

## ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE UN CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*) BAJO EL EFECTO DE DOS BIORREGULADORES

Manuel De La Rosa Ibarra<sup>1\*</sup>, Silvia Judith Martínez Amador<sup>1</sup> y Ricardo Ramírez Zambrano<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Botánica, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315. E-mail: [mrbarra\\_18@yahoo.com](mailto:mrbarra_18@yahoo.com)

Recibido el 15 de abril de 2016

**Abstract.** Growth and crop yield of tomato with application salicylic acid (AS) and gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) was evaluated. The work was done in autumn-winter 2014, in a greenhouse of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, in Saltillo, Coahuila, Mexico. The design was completely randomized with seven treatments (T1 = Control using distilled water, T2 = AS 1x10<sup>-8</sup> mol L<sup>-1</sup>, T3 = AS 1x10<sup>-10</sup> mol L<sup>-1</sup>, T4 = AS 1x10<sup>-8</sup> mol L<sup>-1</sup> + 12 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>, T5 = AS 1x10<sup>-8</sup> mol L<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>, T6 = AS 1x10<sup>-10</sup> mol L<sup>-1</sup> + 12 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> and T7 = AS 1x10<sup>-10</sup> mol L<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>) and three replications. The CO<sub>2</sub> assimilation rate (PN), stomatal conductance (gs), transpiration (Trmmol), yield and components thereof was measured. The variance analysis for physiological variables showed significant differences for the PN, but not for gs and Trmmol. However for performance and components thereof, there were highly significant differences except for the number of bunches per plant. The results indicate that the application of GA<sub>3</sub> + AS and AS increase the PN, and the gs Trmmol relative to control plants. Also the combination of both acids at low concentrations increased significantly and the total number of fruits per plant performance, surpassing the control plants. It is concluded that the AS and AS + GA<sub>3</sub> positively influence physiological variables increasing, thus improving productivity and yield of tomatoes.

**Keywords.** Bioregulators, Yield, Tomato.

**Resumen.** Se evaluó el crecimiento y rendimiento de un cultivo de tomate con aplicación de ácido salicílico (AS) y ácido giberélico (AG<sub>3</sub>). El trabajo se realizó en otoño-invierno del 2014, en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México. Se utilizó un diseño completamente al

azar con siete tratamientos (T1=Testigo aplicando agua destilada, T2= AS 1x10<sup>-8</sup> mol L<sup>-1</sup>, T3= AS 1x10<sup>-10</sup> mol L<sup>-1</sup>, T4= AS 1x10<sup>-8</sup> mol L<sup>-1</sup> + 12 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub>, T5= AS 1x10<sup>-8</sup> mol L<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub>, T6= AS 1x10<sup>-10</sup> mol L<sup>-1</sup> + 12 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> y T7= AS 1x10<sup>-10</sup> mol L<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub>) y tres repeticiones. Se midió la Tasa de Asimilación de CO<sub>2</sub> (P<sub>N</sub>), Conductancia Estomática (gs), Transpiración (Trmmol), rendimiento y componentes del mismo. El análisis de varianza para las variables fisiológicas mostró diferencias significativas para la P<sub>N</sub>, pero no para gs y Trmmol. Sin embargo para el rendimiento y componentes del mismo, hubo diferencias altamente significativas a excepción del número de racimos por planta. Los resultados indican que la aplicación de AS y AS + AG<sub>3</sub> aumentan la P<sub>N</sub>, la gs y la Trmmol con relación a las plantas testigo. También la combinación de ambos ácidos a bajas concentraciones incrementó de manera significativa el rendimiento total y número de frutos por planta, superando a las plantas control. Se concluye que el AS y AS + AG<sub>3</sub> influyen de manera positiva incrementando las variables fisiológicas, mejorando así la productividad y rendimiento del tomate.

**Palabras clave.** Biorreguladores, Rendimiento, Tomate.

## Introducción

El ácido salicílico (AS) y el ácido giberélico ( $AG_3$ ) son considerados biorreguladores. El AS desempeña un papel crucial en la regulación de los procesos fisiológicos y bioquímicos durante toda la vida útil de la planta [1], como la germinación, crecimiento vegetativo, fotosíntesis, respiración, la formación de flores, producción de semillas, la senectud, y un tipo de la muerte celular [2]. Por otra parte, el  $AG_3$  controla una gran cantidad de procesos muy importantes en las plantas, incluyendo el crecimiento, fotosíntesis, germinación, la altura de la planta, la floración y la fertilidad masculina así como la elongación del tallo [3]. Actualmente se sabe que ambos biorreguladores son compuestos capaces de aumentar significativamente la Tasa de Asimilación de  $CO_2$ , Conductancia Estomática, Tasa de Transpiración y Contenido de  $CO_2$  intracelular, mejorando de manera significativa el rendimiento y productividad de los cultivos [3].

Considerando que el uso del AS y el  $AG_3$  son una excelente alternativa para modificar y aumentar las variables fisiológicas mencionadas anteriormente, así como el rendimiento en cultivos de

importancia económica, se consideró realizar combinaciones de ambos biorreguladores, por lo que el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del AS +  $AG_3$  sobre el comportamiento de las variables fisiológicas y rendimiento de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

## Sección experimental

Esta investigación se realizó en el periodo Otoño-Invierno del 2014 en el invernadero de alta tecnología correspondiente al Departamento de Forestal de la Universidad Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. La siembra se efectuó el día cinco de agosto de 2014 en charolas de poliestireno con capacidad de 200 cavidades, utilizando semilla certificada de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) C.V. Brandywine de especialidad tipo Heirlum, el sustrato que se utilizó fue vermiculita para germinación, el trasplante se realizó el día ocho de septiembre de 2014 en macetas de polietileno de color negro con capacidad de 12 L, para el llenado de macetas se utilizó como sustrato una mezcla de perlita con peat moss a una relación de 1:1. Los tratamientos aplicados fueron:

T1=Testigo (solo agua destilada); T2= AS  $1 \times 10^{-8}$  M; T3= AS  $1 \times 10^{-10}$  M; T4= AS  $1 \times 10^{-8}$  M + 12 ppm de AG<sub>3</sub>; T5= AS  $1 \times 10^{-8}$  M + 25 ppm de AG<sub>3</sub>; T6= AS  $1 \times 10^{-10}$  M + 12 ppm de AG<sub>3</sub> y T7= AS  $1 \times 10^{-10}$  M + 25 ppm de AG<sub>3</sub>. Las variables fisiológicas consideradas fueron las siguientes: Tasa de Asimilación de CO<sub>2</sub> (TACO<sub>2</sub>), Conductancia Estomática (CE), Tasa de Transpiración (TT), las cuales fueron medidas con el Analizador Infrarrojo de Gases (IRGA) marca LICOR modelo 6400. Para determinar el rendimiento y componentes del mismo se consideró número racimos por planta, número de frutos por planta y rendimiento total. La distribución de los tratamientos en el área experimental se realizó utilizando un diseño completamente al azar considerando los siete tratamientos ya mencionados y tres repeticiones.

### Resultados y Discusión

El análisis de varianza y comparación de medias presentó diferencias significativas para la  $P_N$ , pero no para la  $g_s$ ,  $Trmmol$ ,  $T$  y  $PAR_i$ . La mayor tasa de asimilación de CO<sub>2</sub> la obtuvieron las plantas tratadas con la concentración de AS  $1 \times 10^{-10}$  mol

superando a las plantas control con más de  $1.49 \text{ mmol CO}_2^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Para la conductancia estomatal la mayor  $g_s$  se presentó para las plantas con las concentraciones de AS  $1 \times 10^{-10}$  mol L<sup>-1</sup> y AS  $1 \times 10^{-8}$  mol L<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> al obtener  $0.547$  y  $0.412 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  respectivamente superando nuevamente a las plantas testigo. En la tasa de transpiración las plantas tratadas con las concentraciones de AS  $1 \times 10^{-10}$  mol L<sup>-1</sup> obtuvieron la mayor tasa de transpiración superando a las plantas control con  $2.36 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , de igual manera las plantas con la concentración de AS  $1 \times 10^{-8}$  mol L<sup>-1</sup> + 12 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> superaron ligeramente a las plantas testigo mientras que las plantas con las concentraciones de AS  $1 \times 10^{-10}$  mol L<sup>-1</sup> + 12 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> y AS  $1 \times 10^{-8}$  mol L<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> presentaron similar tasa de transpiración a las plantas control.

El análisis de varianza y comparación de medias de los componentes del rendimiento mostraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.05$ ) para el número de frutos por planta y rendimiento total, pero no para el número de racimos por planta (cuadro 1).

**Cuadro 1:** Análisis de varianza y comparación de medias para los componentes del rendimiento de un cultivo de tomate bajo la aplicación exógena de diferentes concentraciones de ácido salicílico y ácido salicílico más ácido giberélico.

TRATAMIENTO	Variable		
	No. De Racimos Por Planta	No. De Frutos Por Planta	Rendimiento (Ton/Ha)
T1= TESTIGO	9.00 A <sup>a</sup>	22.33 AB	36.660 AB
T2= SA 1x10 <sup>-8</sup> M	10.66 A	20.33 AB	29.320 BCD
T3= SA 1x10 <sup>-10</sup> M	9.00 A	24.00 A	32.945 ABC
T4= SA 1x10 <sup>-8</sup> M + 12 ppm AG3	9.00 A	19.00 BC	28.668 CD
T5= SA 1x10 <sup>-8</sup> M + 25 ppm AG3	8.66 A	14.33 C	23.165 D
T6= SA 1x10 <sup>-10</sup> M + 12 ppm AG3	9.66 A	21.00 AB	39.123 A
T7= SA 1x10 <sup>-10</sup> M + 25 ppm AG3	9.00 A	22.00 AB	32.170 ABC
C.V. (%)	9.1	8.27	8.73
S.E.	NS	**	**

C.V.= Coeficiente de Variación. S.E.=Significancia Estadística. NS= Diferencia no Significativa. \*\*>= Diferencia Altamente Significativa. <sup>a</sup>=Medias con la Misma Letra Dentro de la Columna son Iguales (Tukey P≤0.05). Cada valor de los diferentes tratamientos representa la media de tres repeticiones.

En el número de frutos por planta para un cultivo de tomate, las plantas tratadas con la concentración de SA 1x10<sup>-10</sup> M indujo la mayor producción de frutos por planta superando a las plantas testigo, de igual manera se puede apreciar que las plantas con la concentración de SA 1x10<sup>-10</sup> M + 25 ppm de GA3 presentaron similar producción de frutos por planta al de las plantas testigo. Estos resultados son similares a los reportados por [4] y [5] al trabajar con tomate bajo la aplicación exógena de SA mencionan que este compuesto supera de manera significativa

el número de frutos por planta al de las plantas testigo.

En el rendimiento total, los resultados indican que las plantas tratadas con la concentración de SA 1x10<sup>-10</sup> M + 12 ppm de GA3 arrojaron los mejores resultados obteniendo 39.123 ton ha<sup>-1</sup> superando al control con más de 2.463 ton ha<sup>-1</sup>. Esto puede atribuirse a que la aplicación en combinación a bajas concentraciones de ambos fitoreguladores actúan de manera sinérgica para potenciar el crecimiento y desarrollo del cultivo y con ello el incremento del rendimiento. Estos resultados coinciden con [4] ya que

menciona que la aplicación de SA en tomate aumenta significativamente el rendimiento así como la calidad del fruto. Esto debido a que el ácido salicílico y ácido giberélico están implicados en el crecimiento y desarrollo del fruto de tomate [6], [7].

### Conclusiones

La aplicación exógena de ácido salicílico más ácido giberélico, influyen de manera positiva ya que ambos biorreguladores fueron capaces de inducir un incremento en las variables fisiológicas evaluadas resultando así una mejora de la productividad del cultivo de tomate. De igual manera ambos biorreguladores incrementaron los componentes del rendimiento en comparación con las plantas control, por lo cual se recomienda la combinación de los dos biorreguladores en su concentración más baja para maximizar la productividad y rendimiento de los cultivos.

### Referencias

- [1] Rivas M, Plasencia J. Journal of Experimental Botany 62(10): 3321-3338. (2011).
- [2] Slaymaker DH, Navarre DA, Clark D, Del Pozo O, Martin GB, Klessig DF. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA. 99: 11640-11645. (2002).
- [3] Aftab T, Khan MMA, Idrees M, Naeem M, Singh M, Ram M. Journal of Plant Interactions 5(4): 273-281. (2010).
- [4] Kazemi, M. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences 3(2): 154-158. (2014).
- [5] Estrada, W., E. Lescay, L. Rodríguez, S. Infante, A. García y C.B.M.G. Revista Granma Ciencia 17(3):458-462. (2013).
- [6] Hayat, Q., S. Hayat, M. Irfan & A. Ahmad. Environmental and Experimental Botany 68(1): 14-25. (2010).
- [7] Serrani, J.C., R. Sanjuan, O. Ruiz, M. Fos and J.L. García.. Plant Physiol. 145: 246-257. (2007).