

## INHERITANCE OF ROOTSTOCK EFFECTS IN AVOCADO CV. HASS

L. Muñoz<sup>1,2</sup>, V. Velázquez<sup>1</sup>, L. Patiño<sup>1</sup>, O. Delgado<sup>1</sup>, C. Díaz<sup>1</sup>, P. H. Reyes-Herrera<sup>3</sup>, A. Navas<sup>1</sup>, A.J. Cortés<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) – CI La Selva, Km 7 vía Llanogrande, Rionegro (Antioquia), Colombia.

<sup>2</sup>Department of Microbiology and Immunology, Western University, London, Canada.

<sup>3</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) – CI Tibaitatá, Km 14 vía Mosquera, Mosquera, Colombia.

Avocado trees (*Persea americana*) display broad trait variation and do not exhibit the typical domestication bottleneck of many other crops. The incipency in this domestication has prevented the selection of desirable traits, particularly at the rootstock level. In order to bridge this gap, our goal was to quantify the inheritance of rootstock effects in scion traits in avocado cv. Hass. We characterized genetically 349 rootstocks from 8 avocado cv. Hass plantations in three regions of the province of Antioquia, in the northwest Andes of Colombia, using 13 microsatellite markers (SSRs). Parallel to this, we characterized 20 phenotypic traits (including yield, fruit quality, morphological and ecophysiological traits) in the scions for 3 years (2015-2017). Relatedness among rootstocks was inferred through the genetic markers and inputted in an animal-model in order to calculate narrow-sense heritabilities ( $h^2$ ) on scion traits. We used randomization strategies to highlight traits with significant heritability estimates, and we obtained 5 traits which heritabilities ranged from 0.32 to 0.46 with model fits ( $R^2$ ) ranging from 0.60 to 0.74 across plantations. The results showed significance in the rootstock effects for various quality and ripening traits (*i.e.* total number of fruits, number of fruits with low weight, number of fruits damaged by thrips, and number of fruits with exportation quality), while for morphological traits the only one we found having a significant heritability value was trunk height. These findings suggest the inheritance of rootstock effects on a surprisingly wide spectrum of scion traits in avocado. Furthermore, this research is, up to date, the most cohesive evidence of inheritance of rootstock effects in any fruit tree. Ultimately, this work reinforces the importance of considering the rootstock-scion interaction to enhance our understanding of the consequences of grafting and speed up avocado breeding programs.

**Key words:** Heritability, animal model, scion, rootstock-scion interaction.

## HEREDABILIDAD MEDIADA POR PORTA-INJERTOS EN AGUACATE CV. HASS

L. Muñoz<sup>1,2</sup>, V. Velázquez<sup>1</sup>, L. Patiño<sup>1</sup>, O. Delgado<sup>1</sup>, C. Díaz<sup>1</sup>, P.H. Reyes-Herrera<sup>3</sup>, A. Navas<sup>1</sup>, A.J. Cortés<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) – CI La Selva, Km 7 vía Llanogrande, Rionegro (Antioquia), Colombia.

<sup>2</sup>Department of Microbiology and Immunology, Western University, London, Canada.

<sup>3</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) – CI Tibaitatá, Km 14 vía Mosquera, Mosquera, Colombia.

El aguacate (*Persea americana*) exhibe una amplia variación fenotípica. No obstante, su domesticación incipiente ha impedido la selección de rasgos deseables, particularmente al nivel de portainjertos. Con el fin de cerrar esta brecha, cuantificamos los efectos del porta-injerto en los rasgos de la copa Hass. Para ello caracterizamos genéticamente 349 porta-injertos provenientes de 8 plantaciones de aguacate cv. Hass en tres regiones de la provincia de Antioquia, en el noroeste de los Andes de Colombia, utilizando 13 marcadores microsatélites (SSR). Paralelamente durante 3 años (2015-2017), se fenotipificó en las copas 20 rasgos de rendimiento, calidad de la fruta, rasgos morfológicos y ecofisiológicos. La relación entre los portainjertos se infirió a través de los marcadores genéticos y se acopló a un modelo animal para calcular las heredabilidades en sentido estricto ( $h^2$ ) en los rasgos de la copa. Usamos aleatorizaciones para identificar los rasgos con heredabilidad significativa. Recuperamos cinco rasgos cuyas heredabilidades fueron significativas y variaron entre 0,32 y 0,46, con  $R^2$  fluctuando entre 0,60 y 0,74. Los resultados corroboraron los efectos del portainjerto para diversos rasgos de calidad y maduración (número total de frutos, número de frutos con bajo peso, número de frutos dañados por trips, y número de frutos con calidad de exportación); mientras que para los rasgos morfológicos el único con un valor de heredabilidad significativo fue altura del tronco. Estos hallazgos sugieren que la herencia mediada por porta-injertos involucra un amplio espectro de caracteres. Además, hoy por hoy esta investigación es la evidencia más robusta en cualquier frutal de los efectos genéticos del porta-injerto. En últimas, este trabajo refuerza la importancia de considerar la interacción entre el patrón y la copa para mejorar la comprensión de las consecuencias de la injertación y así acelerar los programas de mejoramiento genético en aguacate.

Palabras clave: modelo animal, porta-injerto, interacción patrón-copa.

**Table 1.** Estimates of heritability ( $h^2$ ) for 20 different traits measured in scions of avocado cv. Hass grafted in 349 rootstocks characterized genetically with 13 microsatellite markers (SSRs). Three different randomization strategies are displayed in order to estimate P-value. Model fits ( $R^2$ ) are shown, too. Significant cases are marked in red.

Phenotypic traits		Microsatellite markers randomization			Phenotype randomization			Genetic distance randomization		
		h2	p_h2	r2	h2	p_h2	r2	h2	p_h2	r2
Morphological traits	tree height	0,25	0,14	0,48	0,25	0,30	0,48	0,26	0,44	0,49
	<b>trunk height</b>	0,38	<b>0,00</b>	0,64	0,36	<b>0,00</b>	0,64	0,37	<b>0,04</b>	0,64
	rootstock height	0,27	0,26	0,52	0,26	0,44	0,52	0,27	0,64	0,52
	scion lenght	0,25	0,06	0,49	0,26	0,14	0,49	0,26	0,52	0,49
	rootstock perimeter	0,28	0,06	0,52	0,28	0,28	0,52	0,27	0,68	0,52
	scion perimeter	0,26	0,20	0,49	0,26	0,34	0,49	0,26	0,68	0,50
	trunk perimeter under graft scar	0,29	<b>0,02</b>	0,54	0,28	0,18	0,54	0,29	0,48	0,54
rootstock compatibility	0,25	0,38	0,48	0,25	0,70	0,47	0,25	0,92	0,47	
Ecophysiological traits	number of flowers	0,28	0,18	0,53	0,29	0,38	0,53	0,27	0,62	0,53
	<b>number of fruits (nf)</b>	0,46	<b>0,00</b>	0,74	0,44	<b>0,00</b>	0,73	0,45	<b>0,02</b>	0,73
	leaves	0,27	0,34	0,50	0,27	0,68	0,50	0,26	0,88	0,50
Harvest traits	<b>nf with low weight</b>	0,36	<b>0,00</b>	0,64	0,33	<b>0,00</b>	0,62	0,35	0,06	0,64
	nf with mechanical damage	0,23	0,38	0,43	0,28	0,60	0,54	0,23	0,80	0,43
	<b>nf with exportation quality</b>	0,33	<b>0,00</b>	0,58	0,37	<b>0,00</b>	0,65	0,32	<b>0,04</b>	0,58
	nf with sun damage	0,24	0,36	0,44	0,28	0,80	0,51	0,24	0,76	0,45
	nf with damage caused by scarab beetles	0,26	0,22	0,50	0,29	0,18	0,56	0,27	0,52	0,50
	nf with maturity	0,34	<b>0,02</b>	0,59	0,37	0,06	0,66	0,33	0,10	0,59
	<b>thrips</b>	0,35	<b>0,00</b>	0,60	0,34	<b>0,02</b>	0,62	0,34	<b>0,02</b>	0,60
	nf with damage caused by <i>Monalonion spp</i>	0,27	0,06	0,52	0,34	0,30	0,65	0,27	0,34	0,52
	stem cut below the fruit	0,26	0,06	0,49	0,45	0,20	0,74	0,26	0,50	0,49