters and yield component in different Syrian durum wheat varieties. *Agriculture Sciences*, 3(1), 127-133.
- Balasimha, D. & Virk, M. (1978). Effects of water stress on tuber yield and metabolism in potato. *Indian Potato Association*, 2(1), 104-10.
- Beltrano, J. & 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.
- Bürling, K., Cerovic, Z., Cornic, G., Ducruet, J., Noga, G. & Hunsche, M., (2013). Fluorescence-based sensing of drought-induced stress in the vegetative phase of four contrasting wheat genotypes. *Environment Exponent Bot.*, 89, 51-59.
- Hernández, A., Pérez, J., Bosch, D. & Rivero, L. (1999). *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. Instituto de Suelos: AGRINFOR. La Habana, 64.
- La Rosa, R., Acuña, R., Acurio, K., Castillo, A., Cepeda, C., Chavarry, C., Correa, M., De la Cruz, L., García, M., Huamaní, M., Jáuregui, J. & Luyo, L. (2011). Respuestas fisiológicas de *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Malvaceae) en el Cerro "El Agustino", Lima, Perú. *The Biologist*, 9(1), 1-8.
- Prabha, D. & 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. & 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.
- Sanchez, E., Wilhelmi, R., Cervilla, M., Blasco, B., Rios, J., Rosales, M., Romero, L. & Ruiz, J. (2010). Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. *Plant Science*, 178, 30-40.
- Shi, S., Fan, M., Iwama, K., Lic, F., Zhang, Z. & Jia, L. (2015). Physiological basis of drought tolerance in potato grown under long-term water deficiency. *International. Plant Production*, 9(2), 305-320.

Fecha de recibido: 2 abr. 2015

Fecha de aprobado: 11 jun. 2015