

DESCRIPCIÓN DE LA FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL AGUACATE CV. HASS BAJO CONDICIONES DEL TRÓPICO ANDINO DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, COLOMBIA

J. Bernal Estrada¹, C. Díaz Díez¹

¹ Agrosavia. Rionegro, Antioquia, Colombia.

Resumen

Existen muchos factores que podrían ser los responsables de que la mayoría de los huertos de aguacate no alcancen el potencial productivo. La continua interacción entre la constitución genética propia del árbol y su medioambiente en constante cambio, determina el destino de muchos de los procesos que ocurren durante la floración y el cuajamiento. Con el propósito de conocer el desarrollo de los distintos estadios de la flor y el cuajamiento del fruto en diferentes ambientes, se realizó el presente estudio, entre junio de 2015 y abril de 2017, en ocho huertos comerciales de aguacate cv. Hass, plantados en los municipios de Jardín (2.025 msnm) y Amagá (1.786 msnm) del suroeste, El Retiro (2.289 y 2.458 msnm), Rionegro (2.168 msnm) y El Peñol (2.004 msnm) del oriente y San Pedro (2.412 y 2.465 msnm) del altiplano norte del departamento de Antioquia-Colombia. En general, para todas las ambientes, el tiempo transcurrido entre la antesis y la flor fecundada fue de 3,04 días y entre esta y el fruto recién cuajado (20 % del tamaño) fue de 25,38 días. La intensidad y la duración entre los distintos estadios fue variable en todas las localidades y no tuvieron un comportamiento que fuera afectado por el ambiente.

Palabras claves: *Persea americana* Mill, floración, cultivos permanentes, frutales.

Abstract

Many factors could be responsible for the failure of most avocado orchards to reach productive potential. The continuous interaction between the genetic constitution of the tree and its constantly changing environment determines the fate of many of the processes that occur during flowering and fruit set. With the purpose of knowing the development of the different stages of the flower and fruit set in the different environments, this study was carried out, between June 2015 and April 2017, in eight commercial avocado orchards cv. Hass, planted in the municipalities of Jardín (2,025 masl) and Amagá (1,786 masl) in the southwest, El Retiro (2,289 and 2,458 masl), Rionegro (2,168 masl) and El Peñol (2,004 masl) in the east and San Pedro (2,412 masl, and 2,465 masl) of the northern highlands of the Department of Antioquia-Colombia. In general, for all environments, the time elapsed between the anthesis and the fertilized flower was 3.04 days and between this and the freshly harvested fruit (20% of the size) was 25.38 days. The intensity and duration between the different stages was variable in all the localities and they did not have a behavior that was affected by the environment.

Keywords: *Persea americana* Mill, flowering, permanent crops, fruit trees.

Introducción

Según Calvert (1993), un aguacate tiene alrededor de un millón de flores, pero sólo necesita que se polinicen cinco mil para una producción comercial de 50 kg por árbol; esto equivale a un 0,02 % del número total de flores. El periodo de floración es diferente para los distintos cultivares. Algunos se mantienen en floración por siete a ocho meses, mientras que otros uno a dos, pero en la mayoría de los cultivares la duración es de tres meses (Minas, 1976). Mientras la interacción cultivar-

ambiente tiene un efecto dominante en el éxito de la floración del huerto, también el manejo puede tener un impacto en esta relación (Whiley et al. 1987). Es importante caracterizar la floración de los cultivares en Colombia, especialmente en la zona andina donde se concentra la mayor área sembrada y estudiar su comportamiento de acuerdo a la temperatura de las zonas de producción. La fenología describe los patrones cíclicos de crecimiento que se dan en los árboles anualmente, permite maximizar el rendimiento de frutos, tanto a través de la identificación de períodos críticos de demanda de nutrientes, como de la manipulación del crecimiento para mejorar la designación de estos respecto del crecimiento del fruto, conocer lo períodos críticos de demanda y definir estrategias de manejo para ayudar a la retención y desarrollo del fruto.

Materiales y Métodos






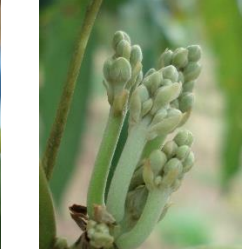










En los municipios de Rionegro, El Retiro, El Peñol, Amaga, Jardín y San Pedro de los Milagros (Antioquia), se llevó a cabo la caracterización del comportamiento de la floración del aguacate cv. Hass en árboles establecidos, de seis a siete años de edad, donde se seleccionaron 8 huertos tecnificados, con área superior a 5 ha, donde se llevaban registros de todas las prácticas agronómicas. En estos huertos se seleccionaron seis bloques de cinco arboles distribuidos aleatoriamente en el lote los que servirán de unidades experimentales en esta caracterización.

En los huertos seleccionados se marcaron cada semana durante cuatro semanas flores en antesis, en un árbol por bloque, a las que se les realizó un seguimiento de su evolución, hasta encontrar frutos cuajados de aproximadamente 2,3 cm de diámetro ecuatorial. Además, se registraron los cambios entre los estadios, midiendo los ciclos de duración y las frecuencias entre los cambios medidos en los flujos de crecimiento, tomando como referencia la escala BBCH (Alcaraz et al. 2013) (Figura 1); además, se estimó la evolución del fruto, determinando la duración de los estadios desde cuajamiento hasta cosecha.

Análisis estadístico

El estudio se realizó en las ocho localidades mencionadas anteriormente, a fin de contar con un rango amplio de exploración de las condiciones ambientales en que suele cultivarse el aguacate cv. Hass en el departamento de Antioquia, sin la pretensión de aplicar técnicas inferenciales para la comparación de localidades (modelos de clasificación de una vía: análisis de varianza), por lo cual los resultados se analizan con base en técnicas descriptivas.



			
Brote vegetativo completamente desarrollado	Yema reproductiva latente	Principio del hinchamiento de la yema reproductiva	Fin del hinchamiento de la yema reproductiva
			
Brotación de la yema reproductiva	Inflorescencias en un 40 %	Inflorescencias en un 50 %	Inflorescencias en un 70 %
			
Inflorescencias en un 80 %	Primeras flores abiertas femeninas	Primeras flores abiertas masculinas	Floración en un 70 %
			
Cuajamiento	Fruto en fosforito (20 % del tamaño)	Fruto en un 50 % del tamaño	Fruto en un 90 % del tamaño

Fuente: Elaboración propia modificado de por Alcaraz, et al., 2013.

Figura 1. Diagrama fenológico para aguacate cv. Hass bajo el sistema BBCH, utilizado en este estudio para determinar los tiempos de duración entre los distintos estados florales.

Resultados y Discusión

En la tabla 1 aparece el número de días promedio para cada estadio floral, desde antesis hasta cuajado. De acuerdo con los resultados obtenidos, la duración de los estados florales de antesis a cuajamiento fue variable entre algunos estadios de desarrollo en los distintos ambientes, lo cual significa que estos están influenciados por distintos factores climáticos que afectan

considerablemente su desarrollo y permanencia. Según Verheij (1986) un fuerte estímulo ambiental sincroniza la floración, pero no existe un periodo fisiológico de inactividad. La temperatura puede hacer que el árbol florezca en forma irregular, ya que el aguacate tiene periodos bien definidos de floración para cada variedad y zona. Cualquier cambio en el clima afecta la continuidad, regularidad y secuencia del ciclo floral (Nirody 1922; Stout 1923; Bergh, 1969).

Tabla 1. Fenología de flor de antesis a cuajamiento (20 % del tamaño del fruto), en huertos de aguacate cv. Hass, en ocho ambientes del departamento de Antioquia.

Estadios	N° de días en promedio									Des vest
	I	LA	BV	LE	EG	EB	CS	EC	\bar{X}	
Antesis a flor fecundada (capuchón)	3,42	3,09	3,00	3,14	2,68	3,00	3,00	3,00	3,04	0,20
Flor fecundada (capuchón) a fruto 10 % de tamaño	4,58	14,20	11,00	8,32	8,64	10,48	9,42	5,00	8,95	3,15
Fruto 10 % a fruto 20 % de tamaño (cuajamiento)	10,31	12,28	9,18	10,83	10,00	20,00	20,00	7,94	12,57	4,75
Antesis a fruto 20 % de tamaño (cuajamiento)	18,30	29,56	23,18	22,29	23,45	28,30	32,42	25,58	25,38	4,53

Como se observa en la tabla 1, el tiempo que transcurre entre la antesis (apertura de la flor) y la flor fecundada fue en promedio de 3,04 días \pm 0,2 siendo el valor más bajo el encontrado en EG (El Retiro) con 2,68 días y el más alto en I (Amagá) con 3,42 días. Para estos estadios la diferencia fue baja, lo que indica que no existe un efecto ambiental que afectara este evento fenológico. Situación diferente se observó con los tiempos transcurridos entre la flor fecundada y el fruto con el 10 % de su tamaño pues la variación fue de \pm 3,15 días; en este caso, la finca con menor duración entre estos eventos fue I (Amagá), con 4,58 días, seguida de EC (El Retiro) con 5,00 días; en un segundo grupo están LE (Rionegro) con un duración de 8,32 días, EG (El Retiro) 8,64 días, CS (San Pedro) 9,42 días, EB (San Pedro) 10,48 días y BV (Jardín) 11,00 días; en un grupo separado LA (El Peñol) presentó el periodo más largo con 14,20 días.

Cuando se evaluó el tiempo transcurrido entre frutos con el 10 y el 20 % de crecimiento, el comportamiento fue similar, con una variación de \pm 4,75, siendo el menor valor el obtenido en EC (El Retiro) con 7,94 días y el mayor el de CS (San Pedro) con 20 días de duración, sin que hubiera un efecto marcado por la altura de las fincas. Las fincas donde se observó el periodo más corto de tiempo entre la antesis y el cuajamiento del fruto (20 % de crecimiento) fueron, I (Amagá) con 18,30 días, seguido de LE (Rionegro) con 22,29 días, BV (Jardín) con 23,18 días y EG (El Retiro) con 23,45 días, un segundo grupo intermedio lo conformaron EC (El Retiro) con 25,58 días, EB (San Pedro) con 28,30 días, seguido de LA (El Peñol) con 29,56 días y finalmente en CS (San Pedro) donde este periodo fue más largo de 32,42 días; la variación entre estos estados fenológicos fue de \pm 4,53.

De nuevo se observó que no existió una tendencia marcada entre estos periodos de tiempo en estos estadios tempranos de floración y cuajado y los ambientes donde se realizó el estudio, puesto que estos no variaron con la altura (tabla 1). Cuando los estadios de desarrollo eran tempranos, lo tiempos de duración entre estos fue variable, a excepción del transcurrido entre antesis y

fecundación; sin embargo, cuando se registró el número de días entre cuajamiento y cosecha, en todas las localidades, si se observó una tendencia en la cual a medida que las fincas se ubicaron a mayor altura este tiempo fue mayor, tal como se observa en la tabla 2 y figura 2.

Tabla 2. Fenología de estado productivo de fruto cuajado a fruto para cosecha en huertos de aguacate cv. Hass en ocho fincas del departamento de Antioquia, estimado a partir del crecimiento de frutos.

Estadio		N° promedio de días							
		I	LA	BV	LE	EG	EB	CS	EC
Fruto	Del 20 % (fruto cuajado) al 30 %	4,33	28,00	7,00	5,00	5,67	25,00	11,75	5,00
	Del 30 % al 40 %	12,00	11,00	8,40	22,00	24,30	30,05	14,60	13,83
	Del 40 % al 50 %	8,00	16,00	13,22	22,58	18,80	39,20	21,86	13,30
	Del 50 % al 60 %	15,67	22,80	14,78	17,50	15,40	28,10	22,50	24,70
	Del 60 % al 70 %	22,67	23,00	14,78	18,30	26,70	22,40	22,67	21,40
	Del 70 % al 80 %	22,50	27,30	24,89	22,50	31,40	29,40	45,22	37,90
	Del 80% al 90 %	41,80	46,30	37,33	31,11	65,90	38,50	41,00	64,50
	Fruto cuajado a fruto para cosecha	126,97	174,40	120,40	138,99	188,17	212,65	179,60	180,63

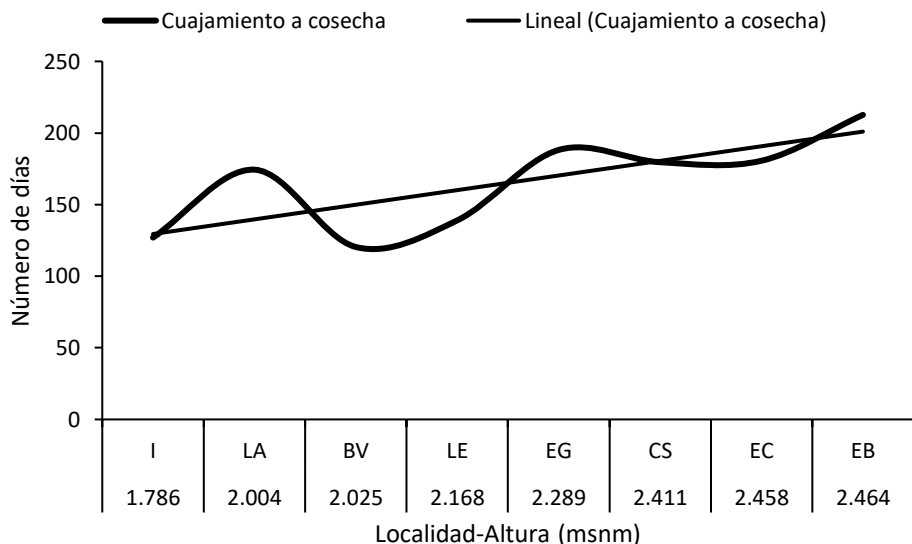


Figura 2. Tiempo transcurrido entre cuajamiento del fruto a cosecha en ocho localidades del departamento de Antioquia.

La tabla 3 muestra los tiempos que tardaron los diferentes estados fenológicos de las inflorescencias y de las flores en cada una de las fincas en evaluación. Dicha información se obtuvo con el seguimiento de los flujos de crecimiento reproductivo y productivo, determinando el promedio de tiempo de duración entre los distintos estadios de desarrollo.

El tiempo total del periodo de desarrollo de las inflorescencias, desde el 30 % de desarrollo hasta antesis fue variable y no tuvo un efecto ambiental. El huerto donde este período fue más corto fue LA (EL Peñol) con 11,68 días, seguido de EB (San Pedro); el tiempo en el resto de los huertos fue mayor siendo de 25,57 días en EG (El Retiro), 26,08 días en BV (Jardín), 27,81 días en I (Amagá), 30,44 días en CS (San Pedro) y por ultimo 43,05 días en EC (El Retiro). El periodo de floración también tuvo variaciones que no fueron afectadas por el ambiente, siendo el de menor tiempo el que transcurrió en LE (Rionegro) con 3,84 días, seguido de EC (El Retiro) con 6,27 días e I (Amagá) con 8,93 días; un segundo grupo fue el conformado por BV (Jardín) 11,75 días, EB (san pedro) 11,76, LE (Rionegro) 12,43, EG (El Retiro) 12,72 y CS (San Pedro) con 13,54 días.

Tabla 3. Fenología de estado reproductivo activo a fruto cuajado en huertos de aguacate cv. Hass en ocho fincas del departamento de Antioquia, estimado a partir de los flujos de crecimientos productivos y reproductivos.

Período			N° promedio de días (promedio)							
			I	LA	BV	LE	EG	EB	CS	EC
Inflorescencias	del 30%	al 40%	7,81	4,83	9,71	9,9	2,17	5,13	7,07	4,03
	del 40%	al 50%	3,95	2,41	4,45	7,75	3,34	3,22	6,71	3,83
	del 50%	al 60%	2,86	1,05	2,28	2,88	3,16	1,33	4,5	3,98
	del 60%	al 70%	2,9	1,05	2,43	2,88	8,77	1,33	4,5	3,98
	del 70%	al 80%	4,72	0,94	2,61	2,38	2,84	1,33	5,29	7,75
	del 80%	al 90%	2,83	0,7	2,3	1,92	2,66	0,3	1,13	9,74
	del 90%	Irás flores abiertas	2,74	0,7	2,3	1,92	2,63	0,3	1,24	9,74
Total (días)			27,81	11,68	26,08	29,63	25,57	12,94	30,44	43,05
Flores	Irás Flores abiertas	10 % flores abiertas	0,99	0,79	1,05	1,43	1,7	1,3	1,24	0,59
	10% flores abiertas	20 % flores abiertas	0,99	0,79	1,05	1,15	1,23	1,23	1,24	0,59
	20% flores abiertas	30 % flores abiertas	0,98	0,48	1,05	1,13	1,39	1,11	1,24	0,59
	30% flores abiertas	40 % flores abiertas	0,98	0,17	1,05	1,13	1,39	1,11	1,24	0,59
	40% flores abiertas	50 % flores abiertas	0,98	0,17	1,05	1,13	1,39	1,11	1,24	0,59
	50% flores abiertas	60 % flores abiertas	0,97	0,24	1,37	1,2	1,39	1,11	1,24	0,59
	60% flores abiertas	70 % flores abiertas	0,97	0,24	1,53	1,19	1,39	1,11	1,24	0,59
	70% flores abiertas	80 % flores abiertas	1,03	0,5	1,8	2,12	1,42	1,32	2,43	1,07
	80% flores abiertas	90 % flores abiertas	1,04	0,46	1,8	1,95	1,42	1,36	2,43	1,07
Total (días)			8,93	3,84	11,75	12,43	12,72	11,76	13,54	6,27

Conclusiones

Los periodos de tiempo durante el desarrollo de los distintos estadios en la formación de inflorescencias, flores y frutos en aguacate cv. Hass, fueron variables en los 8 ambientes donde se realizó el presente estudio, sin que existiera un efecto ambiental que los afectara.

Recomendaciones

Se debe continuar con el registro de los tiempos de desarrollo de los diferentes estadios por los que pasa el árbol de aguacate cv. Hass en las zonas productoras del país. Es necesario tener más resultados con el fin de obtener suficiente información que permita predecir los fenómenos fenológicos por los que atraviesa esta especie frutal, con el fin de programar un manejo adecuado de las prácticas agronómicas para su optimización.

Bibliografía

Alcaraz, M.L; Thorp, T.G and Hormaza, J.I. 2013. Phenological growth stages of avocado (*Persea americana*) according to the BBCH scale *Scientia Horticulture* 164 (2013) 434–439

Bergh, B.O. 1969. Avocado (*Persea americana* Miller). In: Ferwerda, F.P. and Wit, F. (eds) *Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics*. Landbouwhogeschool, Wageningen, The Netherlands, pp. 23–51., 1969

Calvert, E. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 127p.

Minas, K., Papademetrius. 1976. Some aspects of the flower behavior, pollination and fruit set of avocado (*Persea Americana* Mill.). *California Avocado Society. Yearbook 1976*. pp 106-153. 1976

Nirody, B.S. 1922. Investigations in avocado breeding. *California Avocado Association Annual Report 1921–1922*, 65–68.

Stout, A.B. 1923. A study in cross-pollination of avocados in Southern California. *California Avocado Association Annual Report 1922–1923*, 29–45.

Verheij, E.W.M., 1986. Towards a classification of tropical tree fruits. *Acta Hort.* 175: 137-150.

WHILEY, ft.W. and WINSTON, E. C. 1987. Effect of temperature at flowering on varietal productivity in some avocado-growing areas in ftustralia. *South ftfrican Avocado Growers' Association Yearbook*, 10s 45-7.