

GERMOPLASMA LOCAL DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.) TIPO 'CRIOLLO' PARA LA PRODUCCIÓN DE PORTAINJERTOS EN EL ECUADOR

Viera, William¹; Sotomayor, Andrea¹; Viteri, Pablo¹; Ushiña, Raquel²; Cho, Kang Jin³

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Programa de Fruticultura. Av. Interoceánica km 15 y Eloy Alfaro. Tumbaco, Ecuador. Correo-e: william.viera@iniap.gob.ec. ² Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Sector La Morita. Tumbaco, Ecuador. ³ Korean Project on International Agriculture, KOPIA Center Ecuador. Panamericana sur km 1. Cutuglahua, Ecuador.

Resumen

En el Ecuador, la producción de plántulas portainjertos de aguacate se lo ha realizado utilizando tipos locales. El tipo más comúnmente utilizado es el denominado "Criollo" cuyo origen se lo asocia con la raza mexicana; sin embargo, existe una variabilidad fenotípica que se expresa en los frutos de este que son utilizados como semilla para la generación de nuevas plantas. El objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes morfotipos "Criollos" producidos en dos provincias (Pichincha e Imbabura) de Ecuador. Se colectó semilla de 12 morfotipos y se evaluó su porcentaje de germinación, altura de planta y biomasa (peso seco) de la parte aérea (tallo y hojas) y raíz para determinar diferencias entre los materiales. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. La mayoría de materiales evaluados superaron el 95% de germinación y alcanzaron un calibre superior a 5 mm de diámetro en 145d. En cuanto a biomasa de la parte aérea y raíz, solo se pudo diferenciar dos intervalos de significación. A pesar de que existe una variabilidad fenotípica en los materiales evaluados del tipo "Criollo", los resultados indicaron que varios de los morfotipos presentaron características agronómicas aceptables para la generación de plántulas portainjertos para este frutal.

Palabras clave adicionales: Semilla, fenotipo, calibre, biomasa.

Abstract

In Ecuador, the production of avocado rootstock seedlings has been done using local types. The most commonly used type is the called "Criollo" whose origin is associated with the Mexican race; however there is a phenotypic variability that is expressed in the fruits of this cultivar which are used as seed for the generation of new plants. The objective of this research was assessing different morphotypes of the "Criollo" type grown in two provinces (Pichincha and Imbabura) of Ecuador. Seeds of 12 different morphotypes were collected and their percentage of germination, plant height and biomass (dry weight) of the aerial part (stem and leaves) and root were evaluated to determine differences between the materials. A completely random block design with three replicates is used. Most of the evaluated materials exceeded 95% of germination and reached a caliber greater than 5 mm of diameter in 145 days. In terms of biomass of the aerial part and the root, only two ranges of significance were observed. Although there is a phenotypic variation in the evaluated materials of the "Criollo" type, the results indicate that several of the morphotypes shows acceptable agronomic characteristics for the generation of seedling rootstocks for this fruit.

Additional keywords: Seed, phenotype, caliber, biomass.

Introducción

El subgénero *Persea* tiene su centro de origen primariamente en la región que comprende desde la parte central de México, a través de Guatemala hasta gran parte de Centroamérica (Gutiérrez, et al., 2009). El aguacate (*Persea americana* Mill.) pertenece a la familia Lauraceae. Existen tres variedades botánicas y subespecies cultivadas, cuyos tipos son: Mexicano (var. *drymifolia*), Guatemalteco (var. *guatemalensis*) y el Antillano (var. *americana*) (Oduro et al., 2013).

En la Región Interandina (América del Sur), el aguacate es un fruto tradicional en la dieta de los ecuatorianos. Este fruto ha dejado de ser únicamente para el consumo local y se ha convertido en un producto con alto potencial de exportación (Viera et al., 2016a). Las principales zonas productoras de aguacate en Ecuador son Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja (INIAP, 2008), y actualmente existe una tendencia para incrementar la superficie cultivada de este frutal en el país por lo que la generación de nuevas plántulas en vivero es un tema de importancia.

Aunque los resultados obtenidos por Viera et al. (2016b) mencionaron que existe una baja variabilidad genética dentro del tipo 'Criollo', las relaciones genéticas entre las especies de *Persea* no están bien definidas y se basan principalmente en parámetros morfológicos (Mhamed et al., 1997). Además, el aguacate se caracteriza por un alto nivel de heterocigosidad, lo que resulta en la generación de híbridos impredecibles (Lahav y Lavi, 2009), situación que se viabiliza al ser esta una especie de polinización cruzada (Pérez et al., 2012). Por lo mencionado, el uso de materiales locales para la producción de portainjertos resulta en la obtención de plántulas no homogéneas y de crecimiento no uniforme, dependiendo del sitio de obtención de la semilla e incluso del árbol que se recolecta.

El objetivo de esta investigación fue determinar el comportamiento agronómico de germoplasma de aguacate 'Criollo' para la obtención de plántulas como portainjertos de aguacate.

Materiales y Métodos

Germoplasma local

Se colectaron frutos de aguacate en estado de madurez fisiológica en el sector de Perucho, ubicado en la Provincia de Pichincha, a una altitud de 1925 msnm; y en el sector de Urcuquí, ubicada en la Provincia de Imbabura, a una altitud de 2107 msnm. el Cuadro 1 y Figura 1 muestra las diferencias fenotípicas de los frutos colectados.

Cuadro 1. Características fenotípicas de los frutos aguacate tipo “Criollo” colectados en las Provincias de Pichincha e Imbabura, Ecuador.

Código	Localidad	Diámetro fruto (mm)		Diámetro semilla (mm)		Color
		Longitudinal	Ecuatorial	Longitudinal	Ecuatorial	
AP1	Perucho	64.00	75.50	44.27	35.93	Verde
AP2	Perucho	56.00	75.00	48.44	32.61	Negro
AP3	Perucho	62.00	87.50	31.99	31.51	Negro
AP4	Perucho	64.00	107.00	36.86	36.32	Verde
AP5	Perucho	60.00	87.50	43.50	36.56	Verde
AP6	Perucho	57.00	132.50	52.75	32.69	Verde
AP7	Perucho	61.00	105.50	38.10	35.54	Negro
AP8	Perucho	64.50	117.00	52.14	32.66	Verde
AP9	Perucho	69.00	106.50	39.80	36.53	Negro
AP10	Perucho	57.00	95.50	30.45	25.85	Verde
AP11	Perucho	115.03	59.12	58.30	29.36	Verde
AP12	Perucho	94.24	60.49	47.00	36.50	Verde
AP13	Perucho	59.00	119.00	45.43	34.12	Verde
AP14	Perucho	56.00	75.00	48.44	32.61	Verde
AU15	Urcuquí	74.78	61.345	39.19	33.945	Verde
AU16	Urcuquí	84.19	57.3	42.52	193.905	Negro



Figura 1. Variabilidad fenotípica de frutos de aguacate tipo ‘Criollo’ colectados en huertos en Pichincha e Imbabura, Ecuador.

Preparación de la semilla

Se realizó la extracción de la semilla cuando el fruto estuvo en su madurez fisiológica. La semilla se secó a temperatura ambiente (18 °C) por 6 horas para retirar las cubiertas seminales. Posteriormente se realizó un corte en el ápice y en la base para promover la

germinación, y finalmente fue desinfectada en una solución de Carboxim + Thiram (1 g L^{-1}) por 30 minutos.

Implementación del ensayo

El ensayo fue implementado en el invernadero de la Granja Experimental Tumbaco del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, ubicado en la Provincia de Pichincha, a una altitud de 2332 msnm, con una temperatura promedio de $21 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa promedio de 43%. La semilla fue sembrada en macetas con capacidad de 1.1 L, conteniendo sustrato conformado por tierra negra y pomina (proporción 2:1). Previamente el sustrato fue desinfectado utilizando Metalaxil + Mancozeb (2.5 g L^{-1}). En cada maceta se colocó una semilla a una profundidad de 6 cm, con el ápice hacia arriba.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Cada repetición estuvo constituida por seis plantas. El análisis de datos se realizó con el programa R versión 3.1.1. Se registraron las siguientes variables: porcentaje de germinación, altura de planta (cm), calibre del tallo (cm), peso seco de la parte aérea (g) y peso seco de la raíz (g).

Resultados y Discusión

Porcentaje de germinación

Los valores variaron desde 73 a 100% en la germinación de las semillas de aguacate (Cuadro 2). Sin embargo, la mayoría de materiales evaluados superaron el 95% de germinación. Solo el material AP3 alcanzó el 100%; mientras que el valor más bajo fue obtenido por el material AP13 (73%). La germinación de las semillas se produjo en un período de 30 a 45d, amplitud menor al indicado por Hilliger (1976), quien obtuvo germinación de semillas en un período de 60 a 120 con una germinación de 77 a 97%, con las cubiertas seminales removidas al igual que en este estudio. Además, el mismo autor mencionó que no hubo una significancia práctica en el incremento de porcentaje de germinación, razón por la cual se puede afirmar que al tener materiales de la raza mexicana su comportamiento en porcentaje de germinación será semejante.

Altura de la planta

Se observó variabilidad en cuanto la altura (Cuadro 2), donde el material AP12 presentó la mayor altura con 67.60 cm; mientras que los valores menores se registraron en los materiales

AP6 (43.14 cm) y AP13 (37.34 cm). Hiliger (1976) indicó que la altura de las plántulas de aguacate puede ser promovida si las semillas son tratadas previamente con ácido giberélico.

Calibre del tallo

El grosor del tallo es un parámetro de gran importancia para la injertación de la planta. En general, la mayoría de materiales superó los 5 mm de calibre después de los 173d de la siembra (Cuadro 2). Sin embargo, los materiales AP12 y AU15, procedentes de diferentes provincias, alcanzaron un valor ligeramente superior a 6 mm; mientras que AP10 obtuvo el menor valor (4.6 mm), lo cual no es adecuado para realizar el proceso de injertación.

Además, es importante que un material alcance un calibre mínimo para injertación (5 mm) en el menor tiempo posible, debido a que su mantención en el vivero representa un costo para el productor. Los materiales AP12 y AU15 obtuvieron los mejores valores de calibre (> 6 mm); sin embargo, AP12 alcanzó su calibre a los 136d, mientras que AU15 a los 146d. Por otro lado, el material AP 7 alcanzó un calibre de 5.92 mm en un período de 157d (Figura 2), siendo el material que más demoró en engrosarse del tallo. Según ANACAFE (2004), la plántula de aguacate está lista para la injertación al aproximarse su calibre a 1 cm de diámetro, lo cual se consigue entre 4 y 6 meses posteriores a la germinación de la semilla; sin embargo, en nuestro estudio, los materiales evaluados alcanzaron la mitad del calibre mencionado en un período aproximado de 5 meses.

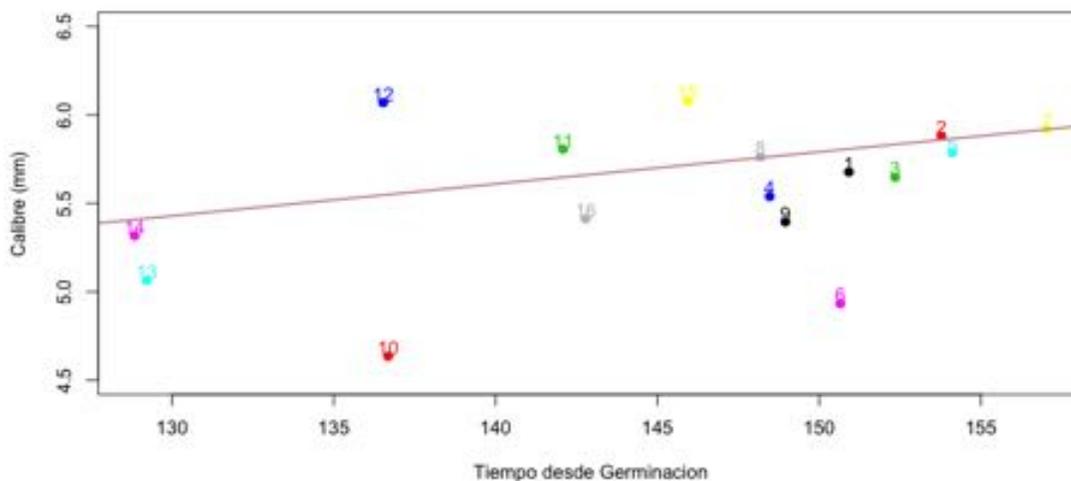


Figura 2. Número de días desde la germinación en el desarrollo del diámetro de tallo (calibre) de los materiales de aguacate tipo “Criollo” de Ecuador.

Peso seco de la parte aérea y raíz

La vigorosidad de una planta se refleja en la biomasa que va desarrollando durante su crecimiento. El material AP2 obtuvo el mayor peso seco de la parte aérea (tallo y hojas) con un valor de 23.20 g; mientras que AP3 y AU16 obtuvieron valores bajos (9.83 y 10.10 g). En cuanto al peso seco de la raíz, el material AP7 alcanzó el valor mayor con 12.17 g; mientras que AP3 y AU16 obtuvieron los menores valores con 2.73 y 3.77 g, respectivamente. El resto de materiales compartieron las dos amplitudes de significación que se obtuvo como resultado del análisis funcional tanto en peso seco de la parte aérea y raíz (Cuadro 2). Es importante mencionar que una raíz vigorosa asegura la calidad de una planta antes de su trasplante a campo abierto. Sin embargo, la producción de raíces ha sido correlacionada con la aplicación de nutrientes en el sustrato (Salazar et al., 2015) y a la temperatura del suelo (Whiley et al., 1990).

Cuadro 2. Resultados de las variables agronómicas evaluadas en los diferentes morfotipos de aguacate tipo “Criollo” de Ecuador.

Aguacate	Germinación (%)	Altura (cm)	Calibre (mm)	Peso seco parte aérea (g)	Peso seco raíz (g)
AP1	86.25 i	53.73 abc	5.67 abc	20.43 ab	9.13 ab
AP2	98.75 bc	60.37 ab	5.88 abc	23.20 a	10.17 ab
AP3	100.00 a	57.51 ab	5.65 abc	9.83 b	2.73 b
AP4	86.24 i	54.66 abc	5.53 abcd	19.27 ab	9.17 ab
AP5	98.75 bc	55.79 abc	5.78 abc	19.33 ab	8.70 ab
AP6	97.50 d	43.14 c	4.93 cd	12.13 ab	4.80 ab
AP7	98.00 cd	67.60 a	5.92 ab	23.20 ab	12.17 a
AP8	94.20 f	57.70 ab	5.76 abc	13.73 ab	6.10 ab
AP9	95.00 e	49.92 bc	5.39 abcd	15.33 ab	8.03 ab
AP10	82.50 j	45.08 bc	4.63 d	12.87 ab	6.37 ab
AP11	92.50 g	50.21 abc	5.8 abc	16.83 ab	7.40 ab
AP12	91.25 h	61.54 ab	6.07 a	16.53 ab	6.07 ab
AP13	73.75 k	37.34 c	5.06 bcd	12.93 ab	5.83 ab
AP14	95.00 e	44.18 bc	5.31 abcd	14.13 ab	4.77 ab
AU15	94.00 f	51.74 abc	6.07 a	15.20 ab	5.90 ab
AU16	99.00 b	50.00 bc	5.41 abcd	10.10 b	3.77 b

Conclusión

A pesar de que existe una variabilidad fenotípica en los materiales evaluados del tipo “Criollo”, los resultados de esta investigación mostraron que el porcentaje de germinación de los

distintos morfotipos fue aceptable (> 95%). El calibre (6 mm) alcanzado a los 4 meses después de la siembra ya es adecuado para el proceso de injertación puesto que es factible encontrar ramilla del mismo calibre. No se observaron mayores diferencias en cuanto a altura de planta y biomasa.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Proyecto Coreano para Agricultura Internacional (KOPIA) por el financiamiento de esta investigación.

Literatura Citada

- Asociación Nacional del Café (ANACAFE). 2004. Cultivo de Aguacate. ANACAFE, Guatemala. 24 p.
- Gutiérrez, A., J. Martínez, E. García, L. Iracheta, J. Ocampo, and I. Cerda. 2009. Estudio de la diversidad genética del aguacate nativo en Nuevo León, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 32:9-18.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2008. Guía Técnica de cultivos. INIAP, Ecuador. 450 p.
- Hilliger Rojas, G. 1976. Aplicación de ácido giberélico a semilla y plántulas de tres cultivares de palto (*Persea americana* Mill.) usados como portainjerto, para obtener un mayor crecimiento en altura y diámetro en el momento de ser injertados. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. 59 p.
- Mhameed, S., D. Sharon, E. Kaufman, J. Lahav, C. Hillel, and U. Degani. 1997. Genetic relationships within avocado (*Persea americana* Mill.) cultivars and between *Persea* species. *Theoretical and Applied Genetics* 94:279-286.
- Lahav, E., and U. Lavi. 2009. Avocado genetics and breeding. pp. 247-285. In: Mohan, S., and P.M. Priyadarshan (Eds.). *Breeding plantation tree crops: Tropical species*. Springer, New York, USA.
- Oduro, G., G. Kwabena, and A. Williams. 2013. Genetic diversity among local and introduced avocado germplasm based on morpho-agronomic. *International Journal of Plant Breeding and Genetics* 7:76-91.
- Pérez, J., J. Quezada, R. Alfaro, S. Medina, L. McKendrick, A. Soro, and R. Paxton. 2012. The contribution of honey bees, flies and wasps to avocado (*Persea americana*) pollination in southern Mexico. *Journal of Pollination Ecology* 8:42-47.
- Salazar-García, S., J. L. Rocha-Arroyo, M.E. Ibarra-Estrada, and A.E. Bárcenas-Ortega. 2015. Fenología de la raíz del aguacate 'Hass' en varios climas de Michoacán. *Proc. VIII Congreso Mundial de la Palta*. Lima, Peru. September 13-18, 2015. Vol. 1: 277-283.
- Viera, A, A. Sotomayor, and W. Viera. 2016a. Potencial del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional. *Revista Científica y Tecnológica UPSE* 3:1-9.
- Viera, W, L. Ponce, E. Morillo, and W. Vásquez. 2016b. Genetic variability of avocado germplasm for plant breeding. *International Journal of Clinical and Biological Science* 1:24-33.
- Whiley, A, B. Wolstenholme, J. Saranah, and P. Anderson. 1990. Effect of root temperature on growth of two avocado rootstocks cultivars. *Acta Horticulturae* 275:153-160.