

DESEMPEÑO FOTOSINTÉTICO DE PORTAINJERTOS DE AGUACATE CRIOLLOS DE COLOMBIA

Bedoya-Ramírez, Sara Isabel¹; Saavedra-Porras, Susan¹; Barrera-Sánchez, Carlos Felipe²; Córdoba-Gaona, Óscar de Jesús²

¹Avofruit s.a.s- Grupo Cartama. sbedoya@cartama.com.co

²Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Medellín, Colombia.

Resumen

En Colombia, la expansión del aguacate hacia nuevos territorios ha traído consigo diferentes retos, entre los cuales se destaca la comprensión de la variabilidad en la expresión ecofisiológica por efecto de los portainjertos utilizados. El objetivo consistió en evaluar el comportamiento fotosintético de portainjertos criollos de aguacate, con el fin de identificar atributos fisiológicos en fase de vivero. El trabajo se realizó en Caldas, Colombia, con coordenadas geográficas 5°26'39" N; 75°38'56" W. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 17 tratamientos (portainjertos de aguacate criollos procedentes de distintas regiones de Colombia) y 20 repeticiones. Se registró la asimilación de CO₂, conductancia estomática y tasa de transpiración (radiación entre 0 y 2200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Las diferencias fueron declaradas significativas si $P < 0,05$ (LSD). Los resultados arrojaron diferencias significativas para todas las variables. En cuanto a la asimilación de CO₂, el patrón CAR17 fue significativamente superior (10.37 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). El material con mayor conductancia estomática fue CAR 17 y para tasa de transpiración fue CAR06, aun cuando su asimilación de CO₂ fue de solo 5.97 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, indicó un control estomático que le permitió captar mayor cantidad de gas carbónico sin pérdidas considerables de agua (regulación estomática). Se concluyó que la procedencia influyó significativamente sobre el comportamiento fotosintético, y posibilita así la detección de atributos tempranos para la selección de materiales que puedan usarse como portainjertos.

Palabras clave: Ecofisiología vegetal, *Persea americana* Mill, Intercambio gaseoso, Uso eficiente del agua.

PHOTOSYNTHETIC PERFORMANCE OF CREOLE AVOCADO ROOTSTOCK FROM COLOMBIA

Abstract

In Colombia, the expansion of avocado to new territories has brought different challenges, among which the understanding of the variability in the ecophysiological expression because of the rootstocks used stands out. The objective consisted of evaluating the photosynthetic behavior of creole avocado rootstocks to identify physiological attributes in the nursery phase. The work was carried out in Caldas, Colombia, with geographic coordinates 5 ° 26'39" N; 75 ° 38'56" W. A completely randomized experimental design was used with 17 treatments (Creole avocado rootstocks from different regions of Colombia) and 20 replications. CO₂ assimilation, stomatal conductance, and transpiration rate (radiation between 0 and 2200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) were recorded. Differences were declared significant if $P < 0.05$ (LSD). The results showed significant differences for all the variables. Regarding to CO₂ assimilation, the CAR17 pattern was significantly higher (10.37 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). The material with the highest stomatal conductance was CAR17 and for transpiration rate was CAR06, even though its CO₂ assimilation was only 5.97 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, thus exposing a low efficiency in the use of water, indicating a stomatal control that allowed it to capture a greater amount of carbon dioxide without considerable water losses (stomatal regulation). It is concluded that the origin significantly influenced the photosynthetic behavior, thus enabling the detection of early attributes for the selection of materials that can be used as rootstocks.

Key words: Plant ecophysiology, *Persea americana* Mill, Gas exchange, Water use efficiency

Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill.) está distribuido entre los 0 y 2200 msnm. Esta especie se cultiva en más de 50 países del mundo, en regiones tropicales y subtropicales (Hurtado et al., 2018; Montes et al., 2017). La producción de Colombia en el 2018 fue de 535.021 toneladas (63.534 ha), ocupando el quinto lugar en el mundo después de México, República Dominicana, Perú e Indonesia (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2021). Para el año 2019 Colombia logró una producción de cercana a las 824 mil toneladas (AGRONET, 2021).

Por ser una planta alógama y altamente heterocigótica, la multiplicación a partir de semillas origina descendencias que presentan una alta variabilidad con relación a características tanto morfológicas como biológicas. Por lo anterior, la injertación como método de propagación y producción de plántulas de alta calidad, con alta capacidad productiva y resistencia a limitantes bióticos y abióticos, se ha convertido en uno de los métodos de propagación más eficientes (Alberti et al., 2017; Love et al., 2017; Tripathi y Karunakaran, 2019).

Entre los atributos deseados para portainjerto se tienen, alto vigor y rápido crecimiento, alta compatibilidad patrón-copa, eficiencia en la absorción de agua y elementos nutricionales (Barrientos-Priego, 2017), todos ellos relacionados con el proceso fotosintético. Estas características dependen de la expresión agronómica del portainjerto y el crecimiento del vegetal, lo cual es influenciado por atributos biológicos como resultado de procesos fisiológicos que interactúan, como fotosíntesis, respiración y relaciones hídricas, además de, su genética y de la interacción con el ambiente en el cual se desarrolla (genotipo por ambiente) (Lambers et al., 1998). Por lo anterior, es de suma importancia la búsqueda de portainjertos que permitan la producción de plantas estables, adaptadas y con alto potencial productivo, enfocado a la atención en el incremento de las áreas establecidas. Por lo tanto, el objetivo consistió en evaluar el comportamiento fotosintético de portainjertos criollos de aguacate, con el fin de identificar atributos ecofisiológicos en fase de vivero.

Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló en el vivero CARTAMA, municipio de Supía, departamento de Caldas, localizado a 5°26'39''N; 75°38'56''W, y a una altura de 1185 msnm. Temperatura media entre 22 y 24 °C, mínima de 17.4 °C y máxima de 28.1 °C, precipitación media anual de 1117 mm y humedad relativa máxima de 100 % y mínima del 53.5 %.

El material evaluado con potencial para portainjertos procede de introducciones de semilla realizadas por AVOFRUIT S.A.S. de distintas localidades de Colombia. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 17 tratamientos (patrones de aguacate) y 20 repeticiones; cada tratamiento fue identificado con el código CAR, desde 01 hasta 17. Las semillas del material colectado recibieron un manejo de tipo comercial. A los seis meses, y empleando un analizador de gases en infrarrojo LCi ADC Bioscientific UK, se realizaron mediciones de intercambio gaseoso sobre hojas jóvenes completamente desarrolladas. Se usó una radiación fotosintéticamente activa que varió entre 0 y 2200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Las variables medidas correspondieron a la tasa de asimilación neta de CO_2 (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), conductancia estomática (g_s , $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y transpiración (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Se realizó un análisis de varianza de una vía. La comparación entre tratamientos se realizó mediante la prueba LSD con un nivel de significancia del 5 %, usando el paquete “agricolae” del programa R (R Core Team, 2020).

Resultados

Se presentaron diferencias estadísticamente significativas para las variables de intercambio gaseoso: A ($P < 2e-16$), g_s ($P < 2e-16$), E ($P < 2e-16$) y EUA ($P < 2e-16$). En cuanto a la A , los patrones CAR17 y CAR11 se destacaron como los de mejor capacidad de asimilación de CO_2 , con tasas que alcanzaron valores de 11.50 y 10.60 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente, mientras que genotipos como CAR10, CAR12, CAR2, CAR1 y CAR15 presentaron las menor tasas, con valores inferiores a 3 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; en el resto de los materiales la A varió entre 3 y 8 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 1). En general todas las procedencias de aguacate presentaron un punto de saturación lumínica a 1100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Respecto a la g_s y la E , el tratamiento CAR17 y CAR6 fueron significativamente superior a los otros (0.32 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y 6.71 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente) (Figura 2 y 3).

Discusión

Respecto a la asimilación de CO_2 , los mayores valores encontrados con los tratamientos CAR17 y CAR11 fueron superiores a lo indicado por Joshi et al. (2019), quienes en un estudio realizado en Israel sobre plantas del cultivar Hass expuesto a una radiación ambiental (superior a 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), encontraron tasas de asimilación en un intervalo de 5.9 a 7.6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, valores medios típicos de plantas con ruta fotosintética C3. Contrario a esto, los bajos valores registrados con los materiales CAR10, CAR12, CAR2, CAR1 y CAR15 podría servir como evidencia de un bajo potencial para ser usado como portainjerto.

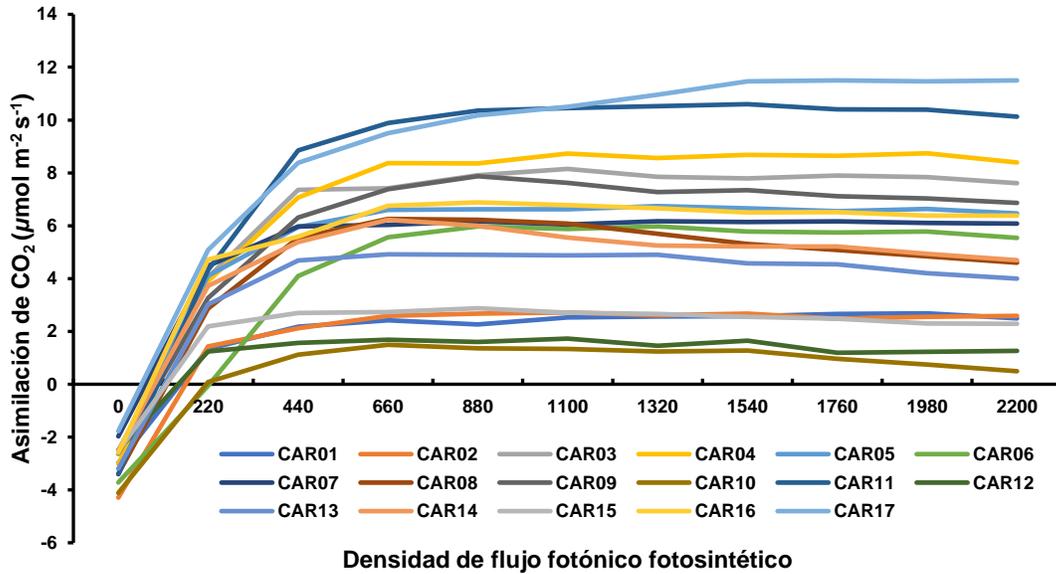


Figura 1. Curva de saturación lumínica para la asimilación de CO₂ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de patrones criollos de aguacate procedentes de distintas regiones de Colombia.

La mayor conductancia estomática se encontró en el material CAR 17, el cual también fue el que presentó la mayor asimilación de CO₂; no obstante, el material CAR6 quien presentó la mayor tasa transpiratoria, fue uno de los cultivares con menor capacidad de asimilación de CO₂. Lo anterior coloca de manifiesto la capacidad de regulación y adaptación que tienen los diferentes cultivares de aguacate indicando un control estomático que permite fijar una mayor cantidad carbono sin pérdidas considerables de agua (regulación estomática). Al respecto, Heath et al. (2010) sugiere que la conductancia estomática es el factor que más afecta la actividad fotosintética en hojas de aguacate, y, por ende, su potencial productivo.

Numerosos estudios han demostrado una variación significativa en las características anatómicas de los estomas, incluso, al interior de una misma especie (Faralli et al., 2019), hecho que posiblemente influyó sobre los resultados encontrados, favoreciendo al tratamiento CAR17, ya que este expuso cierta habilidad fenotípica relacionada con la conductancia estomática, dado que logró priorizar las ganancias de carbono por encima de las pérdidas de agua. De esta manera se concluye que la procedencia influyó significativamente sobre el comportamiento fotosintético, posibilitando así la detección de atributos tempranos para la selección de materiales que puedan usarse como portainjertos en Colombia.

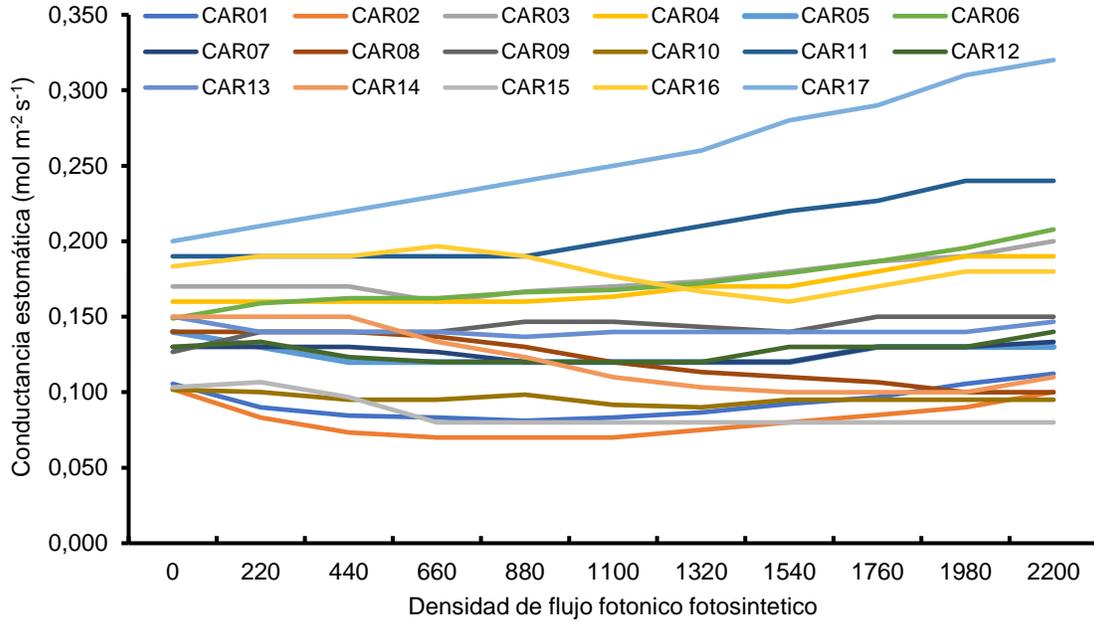


Figura 2. Conductancia estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de patrones criollos de aguacate procedentes de distintas regiones de Colombia, en respuesta a la variación de la densidad de flujo fotónico fotosintético.

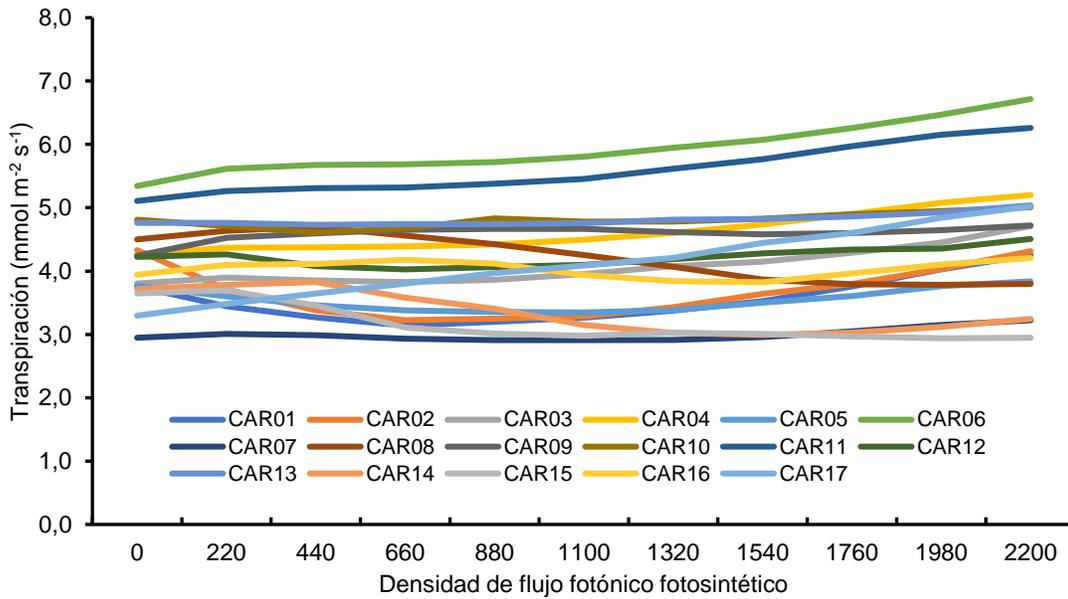


Figura 3. Tasa de transpiración ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de patrones criollos de aguacate procedentes de distintas regiones de Colombia, en respuesta a la variación de la densidad de flujo fotónico fotosintético.

Literatura Citada

AGRONET. 2021. Evaluaciones Agropecuarias del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Consultado en <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>

- Alberti, M. F., B. D. A. Brogio, S. R. D. Silva, T. Cantuarias, and C. Fassio. 2018. Avances en la propagación del aguacate. *Rev. Bras. Frutic.* 40(6):1-18.
- Barrientos-Priego, A. F. 2017. Presente y futuro de los portainjertos y variedades de aguacate en el mundo y México. pp. 2-15. In: Salazar Garcia, S., y A. F. Barrientos Priego (Eds.). *Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate*. Asociación de Productores y Exportadores de Jalisco, A.C. (APEAJAL). 4 al 7 de septiembre. Ciudad Guzmán, Jalisco, México.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2020. FAOSTAT online database. Consultado en <http://www.faostat.fao.org/>
- Faralli, M., J. Matthews, and T. Lawson. 2019. Exploiting natural variation and genetic manipulation of stomatal conductance for crop improvement. *Curr. Opin. Plant Biol.* 49:1-7.
- Heath, R., M. Mickelbart, M. L. Arpaia, C. Fassio, and R. Miller. 2010. Midday depression of stomatal conductance in avocado leaves. Consultado en http://www.avocadosource.com/journals/civdmchile_1990/civdmchile_1990_pg_06
- Hurtado, E., A. Fernández, and A. Carrasco. 2018. Avocado fruit—*Persea americana*. pp 37-48. In: Rodrigues, S., E. de Oliveira, and E. Sousa (Eds). *Exotic Fruits*. Academic Press. Elsevier Inc. India.
- Joshi, N. C., D. Yadav, K. Ratner, I. Kamara, E. Aviv-Sharon, V. Irihimovitch, and D. Charuvi. 2019. Sodium hydrosulfide priming improves the response of photosynthesis to overnight frost and day high-light in avocado (*Persea americana* Mill, cv. "Hass"). *Physiol. Plant.* 168:394–405.
- Lambers, H., F.S. III Chapin, and T. L. Pons. 1998. *Plant Physiological Ecology*. Springer- Verlag. Berlin, 540 p.
- Love, K., R. Paull, A. Cho, and A. Kawabata. 2017. *Tropical Fruit Tree Propagation Guide*. Fruit, Nut, and Beverage Crops. College of Tropical Agriculture and Human Resources- F_N-49. 10 p.
- Montes, S., J. D. de la Torre, E. Heredia, M. Hernández, and M. Camarena. 2017. Caracterización morfológica de germoplasma de aguacate mexicano (*Persea americana* var. *drymifolia*, Lauraceae). *Interciencia* 42(3):175-180.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Consultado en <https://www.R-project.org/>
- Tripathi, P. C., and G. Karunakaran. 2019. Standardization of time and method of propagation in avocado. *J. Appl. Hortic.* 21(1):67-69.