

## EVALUACIÓN AGRONÓMICA EN TOMATE CULTIVADO EN AMBIENTE ENRIQUECIDO CON CO<sub>2</sub> SEGÚN ESCENARIO DE EMISIÓN B2\*

### Agronomic evaluation of tomato cultivated in a CO<sub>2</sub> enriched environment according to the B2 emission scenario

Mercedes Pérez<sup>1</sup>, Miguel Alfonso<sup>2</sup>, Maribel Valdez<sup>1</sup>, Enio Soto<sup>1</sup>, Rommel León<sup>3</sup> y Gustavo Rodríguez<sup>3</sup>

#### RESUMEN

En el año 2014 los niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico alcanzaron 400 ppm y se espera que esta cifra se convierta en el promedio anual en los próximos dos años, lo cual traerá una serie de consecuencias sobre los cultivos. A pesar de ello, no hay información suficiente en Venezuela sobre el efecto de este gas en el cultivo del tomate, siendo esta hortaliza la segunda de mayor importancia en el país. Para ello, se condujo un experimento con un diseño completamente al azar en la variedad Alba, con tres tratamientos [campo abierto, casa malla y en casa malla con una atmósfera enriquecida con dióxido de carbono (426 ppm CO<sub>2</sub>)]. Los resultados más importantes: 1) 60 días después del trasplante (ddt) el CO<sub>2</sub> ambiental provocó el mayor crecimiento y biomasa aérea y de raíces. 2) 90 ddt el tratamiento de CO<sub>2</sub> indujo el mayor crecimiento y biomasa en raíces. 3) Las variables agronómicas en las plantas de tomate se afectaron positivamente en el tratamiento de inyección de CO<sub>2</sub>, excepto para la producción de fruta. 4) Altas concentraciones de CO<sub>2</sub> junto con las altas temperaturas provocaron desordenes fisiológicos en las plantas, lo que afecta la productividad futura del cultivo.

**Palabras clave:** Dióxido de carbono, *Solanum lycopersicum*, biomasa, agronomía, plantas C3.

#### ABSTRACT

The levels of CO<sub>2</sub> reached in April 2014 to 400 ppm and it is expected that to become the annual average in the next two years. This increase in atmospheric CO<sub>2</sub> will bring a series of consequences on agricultural crops. However, there is not enough information in Venezuela about the effect of this gas on tomato cultivation, this being the second most important vegetable in the country. For this, under a completely randomized design, three treatments were evaluated in tomato variety Alba [(open field and in mesh house and in mesh house with an atmosphere enriched with carbon dioxide (426 ppm CO<sub>2</sub>)]. The most important results were: 1) At 60 days after transplantation (ddt), environmental CO<sub>2</sub> caused the greatest growth and aerial and roots biomass. 2) At 90 ddt, the CO<sub>2</sub> treatment induced the greatest growth and biomass in roots. 3) The agronomy variables of the tomato crop was positively affected in the CO<sub>2</sub> injection treatment, except for the production of the fruit. 4) High concentration of CO<sub>2</sub> together with high temperatures caused physiological disorders in the plants, which affects the future productivity of the crop.

**Key words:** Carbon dioxide, *Solanum lycopersicum*, biomass, agronomy, C3 plants.

---

(\*)Recibido: 24-03-2020

Aceptado: 20-10-2020

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas,

<sup>2</sup>Universidad Central de Venezuela

<sup>3</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). E-mail: [rleon@agrosavia.co](mailto:rleon@agrosavia.co)

## INTRODUCCIÓN

Según las estadísticas de la Federación de Asociaciones de Productores Agropecuarios (FEDEAGRO, 2014), después de la cebolla, el tomate fue la segunda hortaliza de mayor producción en Venezuela en el año 2013 con 324.509 t, y rendimientos promedio de 24.764 kg/ha. Además, el tomate es la primera hortaliza que se consume a nivel nacional. Según el Instituto Nacional de Estadísticas (2014), para el primer semestre del año 2011 el consumo per cápita fue de 26,24 g/día. Respuestas desfavorables en los niveles productivos de esta especie podrían tener consecuencias negativas sobre la economía nacional.

A pesar de la importancia del cultivo, en las solanáceas, las temperaturas superiores a 32 °C aceleran la maduración de la fruta, y cuando la temperatura excede 35 °C durante períodos prolongados, el polen se vuelve inviable y evita la fertilización completa, causando deformaciones en la fruta (Araméndiz *et al.* 2008 a;b), que aunado con incrementos de las concentraciones de CO<sub>2</sub>, los efectos serían mucho más marcados sobre la tasa fotosintética, principalmente en especies C3, tal como es el cultivo de tomate (Salisbury y Ross 1994).

El estrés por calor normalmente disminuye la duración de las fases de desarrollo en los cultivos, lo cual conduce a la formación de órganos más pequeños, la intercepción de la luz reducida y afectación de los procesos de asimilación de carbono, incluida la transpiración, fotosíntesis y respiración (Chaves-Barrantes y Gutiérrez-Soto 2017). No obstante, se considera que la fotosíntesis es el proceso fisiológico más sensible a altas temperaturas, y que el aumento del contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera aumentará la temperatura en muchos ambientes. Este aumento inducido por la alta concentración de CO<sub>2</sub> en la tolerancia a altas temperaturas de las plantas, puede tener un impacto sustancial en la productividad y la distribución de muchas especies de cultivos en el futuro, ya que, puede afectar las variables asociadas a la fisiología del cultivo, tales como polen inviable, aborto floral,

reducción de las fases fenológicas, entre otras (Florido y Álvarez 2015).

Ante la incertidumbre que genera el cambio climático, en este cultivo resulta de vital importancia generar conocimientos para estimar el comportamiento de estas plantas, frente a los futuros escenarios del cambio climático, para orientar los esfuerzos en mejoramiento genético y nuevas técnicas de manejo que permitan mantener o incrementar los niveles productivos de la especie.

Entre tanto, se hace necesario responder las siguientes interrogantes: ¿qué efecto tendrán las elevadas concentraciones de CO<sub>2</sub> sobre la agronomía del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)?; ¿qué efectos tendrán sobre los niveles productivos?; las respuestas a estas interrogantes dependerán de los cambios que se observen en el clima futuro y dichos cambios son aún inciertos, por ello, la importancia de evaluar frente a condiciones de altas concentraciones de CO<sub>2</sub> su efecto sobre variables asociadas a la fisiología del cultivo de tomate.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Durante el 2015, se realizó el trabajo en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP), Maracay, estado Aragua, con coordenadas geográficas 10°17'14" LN y 67°36'02" LO a 480 msnm.

El experimento se ubicó en casa malla de nueve metros de largo por tres metros de ancho, estuvo cubierto por plástico transparente, con aberturas laterales que permitieron el intercambio gaseoso con el exterior.

### Material vegetal y manejo de la plantación

Se utilizó la variedad comercial de tomate 'Alba'. La siembra se realizó en bandejas de germinación de 72 celdas con sustrato a base de turba (sunshine N° 5). El trasplante se realizó a los 30 días a bolsas plásticas de 7 kg, colocadas de 0,25 m entre bolsas y 0,6 m entre hileras.

El control de malezas se realizó de manera manual y el control de insectos plaga se hizo químicamente durante todo el experimento. Las plantas fueron irrigadas, según cálculo, a partir de la evapotranspiración de referencia encontrada en el área experimental durante el tiempo de evaluación y los valores de Kc para tomate estimados por Rodríguez y Pire (2008).

### **Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos, ocho repeticiones y cinco (5) plantas por unidad experimental, para un total de 120 plantas.

Los tratamientos utilizados fueron:

TEXT: Testigo exterior. Representado por plantas que crecieron en el exterior del umbráculo en condiciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> ambiental.

TINT: Testigo interior. Representado por plantas que crecieron en condiciones de umbráculo con CO<sub>2</sub> ambiental.

TCO<sub>2</sub>: Testigo interior con inyección de CO<sub>2</sub>. Representado por plantas que crecieron en el umbráculo enriquecido con CO<sub>2</sub> a 426 ppm, correspondiente a la concentración ambiental estimada para el año 2030, proyectada por el modelo Magicc del escenario de emisión B2, según el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC 2009).

### **Análisis y control del CO<sub>2</sub> dentro del umbráculo.**

La concentración de CO<sub>2</sub> dentro del umbráculo, se determinó mediante el analizador de gases infrarrojo WMA (PPSystems, Hitchin, R.U.), con el que se mantuvo un monitoreo durante todo el ciclo, con valores pre-establecidos de CO<sub>2</sub> de 426 ppm.

### **VARIABLES EVALUADAS**

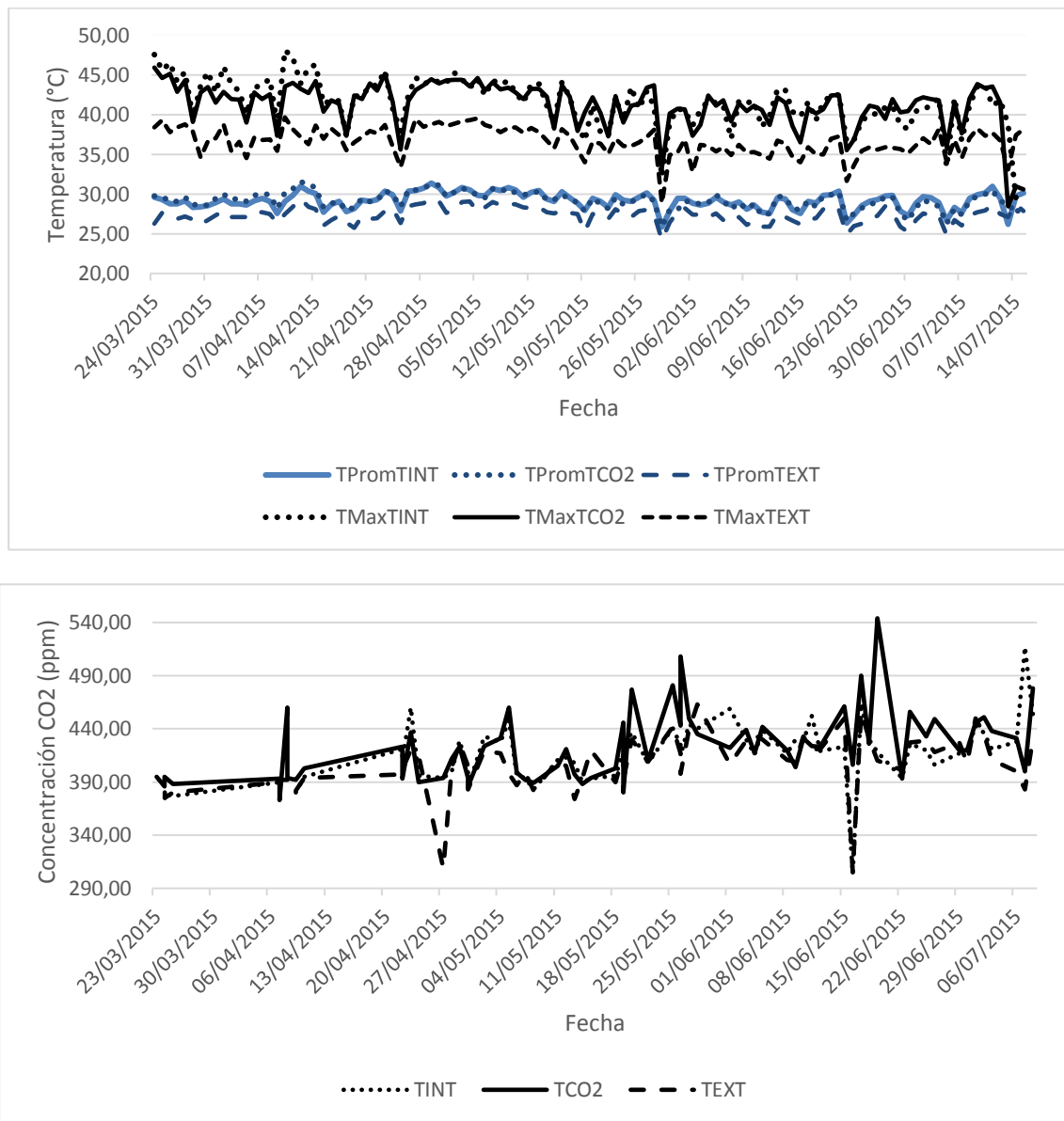
Se realizó una evaluación destructiva a los 30, 60 y 90 días después del trasplante, para lo cual se cosecharon, al azar, ocho plantas completas por

tratamiento. Se transportaron al laboratorio de ecofisiología vegetal del INIA, con el fin de determinar las siguientes variables: 1) altura de planta desde el suelo hasta la parte más alta de la planta (cm) y longitud del sistema radical, desde la base de la raíz hasta la parte más larga de la misma (cm), mediante el uso de cinta métrica. El área foliar (cm<sup>2</sup>) se determinó con el programa Image J. 2) peso con una balanza digital (g) de cada uno de los órganos vegetales (hojas, tallo, flores y frutos), para lo cual se cosecharon las plantas completas y se separaron entre cada parte para la determinación del respectivo peso. 3) número de hojas por planta. 4) se calculó el volumen de la raíz, para lo cual se introdujo la misma en un cilindro graduado con un volumen de agua conocido y se medía el volumen desplazado por estas. 5) por último, cada órgano se colocó en la estufa a una temperatura de 70°C por 48 horas o hasta llevarlo a peso constante, posteriormente fueron pesados para determinar el peso seco (g).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Variación del clima durante el ciclo del cultivo**

En la Figura 1a, se observa que las temperaturas dentro de la casa malla con o sin inyección de CO<sub>2</sub> fue similar para ambos tratamientos, con valores promedio entre 25 y 30 °C y máximos de 35 °C, condición diferencial para el testigo en campo abierto, el cual, mostró temperaturas menos limitantes con valores menores a los tratamientos en condición protegida. Por su parte, la concentración de CO<sub>2</sub> fue mayor en el tratamiento de inyección de CO<sub>2</sub> con valores tendiendo a estar por encima a 426 ppm (Figura 1b).



TProm: temperatura promedio (°C), TMax: temperatura máxima, TINT: tratamiento interior de la casa malla, TEXT: tratamiento exterior de la casa malla, TCO2: tratamiento con inyección de CO<sub>2</sub> dentro de la casa malla.

**Figura 1. Temperaturas promedio y máxima (°C) (a) y concentración de CO<sub>2</sub> (ppm) (b) bajo condiciones de casa malla y campo abierto en el cultivo de tomate variedad `Alba`.**

### Comportamiento del cultivo de tomate 30 días después del trasplante

La altura de la planta, número de hojas y área foliar total fue mayor ( $P \leq 0,05$ ) en el tratamiento sin inyección de CO<sub>2</sub> expuesto a campo abierto a los 30 días después del trasplante, con 34,63 cm, 10 hojas y 1048 cm<sup>2</sup>, respectivamente (Tabla 1). Así mismo ocurrió con el peso fresco de la parte aérea vegetativa (tallos y hojas), peso fresco y volumen de raíz, las cuales sobresalieron

significativamente en el tratamiento a campo abierto (TEXT) con 44,33 g; 8,13 g y 13,3 cm<sup>3</sup> (Tabla 1), comportamiento debido posiblemente a la mayor radiación, lo que pudo inducir un mayor crecimiento de toda la planta para el momento de la evaluación. Este comportamiento fue similar al reportado por Uzun (2007) quien identificó efecto positivo en variables asociadas a la agronomía del cultivo de berenjena (*Solanum melongena*).

## Comportamiento del cultivo de tomate a los 60 días después del trasplante

A los 60 días, similar a los 30, la parte vegetativa alcanzó los mayores valores ( $P \leq 0,05$ ) en el tratamiento de campo abierto (TEXT) para área foliar total (632,95 cm<sup>2</sup>) y peso fresco vástago

(110,4g) (Tabla 2). Caso contrario, ocurrió con la altura de planta, la cual sobresalió significativamente en el tratamiento con inyección de CO<sub>2</sub> (52,25 cm), peso fresco (12,74 g) y seco de raíz (1,96 g), volumen de raíz (15,25 ml) y peso fresco (3,93) y seco de flores (0,58 g) (Tabla 2).

**Tabla 1. Variables agronómicas 30 días después del trasplante en el cultivar de tomate “Alba” en tres tratamientos de inyección de CO<sub>2</sub>.**

Tratamientos	AP	NH	AF	LR	PFR	PFV	VR
TCO2	23 B	7,38 B	163,36 B	15,88 B	2,86 B	9,15 C	4,13 B
TINT	29,88 AB	9,38 A	397,97 A	12,38 B	2,33 B	26,85 B	6,75 B
TEXT	34,63 A	10,63 A	1048,43 A	21,75 A	8,13 A	44,33 A	13,13 A

AP: altura de planta (cm), NH: número de hojas, AF: área foliar (cm<sup>2</sup>), LR: longitud de raíz (cm), PFR: peso fresco de raíz (g), PFV: peso fresco del vástago y VR: volumen de raíz (ml). Letras diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (Tukey,  $p < 0,05$ ).

**Tabla 2. Variables agronómicas 60 días después del trasplante del cultivar de tomate “Alba” bajo tres tratamientos de inyección de CO<sub>2</sub>.**

Tratamientos	AP	AF	LR	PFR	PFV	VR	PFFL	PFFR	PSR	PSFL	PSFR
TCO2	52,25 A	253,02 B	28,38 A	12,7 A	53,45 B	15,25 A	3,93 A	0 C	1,96 A	0,58 A	0 C
TINT	42,75 B	220,72 B	25,63 AB	7,75 B	41,63 B	7,88 B	2,17 B	4,79 B	1,19 B	0,37 B	0,57 B
TEXT	44,63 B	632,95 A	20,63 B	9,8 AB	110,4 A	10,75 B	2,07 B	60,47 A	1,34 B	0,36 B	13,58 A

AP: altura de planta (cm), NH: número de hojas, AF: área foliar (cm<sup>2</sup>), LR: longitud de raíz (cm), PFR: peso fresco de raíz (g), PFV: peso fresco del vástago, VR: volumen de raíz (ml), PFFL: peso fresco de flores (g), PFFR: peso fresco de frutos (g), PSR: peso seco de raíz (g), PSFL: peso seco de flores, PSV: peso seco de vástago y PSFR: peso seco de fruto (g). Letras diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

Los resultados obtenidos por Leskovar (2001) aseguran que en tomate, el incremento de la concentración de CO<sub>2</sub> aumenta la biomasa vegetativa, sin afectar el número de hojas y tallos, sin embargo, esta información es contraria con estos resultados, al causar una mayor altura, lo que afectó la biomasa, comparado con los tratamientos dentro del umbráculo. A pesar de ello, Sánchez *et al.* (2000) señalan para maíz, que las raíces pueden incrementar su biomasa al ser tratadas con alta concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico.

Por otro lado, Leskovar (2001) asegura que la planta de tomate puede aumentar la translocación de sacarosa hacia las raíces, facilitando la movilización de nitrógeno y componentes de carbono, y así promover el desarrollo de primordios radiculares, lo que explica el mayor volumen en las raíces.

A pesar de la mayor biomasa de raíces y flores en TCO<sub>2</sub>, hubo el valor más bajo para el peso de frutos en TCO<sub>2</sub>, lo que podríamos indicar que el CO<sub>2</sub> logró inducir la producción de raíces y de flores, pero, la alta temperatura dentro de la estructura con inyección CO<sub>2</sub> (2°C por encima del tratamiento al exterior) provocó aborto floral. En el cultivo de tomate, la baja producción probablemente se deba a factores relacionados con la temperatura y el tiempo de exposición de las plantas a temperaturas superiores a 26 °C, tal como lo reporta Rodríguez (2013), quien encontró que las variables síntesis y acumulación de azúcares, son muy afectadas por temperaturas limitantes, provocan disminución en la tasa de llenado de fruto y maduración de los mismos.

En este aspecto, Uzun (2007) señaló un comportamiento en el cultivo de berenjena similar

al reportado en esta investigación, en el cual comenta un efecto de las variables asociadas al rendimiento con los factores de temperatura e intensidad de luz, siendo la óptima de 17-20 °C y 7-17 MJ.m<sup>-2</sup>.día<sup>-1</sup> para temperatura y radiación, respectivamente, por encima de estos valores, el número de frutos por planta y el peso promedio de la fruta disminuyeron y, por ende el rendimiento.

### Comportamiento del cultivo de tomate a los 90 días después del trasplante

A los 90 días ocurrió lo que se esperaba en esta investigación, la alta concentración de CO<sub>2</sub> provocó mayor crecimiento en los diferentes órganos de la planta de tomate (Tabla 3), en tal sentido, se observó comportamiento superior para la altura de planta (63,38 cm), área foliar (1597,29 cm<sup>2</sup>), peso fresco y seco de raíz (32,16 y 5,13 g), peso fresco y seco de vástago (132,88 y 22,1g), volumen de raíz (28,88 cm<sup>3</sup>) y peso fresco y seco de flores (4,21 y 0,78 g), pero, igual que a los 60 días, posiblemente las altas temperaturas provocaron aborto floral y polen inviable, lo que indujo el menor peso de frutos con (15,91 g; 91 % menos que en campo abierto).

Estos resultados son similares a los obtenidos por Sánchez *et al.* (2000), quienes en frijol observaron incrementos en el número de hojas, al someter las plantas a ambientes con concentraciones altas de CO<sub>2</sub>, lo que conllevó al aumento en la biomasa. Este comportamiento también coincide con lo reportado por Jarma *et al.*

(2012), señalan que el aumento en las temperaturas modifica la fenología de las plantas de tomate y se acentúa en plantas sometidas a altas concentraciones de CO<sub>2</sub>.

Juanjuan *et al.* (2019) en un experimento con plantas de tomate cultivadas en CO<sub>2</sub> ambiental y tratamientos inducidos de luz, promovieron apreciablemente el crecimiento y la acumulación de peso seco. La alta concentración de CO<sub>2</sub> en las plantas de tomate provocó mayores tasas de asimilación de CO<sub>2</sub> y por ende mejor comportamiento para variables asociadas al crecimiento, biomasa área y rendimiento (Monje *et al.* 2018).

No obstante, debido a que la luz y la temperatura no fueron controladas, siendo mucho más altas para los tratamientos en casa malla, estas condiciones ofrecen indicios que otros factores climáticos juegan un rol importante en el efecto que tiene el CO<sub>2</sub> sobre el cultivo de tomate. Sobre este aspecto, Orozco *et al.* (2012) señalan que la fotosíntesis neta se incrementa progresivamente con el aumento del CO<sub>2</sub>, en particular, en especies C3, pero a altas temperaturas, se reduce por efecto del aumento en la fotorrespiración.

Esto pudiera ser la confirmación que el efecto negativo en la fructificación y la menor producción, se debe a factores de altas temperaturas dentro del umbráculo, que en promedio resultó 2 °C por encima de las temperaturas registradas al exterior del mismo.

**Tabla 3. Variables agronómicas 90 días después del trasplante en un cultivar de tomate “Alba” sometido a tres tratamientos de inyección de CO<sub>2</sub>.**

Tratamientos	AP	AF	PFR	PFV	VR	PFFL	PFFR	PSR	PSV	PSFL	PSFR
TCO2	63,38 A	1597,3 A	32,16 A	132,88 A	28,88 A	4,21 A	15,91 B	5,13 A	22,1 A	0,78 A	1,6 B
TINT	47,75 B	543,38 C	7,9 B	77,92 C	9,63 B	2,1 B	46,49 B	2,4 B	13,6 C	0,59 AB	4,65 B
TEXT	48,88 B	1070,5 B	24,46 A	101,66 B	21,13 A	2,19 B	184,8 A	3,67 AB	17,9 B	0,47 B	18,48 A

AP: altura de planta (cm), NH: número de hojas, AF: área foliar (cm<sup>2</sup>), LR: longitud de raíz (cm), PFR: peso fresco de raíz (g), PFV: peso fresco del vástago, VR: volumen de raíz (ml), PFFL: peso fresco de flores (g), PFFR: peso fresco de frutos (g), PSR: peso seco de raíz (g), PSFL: peso seco de flores, PSV: peso seco de vástago y PSFR: peso seco de fruto (g). Letras diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (Tukey, p≤0,05).

## CONCLUSIONES

Altas concentraciones de CO<sub>2</sub> afecta el crecimiento de las plantas de tomate y la acumulación de biomasa fresca y seca, pero junto con las altas temperaturas, provocan desordenes fisiológicos, lo que afecta la productividad en el cultivo.

## REFERENCIAS

- Araméndiz, H., Cardona, C., Jarma, A. y Espitia, M. 2008a. El cultivo de la berenjena (*Solanum melongena* L.). 1ª ed., editorial Produmedios, Bogotá. 152 p.
- Araméndiz, H., Cadena, J. y Pérez, D. 2008b. Hibridación artificial en berenjena (*Solanum melongena* L.): efecto sobre la producción de frutos y semillas. Revista U.D.C.A. 11(2): 121-130.
- Chaves-Barrantes, N. y Gutiérrez-Soto, M. 2017. Respuestas al estrés por calor en los cultivos. I. aspectos moleculares, bioquímicos y fisiológicos. Agronomía Mesoamericana 28(1):237-253.
- Federación de Asociaciones de Productores Agropecuarios, FEDEAGRO, Venezuela. 2013. Base de Datos de Estadísticas de Producción Agropecuaria (Documento en línea). En: <http://www.fedeagro.org/produccion/Rubros.asp> (julio de 2014).
- Florido, M. y Álvarez, M. 2015. Aspectos relacionados con el estrés de calor en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Cultivos Tropicales 36:77-95.
- Instituto Nacional de Estadísticas, INE, Venezuela. 2014. Encuesta de Seguimiento al Consumo de Alimentos. Consumo aparente per cápita según producto durante 2011-2012(Documento en línea). En: [http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com\\_content&id=534&Itemid=38;tmpl=component](http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com_content&id=534&Itemid=38;tmpl=component).(julio de 2014).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2009. Cambio climático del 2007. In: Pachauri, R. y Reisinger, A. eds. Informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra. Suiza. 104 p.
- Jarma, A., Ayala, C. y Araméndiz, H. 2012. Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 15(1):63-76.
- Juanjuan, T., Qin, D., Linjie, Y., Jianming, J. and Zou, J. 2019. Interaction of Supplementary Light and CO<sub>2</sub> Enrichment Improves Growth, Photosynthesis, Yield, and Quality of Tomato in Autumn through Spring Greenhouse Production. Hortscience 54(2):246-252. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13709-18>.
- Leskovar, D. 2001. Producción y Ecofisiología del trasplante hortícola. Primer Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanaceas. Departamento de Horticultura y Texas Agriculture and Mechanics University. Coahuila, México. 24p.
- Monje, E., Gutiérrez, J. y López, I. 2018. Diseño de un control óptimo para regular la concentración de CO<sub>2</sub> al interior de un invernadero. Pistas educativas. 40(4): 1353-1363.
- Orozco, J., Ayala, C. y Araméndiz, H. 2012. Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 15(1):63-76.
- Rodríguez, R. y Pire, R. 2008. Evapotranspiración diaria del tomate determinada mediante un lisímetro de Pesada. Agronomía Tropical 58(1):73-76.
- Rodríguez, W. 2013. Evaluación Agronómica y Fisiológica del Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.): Influencia del

sistema del cultivo en condiciones salinas y de manejo de riego con altas temperaturas medioambientales. Trabajo de Grado Doctoral. Orihuela, España. Universidad Miguel Hernández de Elche. 222p.

Salisbury, F. B. y Ross C. W. 1994. Fisiología Vegetal.. Grupo Editorial Iberoamérica. México, DF. 759 p.

Sánchez, P., Larque, A., Nava, T. y Trejo, C. 2000. Respuesta de plantas de maíz y frijol al enriquecimiento de dióxido de carbono. Agrociencia. 34(1):311-320.

Uzun, S. 2007. Effect of lighth and temperature on the phenology and maturation of the fruit of eggplant (*Solanum melongena*L.) grown in greenhouses. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 35:51-59. doi:  
<https://doi.org/10.1080/01140670709510167>.