

RESPUESTA DE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) AL ESTRÉS POR DÉFICIT HÍDRICO

Alfredo Morales Rodríguez*, Alfredo Morales Tejón, Dania Rodríguez del Sol, Sergio Rodríguez Morales y Vániert Ventura Chávez.

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales. Apartado 6, Santo Domingo, CP: 53 000, Villa Clara, Cuba.

* Autor para la correspondencia: fisiologia@inivit.cu

RESUMEN

La sequía afecta el crecimiento vegetativo, inhibe la tuberización, tamaño y calidad del tubérculo de papa. El objetivo de la presente investigación fue determinar la respuesta de cuatro variedades de papa al estrés por déficit hídrico. Los experimentos se desarrollaron en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), durante los meses de diciembre de 2014 a marzo de 2015. Se evaluaron cuatro variedades de papa (Atlas, Armada, Everest y Maranca). Al 50 % de las réplicas se les retiró el riego, a partir de los 50 días después de la plantación por espacio de 20 días (período de estrés por déficit hídrico) reiniciándose el riego a partir de los 70 días. En el momento de la cosecha para ambos tratamientos se determinó el número y peso de tubérculos comerciales por planta y el rendimiento. La variedad Atlas fue la menos afectada en cuanto al número de tubérculos comerciales por planta, con 18,2 %. El peso de tubérculos comerciales por planta independientemente de la variedad se afectó entre 19,6 y 42,3 %. El rendimiento de las variedades Atlas y Maranca fue el menos afectado, con 22,5 y 28,4 % respectivamente, mientras que Armada y Everest tuvieron la mayor disminución con 53,6 y 39,6 % respectivamente. Las variedades Atlas y Maranca son tolerantes, Everest medianamente tolerante, y Armada susceptible a la sequía.

Palabras clave: afectación, sequía, *Solanum tuberosum*, tubérculos, variedades.

RESPONSE OF POTATO (*Solanum tuberosum* L.) VARIETIES TO WATER DEFICIT STRESS

ABSTRACT

Drought affects vegetative growth, inhibits tuber size and quality of potato tubers. The objective of this research was to determine the response of four potato varieties to water stress. The experiments were developed at Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), during the months of December 2014 to March 2015. Four potato varieties (Atlas, Armada, Everest and Maranca) were evaluated. 50 % of the replies were withdrawn irrigation, from 50 days after planting for 20 days (period of water stress) restarting irrigation from 70 days. At the time of harvest for both treatments the number and weight of marketable tubers per plant and the yield was determined. Atlas variety was least affected in the number of tubers per plant commercial, with 18,2 %. The weight of commercial tubers per plant regardless of the variety is affected between 19,6 and 42,3 %. The yield of Atlas and Maranca varieties was the least affected, with 22,5 and 28,4 % respectively, while Armada and Everest had the largest decrease with 53,6 and 39,6% respectively. Atlas and Maranca varieties are tolerant, Everest is moderately tolerant and Armada is susceptible to drought.

Key words: affectation, drought, *Solanum tuberosum*, tuber, varieties.

INTRODUCCIÓN

Una tercera parte de la superficie del planeta se considera como árida o semiárida, mientras que la mayoría de la superficie restante está sujeta a periodos temporales de déficit hídrico. De esta manera, el agua constituye el principal factor limitante del crecimiento de las plantas en la tierra (Hanson y Hitz, 1982).

La sequía es el principal factor abiótico limitante en la producción de los cultivos en el mundo (Claessens *et al.*, 2012). Ekanayake (1990) definió que la sequía es un período sin lluvia de suficiente duración para causarle daño al cultivo y reducir significativamente su rendimiento económico, y comienza cuando se agota el agua del suelo fácilmente disponible en la zona de la raíz.

No todos los genotipos dentro de una misma especie vegetal responden de igual manera a las condiciones de déficit hídrico. Existen genotipos resistentes que pueden expresar varios mecanismos de resistencia que incluyen escape, evasión, tolerancia o recuperación del estrés hídrico (Ekanayake, 1990). Estos mecanismos no son mutuamente exclusivos y proveen al cultivo la habilidad para resistir la sequía en cualquier período durante su ciclo de crecimiento (Ekanayake, 1999).

La papa es conocida por su sensibilidad a la sequía y el efecto de ésta sobre la productividad depende de la intensidad, duración, etapa fenológica y genotipo (Gabriel *et al.*, 2011). La sequía afecta el crecimiento vegetativo, inhibe la tuberización, tamaño y calidad del tubérculo de papa. Los periodos críticos de necesidades hídricas en este cultivo son: inmediatamente después de la emergencia y durante la tuberización (Balasimha y Virk, 1978).

La influencia de la sequía en el rendimiento y sus componentes en las variedades de papa es la principal preocupación de los productores, y la variación relativa en el decrecimiento de estos factores en condiciones normales de humedad y condiciones de déficit hídrico, puede usarse para identificar cultivares tolerantes a sequía.

Por tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar la respuesta de cuatro variedades de papa al estrés por déficit hídrico, con la intención de establecer grados de tolerancia a la sequía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se desarrollaron 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 carbonatado (Hernández *et al.*, 2015). Se empleó un diseño de parcela dividida con ocho repeticiones, y se evaluaron cuatro variedades de papa (Atlas, Armada, Everest y Maranca). La unidad experimental estuvo formada por cuatro surcos de cinco metros de largo empleándose una distancia de plantación de 0,90 x 0,25 m por lo que cada parcela tuvo 80 plantas (20 por surco), de ellas 36 evaluables. Al 50 % de las réplicas (cuatro) se les retiró el riego, a partir de los 50 días después de la plantación por espacio de 20 días (período de estrés por déficit hídrico) reiniciándose el riego a partir de los 70 días. El tipo de riego utilizado fue por aniego, frecuencia semanal, con una norma parcial neta de 4 000 m³.ha⁻¹ en todo el ciclo del cultivo.

En el momento de la cosecha para ambos tratamientos se determinó:

- Número y peso de tubérculos comerciales por planta
- Rendimiento (t.ha⁻¹)

Luego se determinó el porcentaje de afectación por estrés hídrico en las variables evaluadas y se clasificaron de acuerdo al grado de tolerancia a la sequía mediante la escala siguiente:

Tabla 1. Escala de tolerancia a la sequía de acuerdo el porcentaje de afectación del rendimiento.

Grado de tolerancia	Porcentaje de afectación del rendimiento
Resistente	≤10
Altamente tolerante	11-20
Tolerante	21-30
Medianamente tolerante	31-40
Susceptible	> 40

Los datos se analizaron estadísticamente mediante un modelo paramétrico bifactorial, para las variables continuas, con posterior comparación de media mediante Tukey. Se empleó el paquete de programas SPSS 15.0 para Windows®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto del estrés por déficit hídrico en el número y peso de tubérculos comerciales por planta, el rendimiento y variedad fue significativo al $P < 0,05$ de probabilidad, indicando esto que todas las variables tuvieron un valor diferente al menos en una variedad. Demostrando esto que existen diferencias en cuanto al grado de tolerancia a la sequía por las diferentes variedades. En el tratamiento sin estrés (con riego) entre las variedades solo hubo diferencias significativas en la variable número de tubérculos comerciales por planta (Tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento, número y peso de tubérculos comerciales por planta de las variedades de papa por tratamiento.

Variedades	NTCP con riego	NTCP sin riego	PTCP con riego (kg)	PTCP sin riego (kg)	R con riego (t.ha ⁻¹)	R sin riego (t.ha ⁻¹)
Atlas	3,56a	2,91ab	0,50a	0,41ab	22,2a	17,2b
Armada	3,37a	2,33bc	0,52a	0,30b	23,3a	10,8c
Everest	1,81bcd	1,30d	0,51a	0,35b	22,7a	13,7bc
Maranca	2,30bc	1,80bcd	0,46a	0,36b	20,4ab	14,6bc

Letras distintas por componente de rendimiento indican diferencias estadísticamente significativas, $p < 0,05$.

NTCP: número de tubérculos comerciales por planta; **PTCP:** peso de tubérculos comerciales por planta; **R:** rendimiento.

El número de tubérculos comerciales por planta se afectó por el déficit hídrico, aunque no con la misma severidad en todas las variedades. La variedad Atlas fue la menos afectada con 18,2 %, Armada 30,8 % (más afectada), Everest 28,1 % y Maranca 21,7 % (Figura 1).

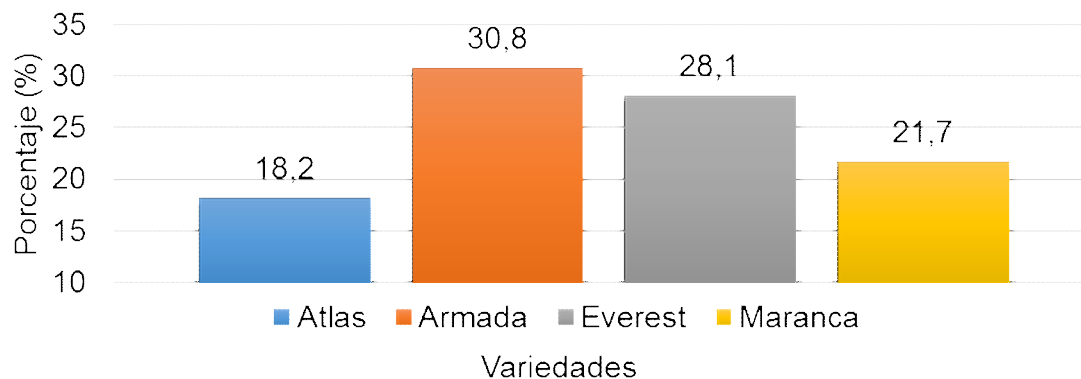


Figura 1. Afectación (%) en el número de tubérculos comerciales por planta por déficit hídrico.

Según Hassanpanah (2010) y Gabriel *et al.* (2012) los genotipos de papa más resistentes a la sequía son los que en condiciones de estrés muestran una menor disminución en el número de tubérculos comerciales por planta. Shi *et al.* (2015) encontraron variedades de papa tolerantes a la sequía con 22 % de disminución en el número de tubérculos comerciales por planta. El menor número de tubérculos comerciales por planta puede estar dado por los efectos negativos que causa la sequía en el desarrollo de las raíces y en los brotes apicales de los estolones (Coleman, 1988). Las variedades más afectadas en el peso de tubérculos comerciales por planta fueron Armada y Everest, con una reducción del 42,3 y 31,4 % respectivamente. Por otro lado las menos afectadas fueron Atlas y Maranca, con una reducción de 19,6 y 20,1 % (Figura 2).

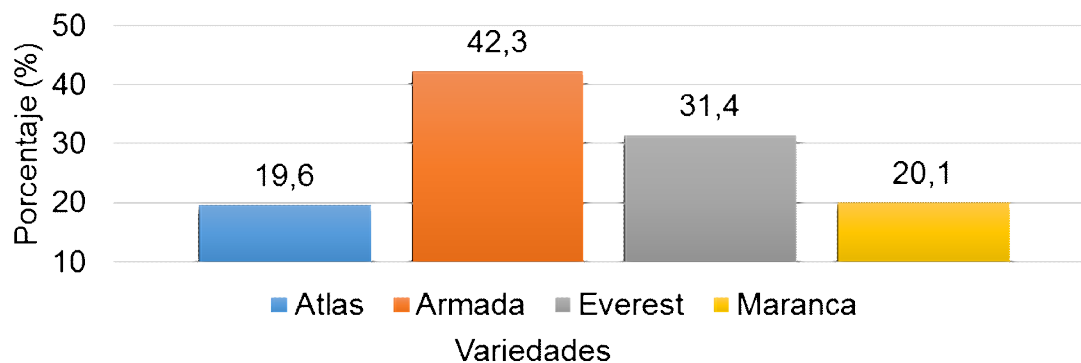


Figura 2. Afectación (%) en el PTCP.

Según Hassanpanah (2010) las variedades de papa que bajo estrés severo por déficit hídrico muestran relativamente pequeñas disminuciones en el porcentaje de peso de los tubérculos comerciales por planta, pueden ser clasificadas como tolerantes a sequía, de acuerdo a este criterio las variedades Atlas y Maranca son tolerantes a la sequía. Shi *et al.* (2015) reportaron variedades de papa tolerantes a sequía sometidas a déficit hídrico, con una disminución de 19 hasta 24 % en el peso de tubérculos comerciales por planta.

El rendimiento de las variedades Atlas y Maranca se afectó menos, con 22,5 y 28,4 % respectivamente. Mientras que las variedades más afectadas fueron Armada y Everest, con una disminución de 53,6 y 39,6 % respectivamente (Figura 3).

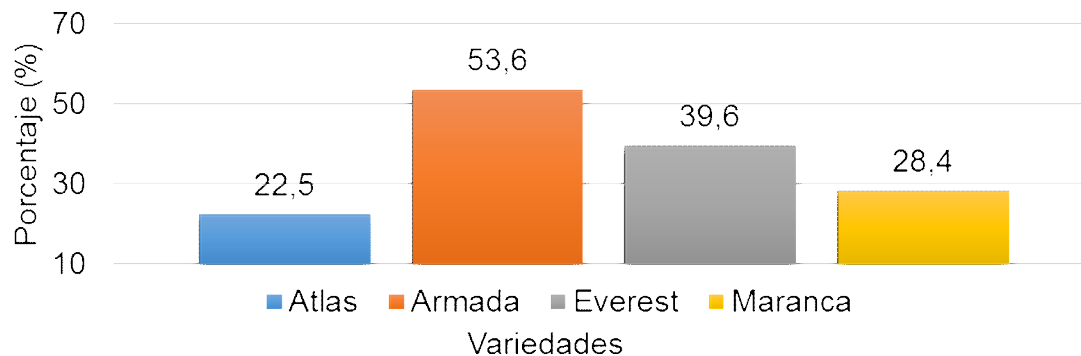


Figura 3. Afectación (%) en el rendimiento en las variedades por déficit hídrico.

Ekanayake (1999) refirió que un genotipo es resistente a la sequía cuando la producción económica del cultivo está dentro de los límites de su potencial de producción bajo las condiciones de disponibilidad limitada de agua. Teniendo en cuenta la escala propuesta para identificar genotipos de acuerdo a su respuesta a condiciones de déficit hídrico, en base al porcentaje de afectación del rendimiento, no existió ninguna variedad resistente ni altamente tolerante a la sequía. Atlas y Maranca son tolerantes, Everest medianamente tolerante, y Armada susceptible (Tabla 3).

Tabla 3. Escala de tolerancia a la sequía de acuerdo el porcentaje de afectación del rendimiento.

Grado de tolerancia	Variedades
Resistente	-
Altamente tolerante	-
Tolerante	Atlas, Maranca
Medianamente tolerante	Everest
Susceptible	Armada

Martínez y Moreno (1992) confirmaron que la mayor acumulación de prolina en las variedades tolerantes a la sequía era una de las causas que provocaba la tolerancia. La acumulación de éste aminoácido representa un mecanismo compensatorio para la mejor sobrevivencia de las plantas durante el periodo de estrés, actuando como un regulador osmótico, un protector contra la desnaturalización enzimática y una reserva de carbono y nitrógeno. Morales *et al.*, 2015 informaron la variedad Atlas como tolerante a la sequía, debido a que en estas condiciones la integridad de la membrana celular no es altamente alterada y como consecuencia no ocurre un incremento en su permeabilidad, lo que trae consigo una mayor estabilidad del rendimiento. Otra de las características que puede estar ayudando a la tolerancia a la sequía en la variedad Atlas es su baja densidad estomática en ambas superficies de la hoja (haz y envés) (Morales y Guerrero 2015).

CONCLUSIONES

1. Existen variedades de papa tolerantes a la sequía, que alcanzan rendimientos en condiciones de déficit hídrico de 17,2 t.ha⁻¹.
2. Debido al déficit hídrico, el número de tubérculos comerciales por planta se afectó entre 18,2 y 30,8 % y el peso de tubérculos comerciales por planta entre 19,6 y 42,3 %.
3. La afectación relativa en el rendimiento por variedad causada por el estrés hídrico es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta para seleccionar genotipos tolerantes a la sequía.

BIBLIOGRAFÍA

- BALASIMHA, D. and VIRK, M. 1978. Effects of water stress on tuber yield and metabolism in potato. *Journal Indian Potato Association*, 1(2):104-107.
- CLAESSENS, L.; ANTLE, J.; STOORVOGEL, J.; VALDIVIA, R.; THORNTON, P. and M. HERRERO. 2012. A method for evaluating climate change adaptation strategies for small-scale farmers using survey, experimental and modeled data. *Agricultural Systems*, 111, 85-95.
- COLEMAN, W.K. 1988. Tuber age as a contributory factor in the water relations of potato (*Solanum tuberosum* L.). *American Potato Journal*, 65:109-118.
- EKANAYAKE, I.J. 1990. Evaluation of potato and sweetpotato genotypes for drought resistance. CIP Research Guide. 19:1-16.
- EKANAYAKE, I.J. 1999. Sweetpotato Germplasm Management (*Ipomoea batatas*). Section 3.5 Evaluation of potato and sweetpotato genotypes for drought resistance. Training manual. International Potato Center (CIP), 218 pp.
- GABRIEL, J.; ANCASI, G.; ANGULO, A.; MAGNE, J.; LA TORRE, J. y P. MAMANI. 2012. Resistencia genética de híbridos de papa (*Solanum tuberosum* L.) al estrés hídrico por sequía. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 17(1): 99-126.
- GABRIEL, J.; PORCO, P.; ANGULO, A.; MAGNE, J.; LA TORRE, J. y P. MAMANI. 2011. Resistencia genética a estrés hídrico en variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo invernadero. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 16(2):173-208.
- HANSON, D. and HITZ, D. 1982. Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. *Ann. Rev. Plant Physiol*, 33:163-203.
- HASSANPANAH, D. 2010. Evaluation of potato cultivars for resistance against water deficit stress under in vivo conditions. *Potato Research*, 53:383-392.
- HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J.; BOSCH, D. y N. CASTRO. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Cuba, 93 p.
- MARTÍNEZ, C. y MORENO, U. 1992. Expresiones fisiológicas de resistencia a la sequía en dos variedades de papa sometidas a estrés hídrico en condiciones de campo. *R. Bras. Fisiol. Veg.*, 4(1):33-38.
- MORALES, R.A. y GUERRERO, V.Z. 2015. Caracterización estomática de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). CD Memorias: *III Simposio Internacional de Raíces, Rizomas, Tubérculos, Plátanos, Bananos y Papaya*. Centro de Convenciones Bolívar, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, del 20 al 23 de octubre. ISBN: 978-959-295-011-5.

- MORALES, R.A.; MORALES, T.A. y S.D. RODRÍGUEZ, S.D. 2015. Estabilidad de la membrana celular para estimar tolerancia a la sequía en variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Avanzada Científica*, 18(1):1-9.
- SHI, S.; FAN, M.; IWAMA, K.; LIC, F.; ZHANG, Z. y L. JIA. 2015. Physiological basis of drought tolerance in potato grown under long-term water deficiency. *International Journal of Plant Production*, 9(2):305-320.