

## **FENOLOGÍA DEL AGUACATE CV. HASS PLANTADO EN DIVERSOS AMBIENTES DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, COLOMBIA**

Bernal-Estrada, Jorge<sup>1</sup>; Vásquez-Gallo, Luz<sup>1</sup>; Cartagena-Valenzuela, José<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, C.I. La Selva, Km. 7 Vía Las Palmas, Rionegro, Antioquia, Colombia. Correo-e: jbernal@corpoica.org.co. <sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Calle 59 A. No. 63-20, Medellín, Colombia.

### **Resumen**

Este estudio se desarrolló entre octubre de 2011 y junio de 2013, en cuatro huertos comerciales de aguacate cv. Hass, plantados en los municipios de Entreríos (2,420 msnm), Rionegro (2,187 msnm), Jericó (1,900 msnm) y Támesis (1,340 msnm), en el departamento de Antioquia-Colombia. El objetivo fue determinar los ciclos de crecimiento radical, vegetativo, floral y de fructificación, en árboles de esos huertos. En total se evaluaron 46,037 brotes en las cuatro localidades, de las cuales el 4.58% correspondió a yemas inactivas (A), el 56.59% a yemas en prebrotación (B+C), el 20.3% a brotes nuevos, el 10.38% a brotes en floración y el 8.16% brotes con fruto. La intensidad y la duración de los flujos vegetativos fueron variables en todas las localidades y no tuvieron un comportamiento cíclico, tal como se presentó con la floración. En tres de las localidades (Rionegro, Jericó y Támesis), los árboles mostraron dos flujos florales, mientras que en Entreríos éstos presentaron tres floraciones. El período entre la floración y la cosecha varió entre las localidades, así: en Entreríos transcurrieron entre 12 y 13 meses, en Rionegro duró de 11 a 12 meses, en Jericó duraron 10 a 11 meses y en Támesis este tiempo fue de 8 a 9 meses. El crecimiento de raíces tuvo un comportamiento variable y en todas las localidades se presentaron distintos flujos cambiantes en intensidad y duración, los cuales ocurrieron sin que el clima tuviera una injerencia evidente.

**Palabras clave adicionales:** *Persea americana* Mill, crecimiento de raíz, crecimiento vegetativo, crecimiento de fruto.

### **PHENOLOGY OF THE CV. HASS AVOCADO PLANTED IN DIFFERENT ENVIRONMENTS OF THE DEPARTMENT OF ANTIOQUIA, COLOMBIA**

#### **Abstract**

This study was developed between October 2011 and June 2013, in four commercial orchards of avocado cv. Hass, planted in the municipalities of Entreríos (2,420 msnm), Rionegro (2,187 msnm), Jericó (1,900 msnm) and Tamesis (1,340 msnm), in the department of Antioquia-Colombia. The objective was to determine the cycles of radical growth, vegetative, floral and fruiting, in trees of these orchards. A total of 46,037 outbreaks were evaluated in the four localities, 4.58% of which were inactive buds (A), 56.59% in buds (B+C), 20.3% in new buds, 10.38% to buds in flowering and 8.16% to buds with fruit. The intensity and duration of the vegetative flows were variable in all the localities and did not have a cyclic behavior, as presented with the flowering. In three of the localities (Rionegro, Jerico and Tamesis), the trees showed two floral flows, whereas in Entreríos these presented three blooms. The period between flowering and harvest varied between the localities, as well: In Entreríos, it took between 12 and 13 months, in Rionegro it lasted from 11 to 12 months, in Jericó they lasted 10 to 11 months and in Thames this time was of 8 to 9 Months. Root growth had a variable behavior and in all the localities there were different fluxes changing in intensity and duration, which occurred without the climate having an obvious interference.

**Additional Keywords:** *Persea americana* Mill, root growth, shoot growth, fruit growth.

## **Introducción**

Las limitantes tecnológicas en el cultivo de aguacate se relacionan con el poco conocimiento en aspectos como crecimiento y desarrollo, fenología, estudios ecofisiológicos, nutrición, utilización de reguladores de crecimiento, requerimientos hídricos y el uso de polinizadores nativos e introducidos eficientes, entre otras, situación que, en su conjunto, no ha permitido entender y potencializar el comportamiento productivo, bajo condiciones del trópico colombiano. Estos factores han sido el enfoque de numerosos estudios en los principales países productores a nivel mundial, lo que ha permitido obtener un incremento en los rendimientos, posicionándolos en los primeros lugares como los mayores contribuyentes a la producción global de aguacate (Salazar-García, 2002; Lovatt, 2004). 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 la cuaja. Se podrían esperar diferencias significativas en la reacción de los cultivares de las tres razas al régimen de temperatura que predomina durante la iniciación de la yema floral, el desarrollo de la flor, el proceso de fertilización y el desarrollo del fruto. Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados sobre varios aspectos de la biología reproductiva del aguacate han sido hechos en California, Israel, Sudáfrica y Australia, en árboles que crecen en climas subtropicales. Por lo tanto, las conclusiones respecto a los regímenes de temperatura óptima y la respuesta a las temperaturas extremas pueden no ser aplicables a los aguacates que crecen en el trópico (Gazit y Degani, 2007). El objetivo de este estudio fue caracterizar el comportamiento ecofisiológico del aguacate cv. Hass establecido en huertos comerciales en respuesta a diferentes condiciones de oferta ambiental.

## **Materiales y Métodos**

El estudio se realizó en huertos de aguacate cv. Hass, plantados en el oriente, altiplano norte y suroeste de Antioquia, Colombia, en árboles de cinco años de edad, injertados sobre portainjertos criollos originados de semilla. Desde el inicio del estudio, en cada una de las localidades se cuantificaron mensualmente, los flujos de crecimiento vegetativo, florales y de fructificación, para lo cual, en cuatro árboles por finca se etiquetaron cuatro ramas de 1 m de longitud, ubicadas en la parte media, direccionadas hacia cada uno de los cuatro puntos cardinales y con al menos 10 brotes cada una (Cossio-Vargas et al., 2008). Tanto ramas como brotes se marcaron para permitir que las lecturas sucesivas a lo largo del tiempo se hicieran sobre las mismas estructuras y así

cuantificar la ocurrencia e intensidad de los flujos obtenidos. En este procedimiento también se registraron y midieron los frutos cuajados, así como la caída de los mismos. A continuación, se describen los estados fenológicos correspondientes a la fase de floración y que fueron considerados y documentados para este estudio, que se basan en lo propuesto por Cabezas et al. (2003). Los autores plantean un modelo fenológico con 10 estados, desde yema en latencia hasta el fruto tierno, basado en la propuesta de Aubert y Lossois (1972). A pesar de existir distintos modelos para la evaluación, se consideró trabajar con esta escala, dado que describía muy bien a simple vista, los diferentes estados fenológicos de las fases de floración y fructificación. En adición a las fases de floración, en este estudio se consideraron seis fases de crecimiento vegetativo, donde los estados A, B y C son comunes para las fases vegetativa y floral, en consideración a que no se distingue a simple vista cual va a ser su evolución. Los otros tres estados son propios del crecimiento vegetativo. A continuación, se describen las características empleadas como guía para evaluar cada estado fenológico considerado en este estudio, de acuerdo con la escala de Cabezas et al. (2003): Estado A: Yema en reposo; Estado B: Yema hinchada. Las escamas oscurecidas de las yemas se separan y se extienden hacia el exterior. Estado C: Las brácteas de la yema se han abierto. Estado D1: Botones florales. Estado D2: Botones florales. Estado E: Botón amarillo. Estado F: Floración. Estado G: Marchitez de tépalos. Estado H: Cuajado. Estado I: Fruto tierno. Para evaluar la fenología de la fase vegetativa se construyó una escala para definir los estados de crecimiento vegetativo. Las yemas vegetativas en los estados A, B y C, se consideraron similares a las del estado de floración. Yema D: Brote incipiente donde se observan 4 o 5 hojas, próximas a emerger. Brote vegetativo nuevo (B.V.N.): Se trata de un brote joven más avanzado, cuyas hojas presentan una coloración rojo oscuro. Brote en crecimiento (BC): Corresponde a la etapa que sigue a la aparición de un B.V.N. En algunos casos puede seguir un brote con yema terminal en A, B o C.

La presencia de raíces nuevas se cuantificó mensualmente en los mismos árboles. La extracción de las raíces se hizo en la gotera de los árboles. Las raíces nuevas, distinguidas por su color café claro y grosor  $\leq 5$  mm, fueron extraídas excavando un volumen de suelo de 40 x 40 x 40 cm. Después de lavadas, se secaron en un horno con aire forzado a 70°C por 72h hasta obtener su peso seco constante (Cossio-Vargas et al., 2008). La intensidad de la caída de fruto se cuantificó en cuatro ramas de 1 m de longitud marcadas en la parte media de la copa, en cada punto cardinal de los cuatro árboles seleccionados. El número de frutos presentes en cada rama marcada se contó mensualmente después de anthesis (Cossio-Vargas et al., 2008). La precipitación fue registrada a diario en cada huerto con estaciones meteorológicas automatizadas SpecWare 9 Pro®, Spectrum Technologies Inc. (Versión 9.03 Build 0240). Tanto la temperatura ambiente como

la del suelo a 30 cm de profundidad fueron registradas cada 15 minutos en cada huerto, con las mismas estaciones. Todos los frutos encontrados en los brotes marcados se midieron mensualmente, en su diámetro polar (DP) y ecuatorial (DE), desde cuaja hasta cosecha, con un calibrador digital (resolución 0.01 mm; modelo 7222, Starrett®. Athol, MA). Todos los estados fenológicos fueron transformados a intensidades relativas, que consistió en asignar el 100%, al valor máximo de todas las estructuras registradas durante el período de evaluación; por lo tanto, la intensidad relativa resulta de dividir el valor registrado en cada lectura, por el valor máximo y multiplicado por 100.

$$\text{Intensidad relativa} = \frac{\text{Número de estructuras registradas por lectura}}{\text{Valor máximo de estructuras registradas}} \times 100$$

### **Resultados y Discusión**

El Cuadro 2 resume el total de brotes evaluados en árboles de las cuatro localidades; en total se hicieron 46,037 lecturas en los brotes, de las cuales el 55.69% correspondieron a yemas en pre brotación, las cuales luego se convirtieron en brotes vegetativos nuevos (que conformaron los flujos vegetativos) o en brotes florales. Como se puede observar del total de brotes evaluados el 4.58% estuvieron en reposo, el 20.3% fueron brotes nuevos y el 10.38% fueron brotes florales, mientras que el 8.16%, correspondieron a brotes con fruto. La localidad donde se hicieron más lecturas fue en Entreríos (39-24%), seguido por Jericó (26.11%), Rionegro (17.57%) y finalmente Támesis (17.07%), siendo 2.3 veces mayor el porcentaje de yemas observadas en Entreríos que en Támesis, lo cual muestra la gran actividad fenológica presentada en los árboles de esa localidad. El mayor porcentaje de yemas inactivas o en reposo se detectó en Entreríos con 5.65% del total de las yemas evaluadas, seguido de Támesis con un 4.91%, posteriormente estuvo Rionegro (3.83%) y finalmente Jericó (3.27%); este comportamiento fue inferior al citado por Cossio-Vargas et al. (2008), quienes encontraron que, al inicio de 2004, en el cv. Choquette, el flujo de primavera se presentó durante o inmediatamente después de la floración. Este flujo fue observado en 75% de los brotes presentes; el resto de brotes (25%) permaneció inactivo, es decir, no produjo brotes florales o vegetativos. El mayor porcentaje de brotes nuevos se detectó en Támesis (24.71%), seguido de Entreríos (22.81%), Rionegro (17.08%) y Jericó (15.82%). Sin embargo, Támesis presentó solo un flujo vegetativo en el tiempo de evaluación a diferencia de las otras localidades que mostraron al menos dos. Jericó y Rionegro mostraron el mayor porcentaje de brotes con fruto (13.56 y 11.54%, respectivamente) seguido de Entreríos (4.79%) y Támesis (4.12%).

Cuadro 2. Tipo de crecimiento producido por brotes de árboles de aguacate cv. Hass plantados en cuatro localidades del departamento de Antioquia, Colombia (2011-2013).

Localidad	Brotes evaluados	Yemas inactivas (A)	Yemas en prebrotación (B+C)	Brotes evaluados (%)			Cosechados
				Brotes nuevos	Brotes en floración	Brotes con fruto	
Entrerríos	18,064	1,021	9,788	4,120	2,269	866	78
%	39.24	5.65	54.19	22.81	12.56	4.79	20.42
Rionegro	8,095	310	4,150	1,383	1,318	934	51
%	17.57	3.83	51.27	17.08	16.28	11.54	12.67
Jericó	12,035	393	7,471	1,904	635	1,632	161
%	26.11	3.27	62.08	15.82	5.28	13.56	38.79
Támesis	7,843	385	4,642	1,938	555	323	92
%	17.01	4.91	59.19	24.71	7.08	4.12	20.27
Total	46,037	2,109	26,051	9,345	4,777	3,755	382
%		4.58	56.59	20.30	10.38	8.16	

El aguacate cv. Hass presentó diferencias en número e intensidad en los flujos vegetativos dependiendo de la localidad. En 2012, en Entrerríos se dieron dos flujos vegetativos, el primero de media intensidad (58.18%) y el segundo de mayor intensidad (87.5%); sin embargo, dado que no existió un periodo de reposo entre ambos eventos, se pudo anotar que prácticamente se observó un solo flujo vegetativo desde febrero hasta noviembre de ese año (Figura 1). En Rionegro, se registró un primer flujo de muy baja intensidad (27%) y un segundo flujo de alta intensidad (75.5%) (Figura 2). En Jericó ese mismo año, se observaron dos flujos de igual intensidad (aproximadamente un 75%) (Figura 3). Merece especial atención Támesis, en la cual solo se apreció un flujo vegetativo de apenas un 16% en 2012 (Figura 4). A excepción de esta última localidad, estos resultados coincidieron con los dos flujos vegetativos anuales que normalmente ocurren en otras regiones productoras de aguacate (Thorp et al., 1993; Liu et al., 1999; Cutting, 2003; Mena-Volker 2004) y similar a lo reportado para Nueva Zelanda por Dixon et al. (2008). Los flujos vegetativos tuvieron diferente duración de acuerdo con la localidad. En Entrerríos ubicado a mayor altura, se presentó prácticamente un solo flujo desde febrero hasta noviembre de 2012 y a partir de allí se inició un segundo flujo que terminó en junio de 2013. Rionegro a 2,183 msnm mostró un flujo en 2012 que inició en marzo y culminó en octubre de ese año, un segundo flujo vegetativo se presentó en 2013 desde enero hasta mayo. Comportamientos alternantes y cíclicos entre flujos de crecimiento vegetativo y de raíces han sido mencionados

para aguacate cv. Fuerte en Australia (Wolstenholme y Whiley, 1989), así como para el cv. Hass en California (Arpaia et al., 1994), México (Cossio-Vargas et al., 2008) y Nueva Zelanda (Dixon et al., 2008).

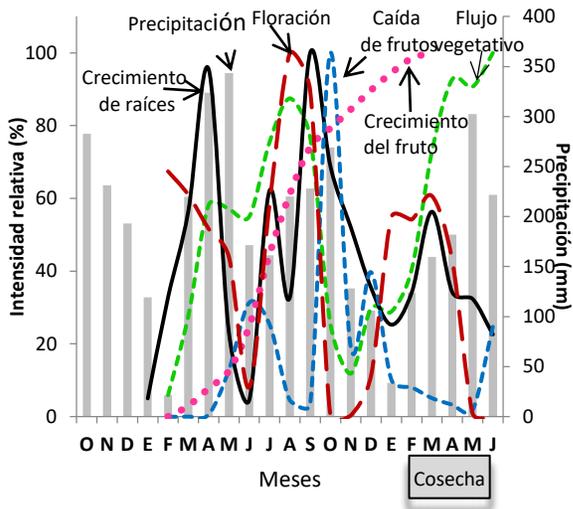


Figura 1. Fenología del aguacate cv. Hass bajo condiciones de Entreríos, Antioquia, Colombia (2,420 msnm) (2011-2013).

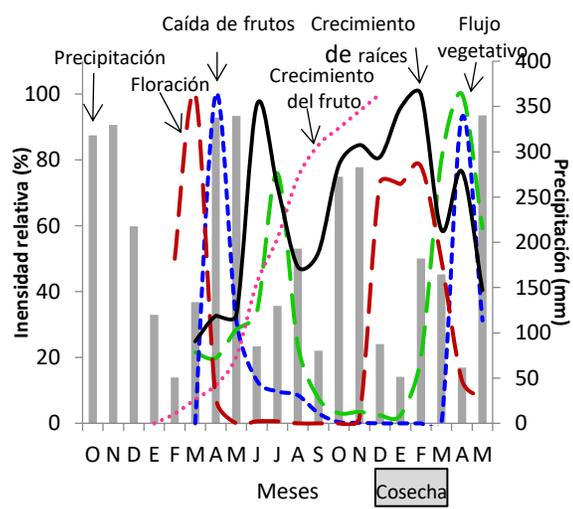


Figura 2. Fenología del aguacate cv. Hass bajo condiciones del municipio de Rionegro, Antioquia, Colombia (2,420 msnm) (2011-2013).

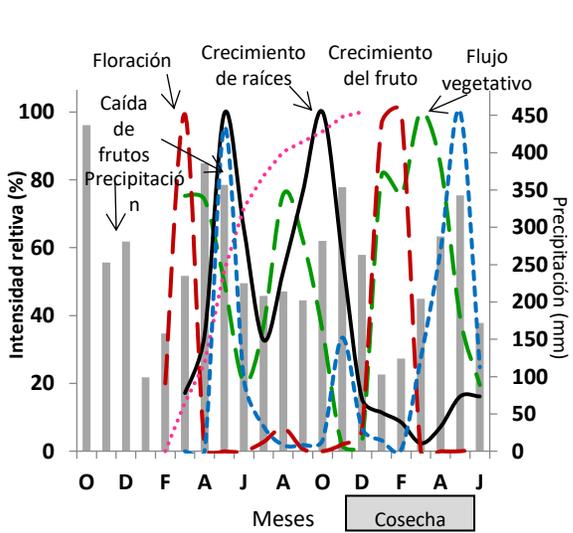


Figura 3. Fenología del aguacate cv. Hass bajo condiciones de Jericó, Antioquia, Colombia (1,900 msnm) (2011-2013).

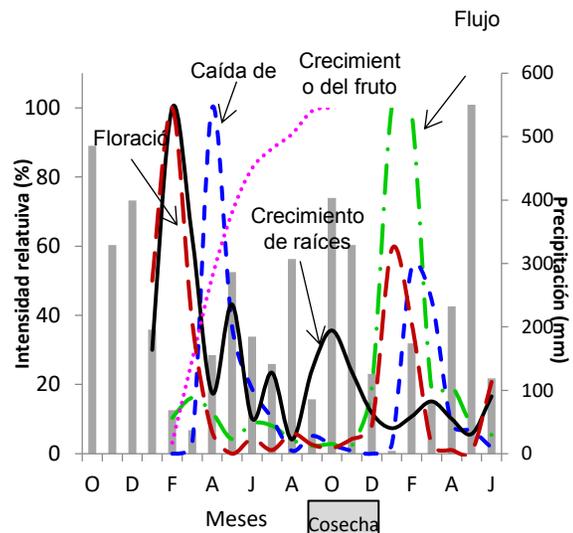


Figura 4. Fenología de árboles de aguacate cv. Hass bajo condiciones de Támesis, Antioquia, Colombia (1,340 msnm) (2011-2013).

Un comportamiento similar ha sido encontrado en plantas jóvenes de los cvs. Simmonds y Lula (Ploetz et al., 1991); sin embargo, Thorp et al. (1995) mencionaron que, bajo ciertas condiciones de cultivo, el cv. Hass puede presentar flujos simultáneos de crecimiento vegetativo y de raíces. Ambas situaciones se presentaron en este estudio, cuando los flujos vegetativos, en algunos casos, se manifestaron en forma simultánea y alternante en otros (Figuras 1 - 4). De acuerdo con los resultados obtenidos, se observó que existe una influencia ambiental sobre el comportamiento fenológico del aguacate cv. Hass. Las cuatro localidades presentaron un flujo floral, de distinta intensidad, pero en todos los casos se manifestaron en el primer semestre del año, mostrando un comportamiento cíclico en este estado fenológico. Tres de las localidades (Rionegro, Jericó y Támesis), expresaron dos flujos florales, mientras que Entrerríos presentó tres de floración, durante todo el período de evaluación (Figuras 1 - 4). En regiones productoras de aguacate cv. Hass, en Australia, Chile, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Perú, Sudáfrica y Nayarit (México), este cultivar usualmente presenta un flujo de floración al año (Thorp et al., 1993; Liu et al., 1999; Mena-Volker, 2004; Salazar-García et al., 2007; Dixon et al., 2008), situación similar se observó en este estudio, a diferencia de la localidad de Entrerríos, que en año 2102 presentó dos flujos florales. En Michoacán (México), se registraron cuatro flujos florales de diferente intensidad. Se estimó que es una situación única en el mundo que merece ser estudiada para entender mejor la floración del cv. Hass (Salazar-García et al., 2005). En este estudio, los flujos florales, tuvieron una duración e intensidad diferente, lo cual implica floraciones sucesivas. Este comportamiento fenológico origina la presencia simultánea de fruto de diferentes edades en el árbol, que es cosechado durante la mayor parte del año en los distintos climas de la región (Figuras 1 - 4). Se observó como el tiempo de duración del fruto desde floración a cosecha, varió considerablemente dependiendo del ambiente donde estaba establecido el cultivo (Figura 5). Es así como en Entrerríos este periodo tomó entre 12 y 13 meses aproximadamente; en Rionegro el tiempo de floración a cosecha fue de 11 a 12 meses, mientras que en Jericó este tiempo fue de aproximadamente de 10 a 11 meses y finalmente en Támesis, el tiempo transcurrido entre floración y cosecha fue de 8 a 9 meses.

Lo anterior es coherente con lo reportado por Bárcenas (2012), quien en aguacate cv. Hass en Michoacán (México), encontró que el clima tuvo un efecto marcado en el tiempo que tardaba el árbol desde la floración a la cosecha; este período fue de 8 meses en ambientes cálidos, entre 1,400 a 1,600 msnm, de 8 a 10 meses cuando el fruto procedía de huertos plantados entre los 1,600 a 1,800 msnm, mientras que en ambientes entre los 1,800 a los 2,000 msnm este período fue de 10 a 12 meses y aquellos cultivos ubicados entre los 2,000 a 2,500 msnm, el tiempo gastado entre la floración a la cosecha fue alrededor de 12 a 14 meses. Garner y Lovatt (2008)

encontraron que, para las condiciones de California, el fruto de aguacate cv. Hass tomó 365d desde el momento de floración hasta la madurez fisiológica.

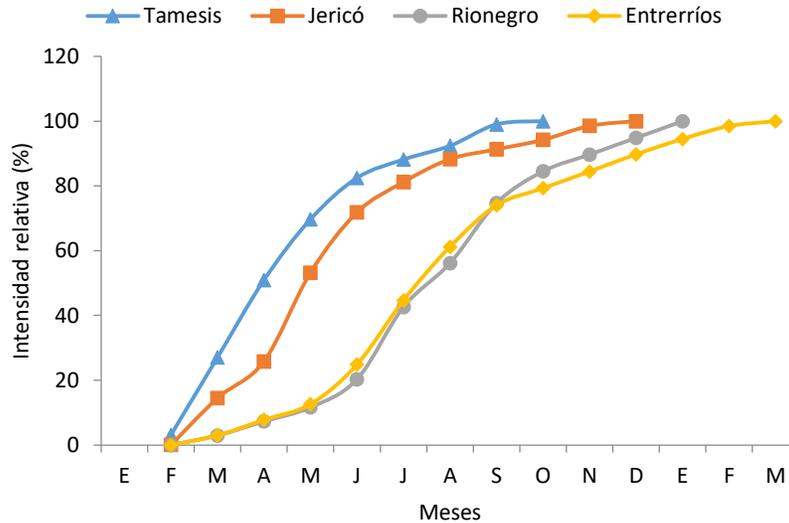


Figura 5. Intensidad de crecimiento del fruto en aguacate cv. Hass en cuatro localidades del departamento de Antioquia, Colombia (2012-2013).

Cossio-Vargas et al. (2008), establecieron en aguacate cv. Hass en México estado de Nayarit, que el tiempo completo de desarrollo del fruto tomó 8 meses y Rocha-Arroyo et al. (2011), observaron en aguacate cv. Hass en México estado de Michoacán, que el tiempo completo de desarrollo del fruto tomó cerca de 9 meses. En este estudio queda demostrado el efecto ambiental que existe sobre el tiempo de maduración del fruto de aguacate cv. Hass tal como lo mencionó Popenoe (1919), quien estimó que la madurez del fruto se retrasa casi un mes por cada 300 m de aumento en la altitud donde se encuentren las plantas. Durante todo el año se registró producción de raíces y entre un flujo y otro no ocurrió un período de reposo (Figura 6). Esto coincidió con lo encontrado para el cv. Hass en California (Robinson et al., 2002), así como para los cvs. Simmonds y Lula en Florida (Ploetz et al., 1991); diferente a lo establecido en otras investigaciones (Whiley et al., 1990; Cossio-Vargas et al., 2008). En este estudio los flujos principales de producción de raíces no estuvieron claramente asociados con la temperatura del suelo o con el periodo de lluvias, similar a lo conceptualizado por Rocha-Arroyo (2011). Las temperaturas medias mensuales del suelo variaron de 13.6 a 20.7°C y no se consideran limitantes para el crecimiento de raíces (Whiley et al., 1990). Comportamientos alternantes y cíclicos entre flujos de crecimiento vegetativo y de raíces han sido mencionados para aguacate cv. Fuerte en Australia (Wolstenholme y Whiley, 1989), así como para el cv. Hass en California (Arpaia et al.,

1994), México (Cossio-Vargas et al., 2008) y Nueva Zelanda (Dixon et al., 2008). Un hábito similar ha sido encontrado en plantas jóvenes de los cvs. Simmonds y Lula (Ploetz et al., 1991). Sin embargo, Thorp et al. (1995) mencionaron que bajo ciertas condiciones de cultivo el cv. Hass puede presentar flujos simultáneos de crecimiento vegetativo y de raíces. La precipitación en todas las localidades presentó un régimen bimodal (Figura 8) la cual tuvo un comportamiento uniforme. Los periodos de mayor precipitación correspondieron en todos los casos, a los comprendidos entre marzo a mayo y entre octubre y noviembre; los periodos más secos se presentaron entre enero a marzo y entre junio y septiembre. Al respecto Jaramillo-Robledo (2005) puntualiza que la distribución intra-anual de la precipitación en la región Andina de Colombia, se caracteriza por la ocurrencia de dos periodos secos y dos lluviosos en el año; los meses de mayor lluvia son abril, mayo, octubre y noviembre, determinados por la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), la cual condiciona el tiempo de alta nubosidad y gran cantidad de lluvia. A pesar de presentarse esta situación los fenómenos fenológicos no se exhibieron en forma similar en todas las localidades, debido a que otros factores climáticos también tienen influencia y además, el material productivo mostró diversos comportamientos fenológicos de acuerdo al ambiente donde estaba establecido el cultivo.

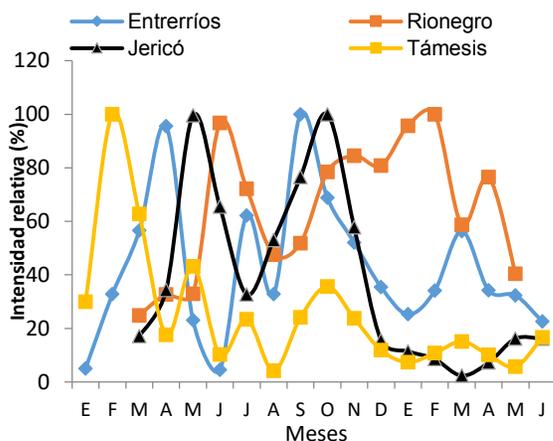


Figura 6. Crecimiento de raíces en aguacate cv. Hass vs. en cuatro localidades del departamento de Antioquia, Colombia (2011-2013).

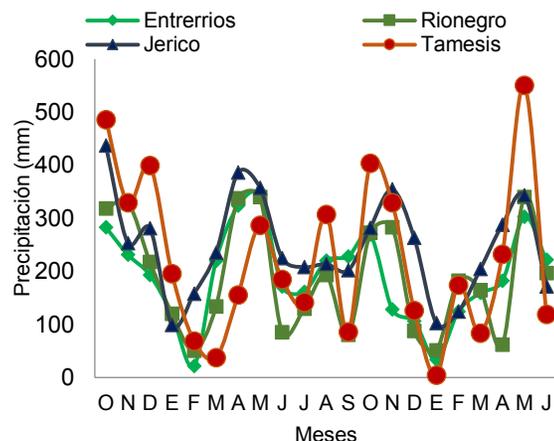


Figura 7. Precipitación acumulada en cuatro localidades del departamento de Antioquia, Colombia (2011-2013).

### Literatura Citada

Arpaia, M.L., G.W. Witney, P.W. Robinson, and M.V. Mickelbart. 1994. Hass avocado phenology in California: preliminary results. *Subtropical Fruit News* 3(1):1-2.

Aubert, B., et S. Lossois. 1972. Considérations sur la phénologie des espèces arbustives. *Fruits* 27(4):269-286.

- Bárceñas O., A.E.; N.A. Martínez, P.S. Aguirre, y C.P. Castro. 2002. Fenología del aguacate (*Persea americana* Mill.) var. Hass en cuatro diferentes altitudes del municipio de Uruapan, Michoacán. *Revista Divulga* 5:23-30.
- Cabezas, C., J.J. Hueso, and J. Cuevas. 2003. Identificación y descripción de los estados fenológicos-tipo del aguacate (*Persea americana* Mill.). *Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate*. Malaga, España. pp. 237-242.
- Cossio-Vargas, L.E. S. Salazar-García, I.J.L. González-Durán, y R. Medina-Torres. 2008. Fenología del aguacate 'Hass' en el clima semicálido de Nayarit, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(3):325-330.
- Cutting, J.G.M. 2003. Impact of spring and summer flush type on flowering in Hass avocado. *New Zealand Avocado Growers Association. Annual Research Report* 3:42-47.
- Dixon, J., C. Cotterell, B. Hofstee, and T.A. Elmsly. 2008. 'Hass' avocado tree phenology 2004-2009 in the Western Bay of Plenty. *Annual Research Report of New Zealand Avocado Growers Association* 8:35-57.
- Garner, L.C. and C.J. Lovatt. 2008. The relationship between flower and fruit abscission and alternate bearing of 'Hass' avocado. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 133(1):3-10.
- Gazit, S. y C. Degani. 2007. *Biología Reproductiva*. pp. 103-131. In: Whiley, A.W., B. Schaffer, y B.N. Wolstenholme (Eds.) *El Palto*. Botánica, Producción y Usos. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Valparaíso, Chile.
- Jaramillo-Robledo, A. 2005. *Clima andino y café en Colombia* CENICAFÉ. Chinchiná, Caldas. Colombia. 196 p.
- Liu, X.; R. Hofshi, and M.L. Arpaia. 1999. Hass avocado leaf growth, abscission, carbon production and fruit set. *Proceedings of avocado Brainstorming. Session 3. Canopy management*. Riverside, California, USA. pp. 52-55.
- Lovatt, C. J. 2004. Use of plant growth regulators to increase fruit set, fruit size and yield and to manipulate vegetative and floral shoot growth. *California Avocado Research Symposium* 30:96-107.
- Mena-Volker, F. 2004. Fenología del palto, su uso como base del manejo productivo. 2º Seminario Internacional de Paltos. Sociedad Gardiazábal y Magdahl Ltda. Quillota, Chile. [http://www.avocadosource.com/Journals/2\\_Seminario/2\\_Seminario\\_Mena\\_Fenologia\\_SPAN.pdf](http://www.avocadosource.com/Journals/2_Seminario/2_Seminario_Mena_Fenologia_SPAN.pdf); consulta: abril 2014.
- Ploetz, R.C., J.L. Ramos, and J.L. Parrado. 1991. Shoot and root cycles of avocado in south Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 104:21-24.
- Popenoe, W. 1919. *The avocado in Guatemala*. USDA Bulletin Number 743. 69 p.
- Robinson, P.W.; M.V. Mickelbart, X. Liu, C. Adams, G. Witney, and M.L. Arpaia. 2002. Development of a phenological model of avocado tree growth in California. *Acta Horticulturae* 575:859-864.
- Rocha-Arroyo, J.L., S. Salazar-García, A. E. Bárceñas-Ortega, I.J.L. y L.E. Cossio-Vargas. 2011. Fenología del aguacate Hass en Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2(3):303-316.
- Salazar-García, S., L. Cossio-Vargas, I. González-Durán, y C. Lovatt. 2007. Desarrollo floral del aguacate Hass en clima semicálido. Parte I. Influencia de la carga de fruta y edad de los brotes. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(1):87-92.
- Salazar-García, S. and C. Lovatt. 2002. Flowering of avocado (*Persea americana* Mill.). I. Inflorescence and flower development. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 8(1):71-75.
- Thorp, T.G., D. Aspinall, and M. Sedgley. 1993. Influence of shoot age on floral development and early fruit set in avocado (*Persea americana* Mill.) cv. 'Hass'. *Journal of Horticultural Science* 68:645-651.
- Thorp, T. G., P. Anderson, and M. Camilleri. 1995. Avocado tree growth cycles a quantitative model. *Proceedings III World Avocado Congress*. Tel Aviv, Israel. pp. 76-79.
- Whiley, A.W., B.N. Wolstenholme, J.B. Saranah, and P.A. Anderson. 1990. Effect of root temperature on growth of two avocado rootstocks cultivars. *Acta Horticulturae* 275:153-160.
- Whiley, A. 1990. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. [http://www.avocadosource.com/Journals/CIVDMCHILE\\_1990/CIVDMCHILE\\_1990\\_PG\\_06.pdf](http://www.avocadosource.com/Journals/CIVDMCHILE_1990/CIVDMCHILE_1990_PG_06.pdf) consulta: abril 2013.
- Wolstenholme, B.N., and A.W. Whiley. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 12:33-37.