

RESPUESTA DE CINCO LÍNEAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) CULTIVADAS EN DOS VARIANTES DE RIEGO, EN CONDICIONES DE CAMPO

Response of five tomato lines (*Solanum lycopersicum* L.) grown in two irrigation variants, under field conditions

José M. Dell'Amico Rodríguez✉, Rodolfo Guillama
y María C. González

ABSTRACT. The tomato crop, for its biological benefits, is an excellent model for basic and applied research programs. In addition, due to its nutritional properties it has reached a considerably high popularity worldwide. On the other hand, the drought stress currently aggravated by global warming limits the crops productivity throughout the world. Therefore, it is essential to obtain cultivars with greater water use efficiency. The work consisted to evaluating the behavior of five tomato lines under field conditions and cultivated in two irrigation variants. The seedlings were planted in blocks of 1000 m² each in a leached red ferralitic soil. Two soil moisture treatments (T1 and T2) were established, which were differentiated by their arrangement of the drip irrigation lines. T1 where the humidity was maintained in a range between 22 % and 36 % (well supplied) and T2 where the humidity was between 14 and 22 % during the experiment time (stress treatment). Evaluations of Volumetric Soil Water Content (CVA) and stomatal conductance (gs) were made at 23, 30, 39, 44 and 51 DDT and the yield and its components. The results showed a differentiated effect of the treatments on soil moisture, which induced significant differences of the gs in favor of the plants cultivated in T1. The decrease of the irrigation applied to the plants of the different lines cultivated with T2, in most of the cases did not have a negative effect on the yield and their components.

Key words: yield, water plant relations, soil moisture

RESUMEN. El cultivo del tomate, por sus bondades biológicas, constituye un excelente modelo para programas de investigaciones básicas y aplicadas. Además, por sus propiedades nutricionales ha alcanzado una popularidad considerablemente elevada a nivel mundial. Por otra parte, el estrés por sequía agravado actualmente por el calentamiento global, limita la productividad de los cultivos en todo el mundo. Por ello, resulta imprescindible obtener cultivares con mayor eficiencia del uso del agua. El trabajo consistió en evaluar el comportamiento de cinco líneas de tomate en condiciones de campo y cultivadas en dos variantes de riego. Las posturas se plantaron en bloques de 1000 m² cada uno en un suelo Ferralítico Rojo lixiviado. Se establecieron dos tratamientos de humedad (T1 y T2) del suelo, diferenciados por su disposición de las líneas de riego por goteo. El tratamiento T1 donde la humedad se mantuvo entre el 22 y 36 % (bien abastecido) y T2 donde la humedad estuvo entre 14 y 22 % (estrés). Se realizaron evaluaciones de contenido volumétrico del agua en el suelo (CVA) y conductancia estomática (gs) a los 23, 30, 39, 44 y 51 DDT y del rendimiento y sus componentes. Los resultados, evidenciaron un efecto diferenciado de los tratamientos en la humedad del suelo, que indujeron diferencias significativas de la gs a favor de las plantas cultivadas en T1. La disminución del riego a las plantas de las líneas cultivadas con T2, en la mayoría de los casos, no tuvo un efecto negativo en el rendimiento de las plantas y sus componentes.

Palabras clave: rendimiento, relaciones planta agua, humedad del suelo

INTRODUCCIÓN

El tomate se considera un alimento protector, debido a su valor nutritivo particular, ya que proporciona nutrientes importantes como licopeno, betacaroteno, flavonoides, vitamina C y derivados del ácido hidroxicinámico. Además, este cultivo ha logrado una

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

✉ amico@inca.edu.cu

popularidad colosal, especialmente en los últimos años, con el descubrimiento de las actividades antioxidantes del licopeno y sus funciones anticancerígenas (1).

Por su exclusividad biológica, constituye un excelente modelo para programas, tanto de investigación básica, como aplicada. Esto se debe a que posee una serie de características útiles, como la posibilidad de crecer bajo diferentes condiciones de cultivo, un ciclo de vida relativamente corto, capacidad de producción de semillas, genoma relativamente pequeño (950 Mb), falta de duplicación de genes, alta autofertilidad y homocigocidad, forma fácil de controlar la polinización e hibridación, capacidad de propagación asexual mediante injerto y posibilidad de regenerar plantas de diferentes explantes (2,3).

La sequía se encuentra entre los estreses abióticos más devastadores que limitan la productividad de los cultivos en todo el mundo. El calentamiento global ha empeorado esta situación en la mayoría de las regiones agrícolas, por lo que resulta imperioso desarrollar plantas de cultivo con mayor uso eficiente del agua que puedan minimizar las pérdidas de rendimiento inducidas por la sequía. Además, la tolerancia al estrés por sequía no solo puede mejorar la productividad de las tierras que están en uso, también puede permitir la explotación de tierras cultivables con suministros de agua limitados (4).

Alcanzar una alta eficiencia del riego en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivado bajo diferentes condiciones es de gran importancia, si tenemos en cuenta que el agua es un recurso esencial, pero lamentablemente cada vez más escaso. (5).

Teniendo en cuenta la evolución de la agricultura cubana y la necesidad de mayores precisiones en los balances de agua, ante el reto de una futura escasez motivada por una mayor demanda asociada a un incremento de las áreas a regar y de los efectos de los posibles cambios climáticos, parece necesario la puesta al día del conocimiento sobre las necesidades de agua de los cultivos en el ambiente cubano; lo cual requerirá, además de un nuevo enfoque en su determinación (6).

La participación del grupo de investigación en este trabajo fue con el objetivo de evaluar la respuesta de cinco líneas de tomate cultivadas en dos variantes de riego y dirigida, además, a la generación de conocimientos acerca de la Ecofisiología de la eficiencia del uso del agua por las plantas, conocer mucho mejor los procesos clave para la producción, el peso de las variaciones climáticas y edáficas sobre la eficiencia de estos procesos y también identificar variedades de mayor eficiencia en el uso del agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de la provincia Mayabeque-Cuba, el área de la unidad agroclimática fue de aproximadamente una hectárea de un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (7). Se plantaron cinco líneas de tomate (*Solanum lycopersicum*) que fueron trasplantadas el 20 de febrero de 2017 en dos bloques de aproximadamente 1000 m² cada uno, con una densidad de plantación de 44 444 plantas por hectárea (0,90 m entre hileras y 0,25 m entre plantas). De las cinco líneas, las identificadas con los números 20, 22 y 45 son de tipo ensalada y las 24 y 28 de tipo industria, todas se mantuvieron en óptimas condiciones de manejo agronómico y de atenciones culturales hasta la cosecha (20 de abril de 2018).

El riego se realizó mediante un sistema por goteo con una frecuencia semanal y se establecieron dos tratamientos de humedad del suelo (T1) y (T2) con normas de aproximadamente 200 y 100 m³ ha⁻¹, respectivamente. Ambos tratamientos fueron diferenciados por su disposición de las líneas de riego (T1) donde la humedad del mismo se mantuvo en un rango entre 22 y 36 % (bien abastecido) y (T2) donde la humedad estuvo entre 14 y 22 % durante todo el cultivo (tratamiento de estrés), quedando establecido un diseño muestral constituido por dos bloques de 28 surcos de 40 m de largo, correspondiendo siete surcos a cada línea de tomate.

La humedad volumétrica del suelo se determinó a 16 cm de profundidad, mediante un equipo HD2 Precise Moisture Measurement equipado con una sonda Moisture Sensor TRIME®- PICO TDR Technology, Germany calibrada con la calibración interna N° 2 de la propia sonda.

Una estación meteorológica automática (IMETOS) se instaló en la parte central del área cultivada y los datos meteorológicos (radiación solar (Mj m⁻² s⁻¹), temperatura del aire (°C), precipitación (mm) y humedad relativa (%)) fueron medidos simultáneamente a intervalos de cinco minutos.

CONTENIDO VOLUMÉTRICO DEL AGUA EN EL SUELO (CVA) Y CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA (GS)

Las evaluaciones del CVA (%) se realizaron a partir de los 23 (DDT), se efectuaron 15 mediciones en cada tratamiento de riego, entre dos plantas en la hilera, a los 23, 30, 39, 44 y 51 DDT. También, se midió la gs (mmol H₂O m⁻² s⁻¹) entre las 11:00 y 11:30 am (hora de máxima gs), en hojas del tercio superior de las plantas, bien desarrolladas y expuestas totalmente al sol en cinco plantas de cada línea en (T1) y (T2), respectivamente.

El rendimiento y sus componentes se evaluaron en diez plantas seleccionadas al azar en cada uno de los tratamientos de humedad y de las cinco líneas estudiadas.

Para el procesamiento de los datos, la comparación de medias y el cálculo del intervalo de confianza se utilizó el Programa estadístico SPSS 19.0 para Windows. La graficación de los resultados se realizó mediante el programa SIGMA PLOT 11.0.

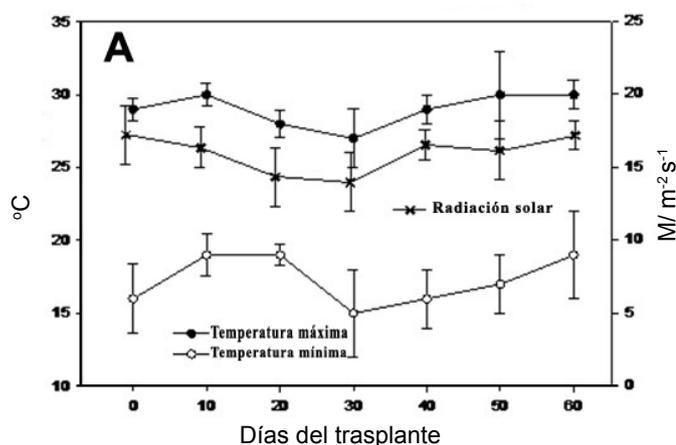
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variaciones de las variables meteorológicas ocurridas durante el experimento se presentan en las Figuras 1A, 1B y 1C. Los valores promedio decenales de las temperaturas del aire (1A) los valores promedio de las máximas fueron de 28 °C (máximas de 31 °C y mínimas de 25 °C). Las mínimas variaron más que las máximas y estuvieron en el orden de los 17 °C como

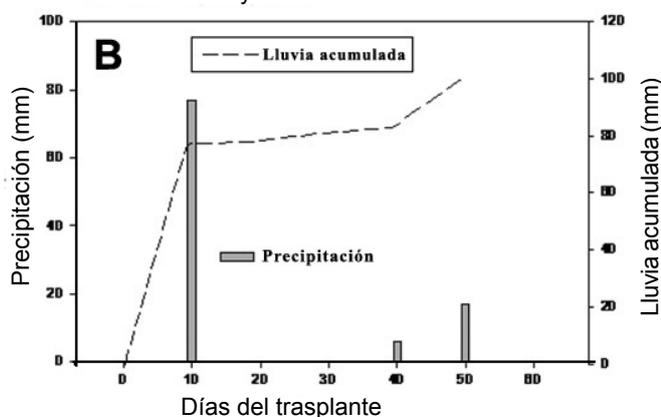
promedio (valores máximos de 22 °C y mínimos de 11 °C). En cuanto a la radiación solar los valores fueron como promedio de 16 $Mj\ m^{-2}\ s^{-1}$ (valores máximos de 19 y mínimos de 9 $Mj\ m^{-2}\ s^{-1}$). Estos valores, de forma general, indican que los días fueron relativamente cálidos y las noches frescas.

Durante el período se registraron sólo tres eventos de lluvia (Figura 1B), en los primeros cinco DDT se registraron 77 mm de precipitación, a los 41 DDT se registraron seis mm y entre los 57 y 58 DDT ocurrieron 17 mm, dando lugar a una lluvia acumulada de 100 mm en los 60 días del experimento, que correspondería aproximadamente a 1,7 mm de precipitación por día. Es de destacar que hubo un período de 30 días, entre los 10 y 40 DDT sin lluvia y que entre los 10 y 50 DDT solo se registraron seis mm. Por lo que se puede considerar el período experimental como seco, pues la mayor ocurrencia de precipitaciones fue al inicio del experimento.

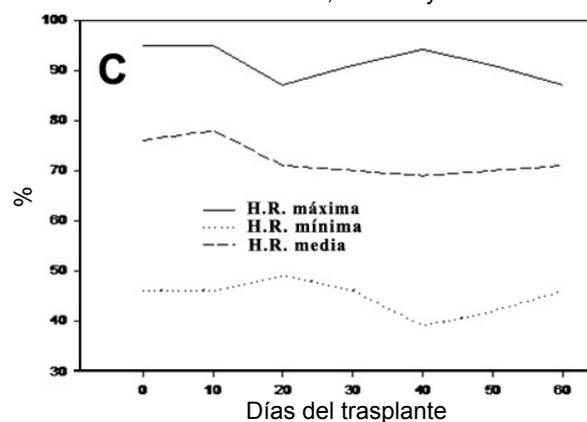
Valores medio decenales de temperaturas máxima, mínima y radiación solar



Valores de precipitación y lluvia acumulada



Valores medio decenales de humedad relativa máxima, mínima y media



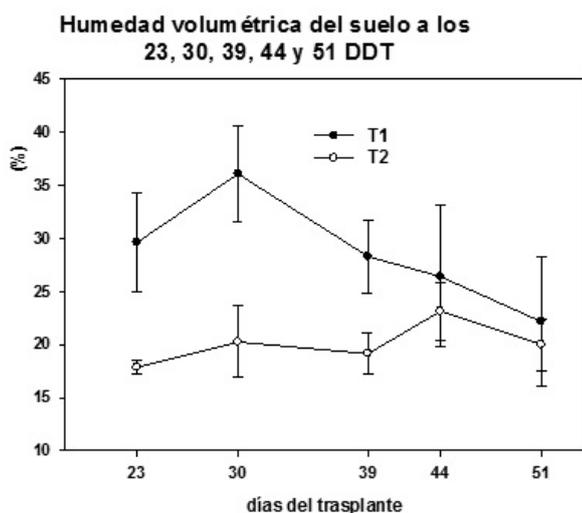
Temperaturas del aire máximas y mínimas y radiación solar (A), precipitación y lluvia acumulada (B) y humedad relativa máxima, mínima y media (C) ocurridas durante el experimento

Las barras sobre los valores medio representan el intervalo de confianza de las medias ($\alpha=0,05$)

Figura 1. Valores promedio decenales de las variables climáticas

Los valores de humedad relativa (H.R.) máximos, mínimos y medios se representan en la Figura 1C, donde se aprecia que la H. R. máxima estuvo en el rango entre 90 y 100 %, la mínima entre 40 y 50 % y la media entre 70 y 80 %, valores que son típicos de la localidad en esta época del año.

En la Figura 2 se representan las variaciones del CVA del suelo, donde se pudo apreciar que en los tratamientos de riego (T1) y (T2) esta variable presentó diferencias estadísticas ($\alpha=0,05$) entre ambos a los 23, 30 y 39 DDT. En (T1) se alcanzaron valores máximos promedio de 36 % a los 30 DDT y los mínimos de 22 % a los 51 DDT. En (T2), el valor máximo promedio (22 %) se presentó a los 44 DDT, sin diferencia con (T1) en ese momento y el mínimo de 17 % a los 23 DDT. Estos resultados evidencian el efecto de los tratamientos de riego aplicados al cultivo. Varios estudios han demostrado que la tecnología de TDR puede emplearse para analizar la variabilidad temporal y espacial del contenido de agua en el suelo, a una escala fina de resolución (8).



Las barras sobre los valores medio representan el intervalo de confianza de las medias ($\alpha=0,05$)

Figura 2. Variación estacional del CVA del suelo en los tratamientos a 16 cm de profundidad

La conductancia estomática estima la tasa de intercambio gaseoso y la transpiración (es decir, la absorción de CO_2 y la pérdida de agua) a través de los estomas de las hojas, según el grado de apertura o cierre de los mismos y, por lo tanto, la resistencia física al movimiento de gases entre el aire y el interior de la hoja. Por ello, es una función de la densidad, tamaño y el grado de apertura de los estomas (9) y de la humedad del suelo, ya que el control estomático está condicionado básicamente por la disponibilidad de agua en la zona radical, reserva de agua que

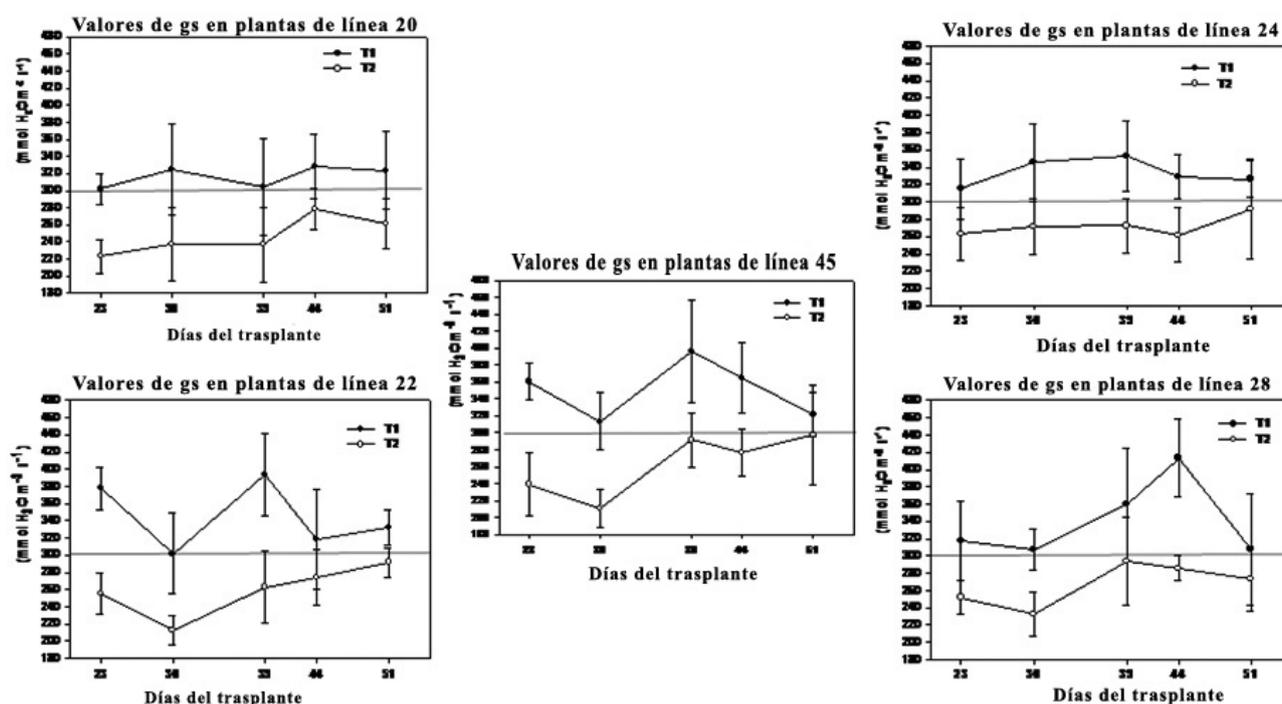
disminuye a un ritmo directamente proporcional a la apertura estomática (10).

Los valores de gs de las cinco líneas evaluadas se presentan en la Figura 3, donde se observó un comportamiento diferenciado de las plantas ante las condiciones de humedad del suelo impuestas por los tratamientos, de forma tal, que las plantas correspondientes a la línea 20 presentaron diferencias estadísticas ($\alpha=0,05$) entre tratamientos solamente a los 23 y 30 DDT, las de la línea 22 a los 23, 30 y 39 DDT, la línea 24 a los 39 y 44 DDT, la 28 a los 30 y 44 DDT y por último, la línea 45 a los 23, 30, 39 y 44 DDT. Estos resultados indican, que las variaciones de la gs, están asociadas a las características de las plantas de cada línea o cultivar en particular y que dependen de la densidad, tamaño y grado de apertura estomática que las caracterice.

En este sentido, en otras investigaciones, trabajando con diferentes modelos de fotosíntesis y conductancia estomática vinculados con la humedad del suelo (11), se ha señalado que ningún método replica completamente la respuesta observada de los estomas al estrés hídrico del suelo y existen dudas acerca de la forma en que funciona el estrés de humedad del suelo, cuando se trata de explicar el transporte físico y fisiológico del agua, a través del continuo hidráulico suelo-planta-atmósfera (10–13).

En general, las plantas correspondientes a (T2), de todas las líneas, presentaron valores medios de gs por debajo de los $300 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, a diferencia de las de (T1) cuyos valores fueron siempre iguales o superiores a este.

En trabajos realizados con dos variedades de tomate cubanas en condiciones de campo y con riego limitado (14), se encontró que una de las variables que más correlacionaron con la gs, en horas de la mañana, fue la humedad del suelo. Es de señalar, que en las líneas 24, 28 y 45 a los 44 DDT existieron diferencias estadísticas en la gs de las plantas de ambos tratamientos, a favor de las correspondientes a (T1), aún cuando los valores de CVA del suelo no difirieron estadísticamente. Este comportamiento puede estar asociado, en lo fundamental, a la presencia de algún remanente de ácido absísico (ABA) en las hojas, que propició una menor gs, debido al cierre estomático inducido por la presencia de esta hormona, ya que el contenido de ABA en la hoja se incrementa debido a la descompartmentalización y redistribución desde los cloroplastos de las células del mesófilo y a la síntesis y transporte desde las raíces, siendo liberado al apoplasto para llegar a las células guarda a través de la corriente transpiratoria (15).



Las barras sobre los valores medio representan el intervalo de confianza de las medias ($\alpha= 0,05$)

Figura 3. Valores medios de gs a los 23, 30, 39, 44 y 51 DDT en cada una de las líneas evaluadas en dos tratamientos de riego

En trabajos realizados en condiciones de campo se señala que el tomate, en estas condiciones, mostró capacidad de sobrevivir en períodos de déficit hídrico severo en el suelo, con valores de gs que rondaron los $0,09 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ($90 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (16).

Por otra parte, en el cultivo del trigo (*Triticum aestivum* L.) otros estudios señalan que los valores típicos para los ensayos de riego están entre $300\text{-}700 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; y para pruebas con estrés hídrico ligero están entre $80\text{-}300 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (9). Atendiendo a estos resultados, se evidencia que las condiciones de humedad del suelo, inducidas por la aplicación del tratamiento de riego (T2), se correspondieron con un estrés hídrico ligero para las plantas. Se señala además, que a nivel fisiológico, el cierre estomático constituye un mecanismo fundamental de tolerancia al estrés hídrico, por ser estos los responsables de la mayor proporción de pérdida de agua en las plantas (17).

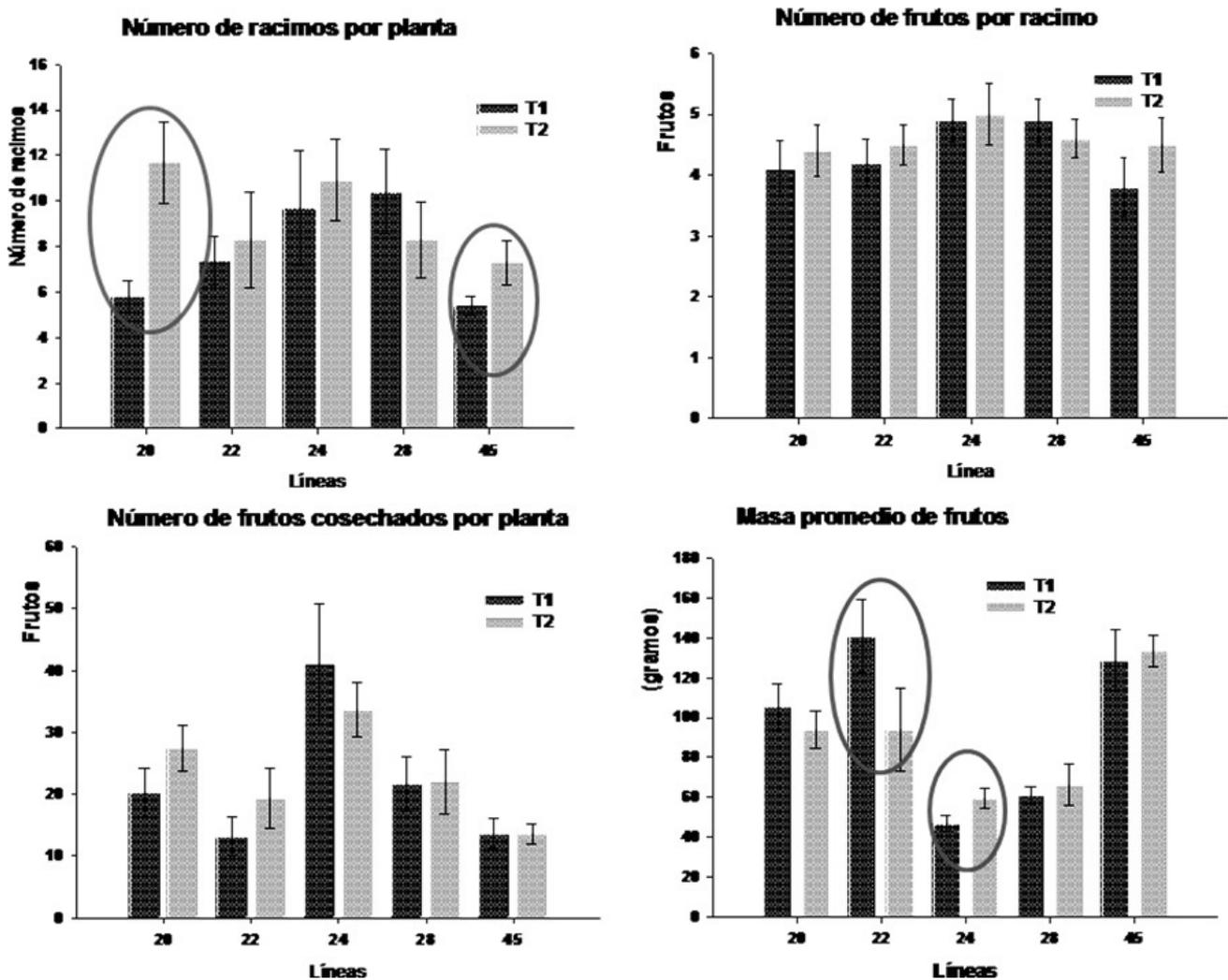
En la Figura 4, se presentan los valores correspondientes a las variables relacionadas con los componentes del rendimiento de las diferentes líneas en estudio, donde se encontró, que tanto en el número de racimos por planta, como en la masa fresca promedio de los frutos, fue donde se presentaron

diferencias estadísticas ($\alpha=0,05$) entre las plantas de los dos tratamientos. En el caso del número de racimos, la línea 20 en (T2) duplicó el valor de este componente (100 % de incremento) y la 45 presentó un incremento del 35 %, con respecto a sus similares en T1.

En la masa promedio de los frutos, las plantas de la línea 22 presentaron el mayor valor con el tratamiento T1 con un incremento del 33 %; mientras que la línea 24 con T2, incrementó la masa de los frutos en un 28 %. Ni en el número de frutos por racimo, ni en el número de frutos cosechados se presentaron diferencias estadísticas ($\alpha=0,05$) entre las plantas de ambos tratamientos.

Los resultados del rendimiento promedio por planta y los valores de los diámetros ecuatorial y polar de los frutos de las líneas de tomate en estudio, se presentan en la Figura 5, donde se aprecia que al igual que en el número de frutos por racimo y el número de frutos cosechados por planta, no se presentaron diferencias significativas ($\alpha=0,05$) entre las plantas de los tratamientos aplicados.

Los resultados en este sentido indican, que la disminución del riego aplicado a las plantas de las diferentes líneas cultivadas con T2, en la mayoría de los casos, no tuvo un efecto negativo en el rendimiento de las plantas y sus componentes.



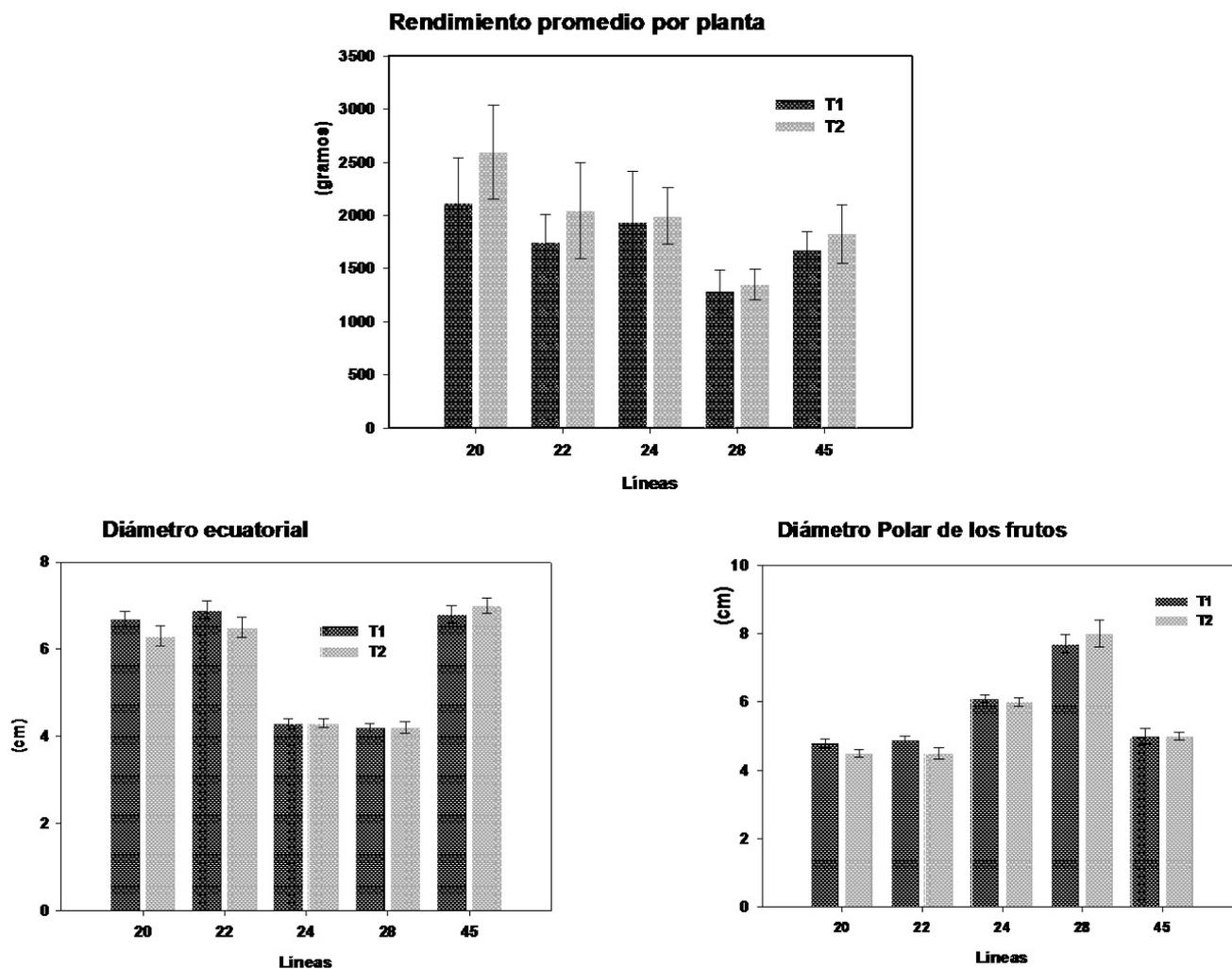
Las barras sobre los valores medio representan el intervalo de confianza de las medias ($\alpha= 0,05$)

Figura 4. Componentes del rendimiento de cinco líneas de tomate cultivadas en dos condiciones de humedad del suelo

Resultados similares, se han informado en tomate tipo bola, cultivado en condiciones de invernadero, donde el crecimiento de las plantas, el rendimiento y el peso de los frutos presentaron una respuesta positiva a medida que se redujo la cantidad de agua aplicada (18).

En trabajos realizados, al estudiar las afectaciones de estrategias de riego deficitario regulado, aplicado en diferentes fases fenológicas del tomate (19), se contró mayor calidad de los frutos y de la productividad del agua cuando el riego se aplicó con un coeficiente de cultivo (K_c de 0,8). Sin embargo, cuando se aplicó un K_c de 0,6 en las etapas de la floración y desarrollo del fruto se obtuvieron pérdidas importantes del rendimiento.

Por otra parte, se ha demostrado que el exceso de agua en las raíces del tomate (hipoxia radical) reduce la producción de biomasa seca, especialmente en frutos y raíces y con el aumento de la duración del anegamiento, aparecen síntomas como clorosis y caída de hojas basales, además de la epinastia y coloración roja foliar, así como la formación de raíces adventicias (20).



Las barras sobre los valores medio representan el intervalo de confianza de las medias ($\alpha = 0,05$)

Figura 5. Rendimiento promedio por planta y diámetro ecuatorial y polar de los frutos de cinco líneas de tomate cultivadas en dos condiciones de humedad del suelo

CONCLUSIONES

Como conclusión, puede considerarse que la respuesta de las cinco líneas de tomate cultivadas en dos variantes de riego, en condiciones de campo estuvo mediada por un efecto diferenciado en el CVA del suelo, inducido por los tratamientos de riego (T1 y T2), que provocó, en general, mayores valores de la conductancia estomática en las plantas cultivadas con buen abastecimiento de agua (T1) y mayor masa promedio de los frutos en las plantas de la línea 24. Sin embargo, la reducción del suministro hídrico a las plantas (T2) favoreció un mayor número de racimos por planta en las líneas 20 y 45 y mayor masa promedio de los frutos en la línea 24 y no provocó efectos negativos en la morfología de los frutos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Raiola A, Rigano MM, Calafiore R, Frusciante L, Barone A. Enhancing the health-promoting effects of tomato fruit for biofortified food. *Mediators of Inflammation*. 2014;2014(Article ID 139873):1–16. doi:10.1155/2014/139873
2. Bai Y, Lindhout P. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? *Annals of Botany*. 2007;100(5):1085–94. doi:10.1093/aob/mcm150
3. The Tomato Genome Consortium. The tomato genome sequence provides insights into fleshy fruit evolution. *Nature*. 2012;485(7400):635–41. doi:10.1038/nature11119
4. Gerszberg A, Hnatuszko-Konka K, Kowalczyk T, Kononowicz AK. Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in the service of biotechnology. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 2015;120(3):881–902. doi:10.1007/s11240-014-0664-4

5. Harel D, Sofer M, Broner M, Zohar D, Gantz S. Growth-stage-specific kc of greenhouse tomato plants grown in semi-arid mediterranean region. *Journal of Agricultural Science* [Internet]. 2014 [cited 2018 Aug 14];6(11). doi:10.5539/jas.v6n11p132
6. Puebla JH. Estudio de las necesidades de agua de los cultivos, una demanda permanente, un nuevo enfoque. *Revista Ingeniería Agrícola*. 2017;5(1):52-57.
7. Hernández A, Pérez J, Bosch D, Castro N. Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2015. 93 p.
8. Polak A, Wallach R. Analysis of soil moisture variations in an irrigated orchard root zone. *Plant and Soil*. 2001;233(2):145–59. doi:10.1023/A:1010351101314
9. Pask A, Pietragalla J, Mullan D, Reynolds MP, editors. *Physiological breeding II : a field guide to wheat phenotyping* [Internet]. Mexico DF: CIMMYT; 2012 [cited 2018 Aug 27]. iv, 132 pages. Available from: <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/1288>
10. Manzoni S, Vico G, Palmroth S, Porporato A, Katul G. Optimization of stomatal conductance for maximum carbon gain under dynamic soil moisture. *Advances in Water Resources*. 2013;62:90–105. doi:10.1016/j.advwatres.2013.09.020
11. De Kauwe MG, Medlyn BE, Zaehle S, Walker AP, Dietze MC, Hickler T, et al. Forest water use and water use efficiency at elevated CO₂ : a model-data intercomparison at two contrasting temperate forest FACE sites. *Global Change Biology*. 2013;19(6):1759–79. doi:10.1111/gcb.12164
12. Bonan GB, Williams M, Fisher RA, Oleson KW. Modeling stomatal conductance in the earth system: linking leaf water-use efficiency and water transport along the soil–plant–atmosphere continuum. *Geoscientific Model Development*. 2014;7(5):2193–222. doi:10.5194/gmd-7-2193-2014
13. Verhoef A, Egea G. Modeling plant transpiration under limited soil water: Comparison of different plant and soil hydraulic parameterizations and preliminary implications for their use in land surface models. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2014;191:22–32. doi:10.1016/j.agrformet.2014.02.009
14. Dell’Amico JM, Morales DM. Comportamiento de la conductancia estomática de dos variedades de tomate cubanas en condiciones de campo y riego limitado. *Cultivos Tropicales*. 2017;38(2):137–44.
15. Zhang SQ, Outlaw WH. Abscisic acid introduced into the transpiration stream accumulates in the guard-cell apoplast and causes stomatal closure. *Plant, Cell & Environment*. 2001;24(10):1045–54. doi:10.1046/j.1365-3040.2001.00755.x
16. Cantore V, Lechkar O, Karabulut E, Sellami MH, Albrizio R, Boari F, et al. Combined effect of deficit irrigation and strobilurin application on yield, fruit quality and water use efficiency of “cherry” tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Agricultural Water Management*. 2016;167:53–61. doi:10.1016/j.agwat.2015.12.024
17. Vidal Y, Pérez A, Fernández L. Óxido Nítrico y su papel en las respuestas de las plantas al estrés hídrico. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(número especial):51-58.
18. Macías-Duarte R, Grijalva-Contreras RL, Robles-Contreras F. Efecto de tres volúmenes de agua en la productividad y calidad de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero. *BIOTecnica*. 2010;12(2):11. doi:10.18633/bt.v12i2.84
19. Nangare DD, Singh Y, Kumar PS, Minhas PS. Growth, fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by deficit irrigation regulated on phenological basis. *Agricultural Water Management*. 2016;171:73–9. doi:10.1016/j.agwat.2016.03.016
20. Baracaldo A, Carvajal R, Romero ÁP, Prieto AM, García FJ, Fischer G. El anegamiento afecta el crecimiento y producción de biomasa en tomate chonto (*Solanum lycopersicum* L.), cultivado bajo sombrero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 2014;8(1):92-102.

Recibido: 4 de diciembre de 2017

Aceptado: 13 de julio de 2018