

Crecimientos vegetativo y reproductivo del aguacate 'Hass' en diversos climas de Michoacán, México

J.L. Rocha-Arroyo¹, S. Salazar-García^{2*}, A.E. Bárcenas-Ortega³, J.L. González-Durán², R. Medina-Torres⁴

¹INIFAP-Campo Experimental Uruapan, Av. Latinoamericana 1101, Uruapan, Michoacán 60150, México. ²INIFAP-Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Apdo. Postal 100, Santiago Ixcuintla, Nayarit 63300. México. ³UMSNH-Facultad de Agrobiología. Paseo Lázaro Cárdenas Esq. Berlín s/n. Uruapan, Michoacán 60170, México. ⁴UAN-Unidad Académica de Agricultura. Apdo. Postal 49, Xalisco, Nayarit 63780. México. Correo electrónico: samuelsalazar@prodigy.net.mx

Resumen

El estado de Michoacán es la mayor región productora de aguacate 'Hass' del mundo. Para mantener y/o mejorar su productividad es necesario que las prácticas de manejo del huerto estén basadas en la fenología del árbol. El objetivo de esta investigación fue conocer la ocurrencia e intensidad de los flujos vegetativos (FV) producidos por el aguacate 'Hass', así como su importancia para la producción de brotes florales (BF) en varios climas de Michoacán. El estudio fue realizado durante dos ciclos de floración (2006-2008) en 14 huertos comerciales ubicados en seis climas típicos de Michoacán: 1) Cálido subhúmedo, 2) Semicálido subhúmedo (el más seco), 3) Semicálido subhúmedo (con más humedad), 4) Semicálido húmedo, 5) Templado subhúmedo y 6) Templado húmedo. En cada huerto se escogieron 10 árboles; en cada árbol cinco ramas; en cada rama 15 a 20 brotes del flujo vegetativo de invierno (FVI) -que ocurre durante o inmediatamente después de la floración principal. Los FV's que posteriormente emergieron fueron identificados, así como su contribución a la producción de BF. Según la estación del año en que emergieron, ocurrieron tres FV's: invierno (noviembre-febrero), primavera (febrero-junio) y verano (junio-septiembre). Estos FV's produjeron cuatro flujos de floración: Loca (agosto-septiembre), Aventajada (octubre-diciembre), Normal (diciembre-febrero) y Marceña (febrero-marzo). El tipo de clima afectó la magnitud e intensidad de los FV's; sin embargo, en todos los climas, el FVI fue el más importante para la producción de BF. En general, la floración Normal fue producida por el FV de invierno, la floración Loca y Aventajada por los FV's de primavera y verano, y la floración Marceña por el FV de verano.

Palabras clave: *Persea americana*, fenología, floración, ecofisiología, flujo vegetativo.

Abstract

The state of Michoacán is the biggest 'Hass' avocado producing region in the world. To maintain and/or improve its productivity it is necessary to manage the orchards based on tree phenology. This study was undertaken to assess the occurrence and intensity of vegetative flushes (VF) in 'Hass' avocado, as well as their importance on the production of floral shoots (FS) in various Michoacán climates. The study was conducted during two flowering cycles (2006-2008) in 14 commercial orchards located in six climates typical of the Michoacán region: 1) Warm subhumid, 2) Semiwarm subhumid (driest), 3) Semiwarm subhumid (wettest), 4) Semiwarm humid, 5) Temperate subhumid, and 6) Temperate humid. Ten trees were chosen in each orchard; five branches were randomly selected on each tree; and 15-20 shoots from the winter vegetative flush (WVF) -which occurs during or immediately after the major bloom, were tagged in each branch. The VF's that emerged subsequently were identified as well as their respective contributions to the production of FS. According to the season in which they emerged, there were three VF's: winter (November-February), spring (February-June) and summer (June-September). These VF's resulted in four flowering flushes: Crazy bloom (August-September), Advanced bloom (October-December), Normal bloom (December-February) and March bloom (February-March). The type of climate affected the magnitude and intensity of VF's; however, in all climates, the WVF was the most important producer of FS. In general, Normal flowering was produced by winter shoots; Crazy and Advanced flowering by spring and summer shoots; March bloom by summer VF shoots.

Key words: *Persea americana*, phenology, flowering, ecophysiology, vegetative flush.

Introducción

El aguacate es una planta con crecimiento rítmico que presenta dos o más flujos de crecimiento vegetativo al año. Los flujos vegetativos (FV) y reproductivos son de intensidad y duración variables y su ocurrencia es influenciada por factores ambientales, prácticas de manejo y la cantidad de fruto presente en el árbol (Salazar-García 2007, p. 64). El efecto ambiental sobre la fenología ocurre a nivel de región, huerto, árbol, rama y puede cambiar de un año a otro (Mena-Volker 2004, p. 1).

En la mayoría de los países productores del cv. Hass se presentan uno o dos FV's y sólo un flujo floral (FF) durante el año. En la zona costera de Chile, Mena-Volker (2004, p. 1) registró dos FV's al año, uno en primavera y otro en verano-otoño y un periodo de floración en octubre-noviembre. En Nueva Zelanda se presentaron FV's en primavera, verano y otoño con intensidades alta, mediana y baja, respectivamente, y una floración producida principalmente por brotes de primavera (Dixon, Cotterell, Hofstee & Elmsly 2008, p. 35).

En California, 'Hass' presentó un FV en la primavera, el cual fue más intenso que el de verano y sólo ocurrió una floración entre marzo y mayo (Liu, Robinson, Madore, Witney & Arpaia 1999, p. 671). En Nayarit, México, se presentaron cuatro FV's, uno en invierno y tres en verano; 76% de los brotes de invierno florecieron, en tanto que los de verano sólo lo hicieron entre 19% y 36% (Salazar-García, Cossio-Vargas, Lovatt, González-Durán & Pérez-Barraza 2006, p. 1541).

En Michoacán, el aguacate 'Hass' se cultiva en más de 106 mil hectáreas (SIAP, 2011) y en altitudes de 1100 a más de 2500 m (Bárceñas-Ortega, Mateo-Silva, Salazar-García, Aguirre-Paleo & Chávez-Bárceñas 2010, p. 96). Más del 98% de la superficie se concentra en seis tipos de clima. En esta región se pueden presentar hasta cuatro floraciones al año conocidas localmente como: Loca, Aventajada, Normal y Marceña (Salazar-García, Zamora-Cuevas & Vega-López 2005, p. 31). La fluctuación constante de temperaturas parece ser el principal factor que promueve la continua floración, lo cual frecuentemente origina la superposición de flujos florales (Salazar-García 2007, p. 64). Existe poca información sistematizada sobre el comportamiento de los crecimientos vegetativo y reproductivo de 'Hass' en Michoacán. El objetivo de esta investigación fue documentar las fechas de ocurrencia e intensidad de los flujos vegetativos producidos por el aguacate 'Hass' y su contribución a la floración en varios climas de Michoacán.

Materiales y Métodos

Material vegetal

El estudio fue realizado de enero 2006 a febrero 2008, en 14 huertos comerciales (siete con riego y siete sin riego) de 8 a 18 años de edad del cv. Hass sobre portainjertos de raza Mexicana originados por semilla. Los huertos se ubicaron en 11 localidades y seis tipos climáticos que representan más del 98% de la superficie con aguacate en Michoacán (Anguiano-Contreras, Alcántar-Rocillo, Toledo-Bustos, Tapia-Vargas, Ruiz-Corral & Rodríguez-Cardoso 2006, p. 148) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Climas en los que se realizó el estudio.

Clima [†]	Superficie (% del total) ^{††}	Localidad, municipio y condición de humedad	asnm ^{†††} (m)
1. Cálido subhúmedo Aw1(w)	0.12	Matangarán, Uruapan (Riego)	1450
2. Semicálido subhúmedo (el más seco) A(C)(w0)(w)	1.62	Barranquillas, Tancítaro (Riego)	1553
		Barranquillas, Tancítaro (Sin riego)	1430
3. Semicálido subhúmedo (el más húmedo) (A)C(w1)(w) + (A)C(w2)(w)	57.03	Patámbaro, Tancítaro (Sin riego)	1940
		Araparícuaro, Tancítaro ((Riego)	1812
		Araparícuaro, Tancítaro (Sin riego)	2055
4. Semicálido húmedo (A)C(m)(w)	10.22	Tecario, Tacámbaro (Riego)	1623
		Cheranguerán, Uruapan (Riego)	1815
5. Templado subhúmedo C(w2)(w)	25.99	La Basilia, Uruapan (Sin riego)	1875
		Peribán, Peribán (Sin riego)	2053
		Araparícuaro, Tancítaro (Sin riego)	1990
6. Templado húmedo C(m)(w)	3.62	San Antonio de Viña, Tacámbaro (Riego)	2031
		Zirapóndiro, Uruapan (Riego)	2065
		San Lorenzo, Uruapan (Sin riego)	2140
Total	98.6		

[†] INEGI (1985); ^{††} Anguiano-Contreras et al (2006); ^{†††} Altura sobre el nivel del mar.

En cada huerto se seleccionaron 10 árboles sin entrecruzamiento de copas y con historial de producción anual mayor de 100 kg-árbol⁻¹. Alrededor de cada árbol se eligieron al azar cinco ramas de 1 a 1.5 m de longitud. En enero 2006, en cada rama se marcaron de 15 a 20 brotes del flujo vegetativo de invierno (FVI) y conforme emergieron los siguientes FV's, se etiquetaron. El tipo de crecimiento producido (vegetativo o reproductivo) por los brotes de los diferentes FV's, fue cuantificado al final de cada periodo estacional de crecimiento durante los dos años del estudio.

Análisis estadístico

Para cada clima, se integró un conjunto de datos con la información de dos años sobre el tipo de crecimiento producido por los brotes de cada FV, para obtener la proporción del total que correspondió a cada crecimiento registrado. Previo a su análisis estadístico, estos porcentajes fueron transformados mediante el método de la raíz cuadrada de la observación + 0.5 (Steel y Torrie, 1980).

Se utilizó un diseño completamente al azar y se consideró el porcentaje de cada tipo de crecimiento producido (brotes florales o vegetativos). Como tratamientos se emplearon los seis climas mencionados. Para cada clima y flujo vegetativo se tuvo diferente número de observaciones por tratamiento, por lo que se usó el procedimiento GLM del paquete estadístico computacional SAS, versión 9.1.3. La comparación de medias se hizo con la prueba de Duncan ($P = 0.05$).

Resultados

Fechas de ocurrencia de flujos vegetativos

En todos climas el cv. Hass presentó tres flujos vegetativos anuales; sus fechas de aparición variaron con el tipo de clima. El flujo de invierno inició en noviembre-diciembre y se extendió por casi tres meses; el flujo de primavera inició en febrero-marzo y duró de tres a cuatro meses; el flujo de verano inició en junio y duró cerca de tres meses (Cuadro 2).

Cuadro 2. Periodos de emergencia de los flujos vegetativos según el clima (2006-2008).

Clima	Flujo vegetativo		
	Invierno	Primavera	Verano
1. Cálido subhúmedo	15 dic.-20 feb.	10 mar.-15 jun.	10 jun.-10 sep.
2. Semicálido subhúmedo (el más seco)	15 dic.-20 feb.	01 mar.-10 jun.	10 jun.-15 sep.
3. Semicálido subhúmedo (el más húmedo)	01 dic.-25 feb.	05 mar.-10 jun.	15 jun.-15 sep.
4. Semicálido húmedo	15 dic.-25 feb.	05 mar.-30 mayo	25 jun.-15 sep.
5. Templado subhúmedo	20 nov.-25 feb.	15 feb.-10 jun.	10 jun.-15 sep.
6. Templado húmedo	05 dic.-28 feb.	01 mar.-15 jun.	20 jun.-15 sep.

Tipo de crecimiento producido por los distintos flujos vegetativos

Brotes de invierno. Esta investigación inició con la emergencia del flujo de invierno, el cual se presenta con mayor intensidad en todos los años y en todos los climas. Estos brotes dieron origen a tres flujos vegetativos: primavera, verano e invierno (del ciclo siguiente).

La mayor proporción de brotes de invierno que produjeron flujo de primavera ocurrió en los climas Semicálido subhúmedo (tanto el más seco como el más húmedo; 3.09 a 3.39%) (Cuadro 3). La mayor producción de brotes de verano por los brotes de invierno se registró en el clima Semicálido subhúmedo (el más seco; 3.06%). La proporción de brotes de invierno que produjeron brotes vegetativos en el siguiente invierno fue mayor en los climas Semicálido subhúmedo (el más húmedo) y Templado subhúmedo (4.83 y 4.36%, respectivamente) (Cuadro 3).

La producción de floración Loca (agosto-septiembre) por los brotes de invierno fue mayor en los climas Semicálido subhúmedo (el más húmedo) (0.9%) y Templado subhúmedo (0.3%) (Cuadro 3). La floración Aventajada (octubre al 15 de diciembre) fue mínima en los climas Cálido subhúmedo y Semicálido subhúmedo (el más seco), ocurriendo con mayor intensidad en los otros climas (0.2 a 0.43%) (Cuadro 3). La floración Normal (diciembre al 15 de febrero) sobre brotes de invierno fue la más abundante en todos los climas y su mayor intensidad se registró en los climas Semicálido subhúmedo (el más húmedo) y Templado húmedo (14.46 y 12.13%, respectivamente); su menor intensidad fue en los dos climas más cálidos. La floración Marceña (febrero a marzo) fue más abundante en el clima Semicálido subhúmedo (el más húmedo; 2.52%) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tipo de crecimiento producido por brotes del flujo vegetativo de invierno (FVI), según el clima.

Clima	Brotes evaluados	Flujos vegetativos producidos por el FVI			Brotes Inactivos	Floración producida por brotes del FVI			
		Primavera	Verano	Invierno		Loca	Aventajada	Normal	Marceña
-----Porcentaje del total de brotes evaluados-----									
1	1541	0.88 c [†]	0.89 bc	0.91 bc	0.10 a	0.00 c	0.00 c	1.98 c	1.18 b
2	3349	3.39 a	3.06 a	1.36 b	0.14 a	0.30 b	0.06 bc	3.45 c	1.14 b
3	7563	3.09 a	2.29 b	4.83 a	0.60 a	0.90 a	0.43 a	14.46 a	2.52 a
4	3954	0.82 c	0.16 c	1.80 b	0.26 a	0.23 b	0.20 ab	11.22 b	0.53 c
5	5621	2.42 b	1.66 bc	4.36 a	0.86 a	0.30 ab	0.21 ab	10.03 b	1.81 b
6	3943	0.92 c	0.51 c	0.11 c	0.43 a	0.13 b	0.32 a	12.13 a	0.62 c
Total	25971								

[†] Medias con letras iguales en columnas no son estadísticamente diferentes (Duncan, $P = 0.05$)

Brotes de primavera. Los brotes de primavera produjeron brotes de verano y de invierno (del siguiente ciclo) en todos los climas. Sin embargo, la mayor producción de brotes de verano se registró en el clima Semicálido subhúmedo (el más seco; 10.55%) y de brotes de invierno en los climas Semicálido subhúmedo (el más seco) y Templado subhúmedo (ambos con 2.95%) (Cuadro 4). No se apreció una relación entre el clima y la producción de brotes de verano o de invierno.

Cuadro 4. Tipo de crecimiento producido por brotes del flujo vegetativo de primavera (FVP), según el clima.

Clima	Brotes evaluados	FV producidos por el FVP		Brotes inactivos	Floración producida por brotes del FVP				
		Verano	Invierno		Loca	Aventajada	Normal	Marceña	
-----Porcentaje del total de brotes evaluados-----									
1	228	1.81 bc [†]	0.40 c	0.00 b	0.00 b	0.00 b	4.92 b	0.50 c	
2	870	10.55 a	2.95 a	0.23 a	1.04 ab	0.08 b	11.33 a	2.98 a	
3	795	3.48 b	1.44 b	0.10 b	1.24 a	0.90 b	16.38 a	3.08 a	
4	216	0.17 c	0.10 c	0.00 b	0.47 b	4.56 a	1.94 b	0.00 c	
5	636	3.75 b	2.95 a	0.13 b	1.27 a	0.67 b	11.26 a	1.27 b	
6	240	1.34 bc	0.23 c	0.00 b	0.20 b	4.19 a	2.08 b	0.00 c	
Total	2985								

[†] Medias con letras iguales en columnas no son estadísticamente diferentes (Duncan, $P = 0.05$)

La floración Loca sobre brotes de primavera fue baja ($\leq 1.27\%$) y aunque su presencia fue afectada por el clima, no hubo una tendencia clara con relación a éste (Cuadro 4). La floración Aventajada, fue más intensa en los climas Semicálido húmedo y Templado húmedo (4.56 y 4.19% del total de brotes, respectivamente); en los demás climas esta floración fue mínima ($\leq 0.9\%$). La floración Normal fue la más abundante y ocurrió en todos los climas estudiados, aunque su mayor intensidad fue en los climas Semicálidos subhúmedos (11.33 a 16.38%) y Templado subhúmedo (11.26%) (Cuadro 4). La floración Marceña sólo se presentó en cuatro climas y fue más intensa en los climas Semicálidos subhúmedos (2.98 a 3.08%).

Brotes de verano. Los brotes de verano produjeron proporciones variables de brotes vegetativos en el siguiente invierno (0 a 5.61%). La mayor abundancia ocurrió en los climas Semicálido subhúmedo (el más húmedo) y Templado subhúmedo (5.61 y 4.34%, respectivamente) (Cuadro 5). Muy pocos brotes de verano permanecieron inactivos en todos los climas (0 a 0.28%).

El principal destino de los brotes de verano fue la producción de brotes florales en los distintos flujos de floración: Loca (0 a 0.88%), Aventajada (0 a 2.05%), Normal (0.92 a 25.11%) y Marceña (0 a 12.01%). Sin embargo, estas proporciones variaron con el clima (Cuadro 5).

Origen y destino de los flujos de crecimiento vegetativo

El destino de los brotes de cada flujo vegetativo varió con el tipo de clima (Figuras 1 y 2). En el Cálido subhúmedo ningún FV produjo floración Loca o Aventajada (Figura 1A). La floración Normal fue más importante en brotes de primavera y verano (49 a 64%), mientras que la Marceña lo fue en los de verano e invierno (20 a 39%).

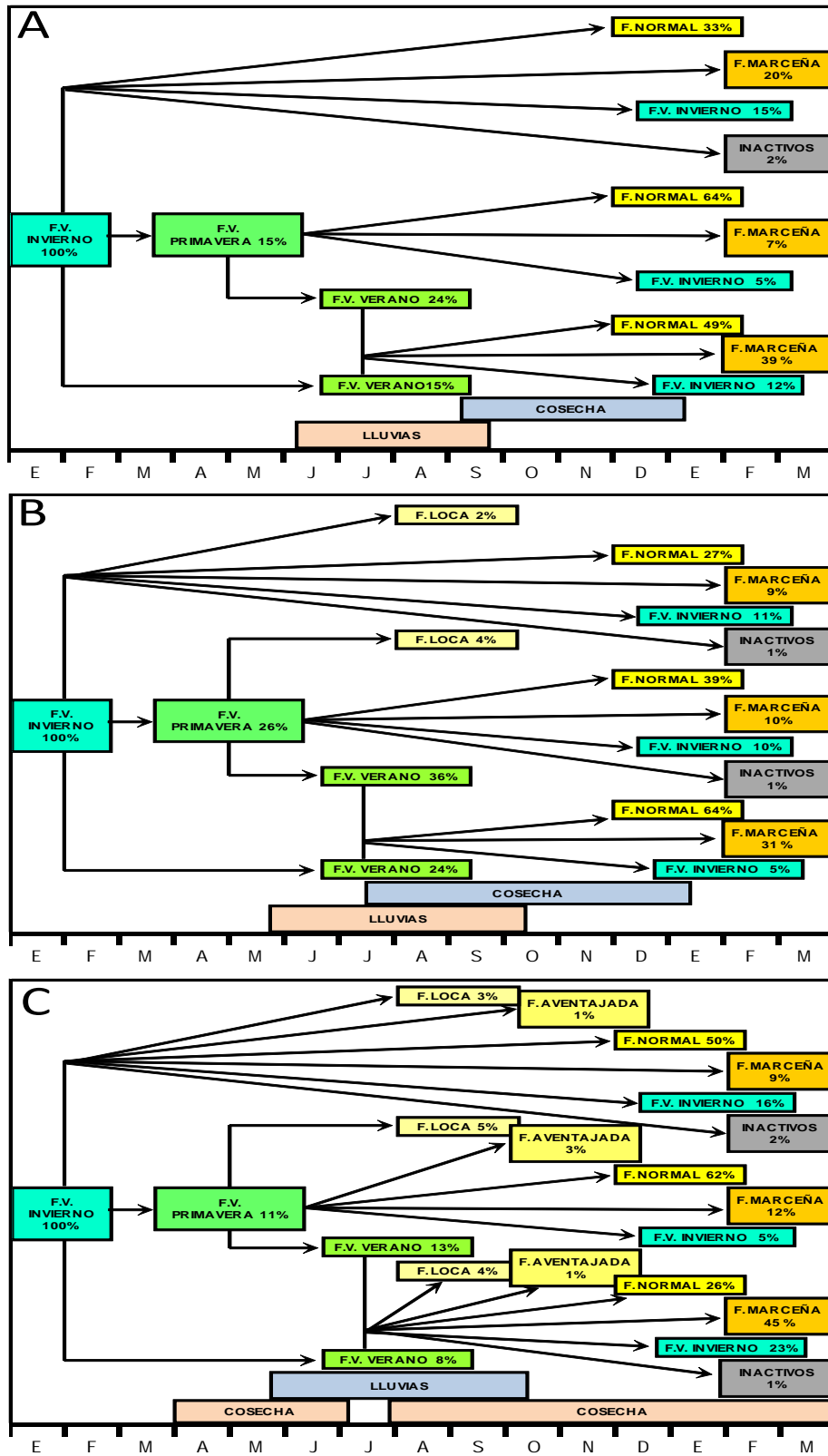


Figura 1. Origen y destino de los flujos de crecimiento vegetativo del aguacate 'Hass' en los climas Cálido subhúmedo (A); Semicálido subhúmedo, el más seco (B); Semicálido subhúmedo, más húmedo (C).

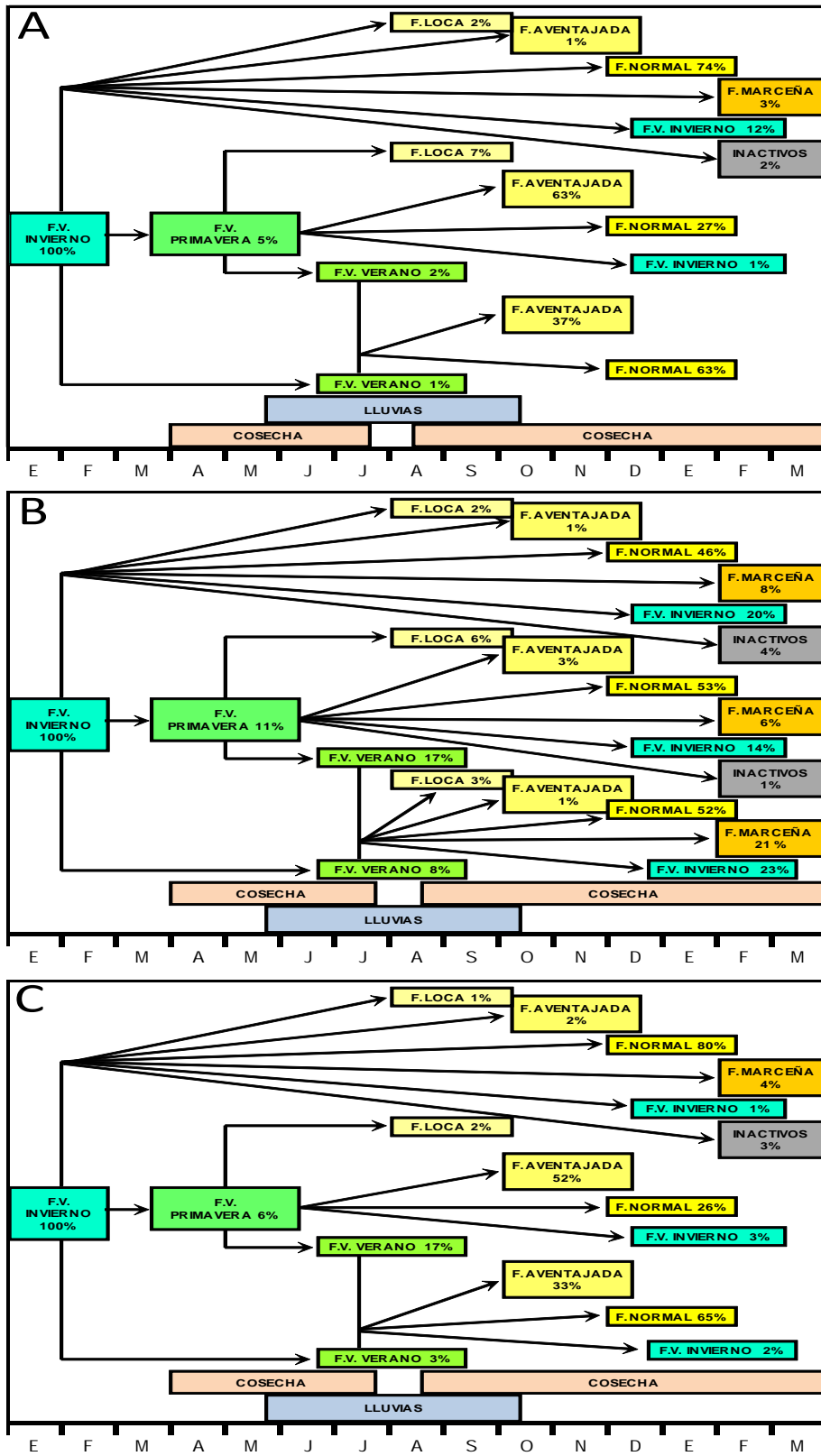


Figura 2. Origen y destino de los flujos de crecimiento vegetativo del aguacate ‘Hass’ en los climas Semicálido húmedo (A); Templado subhúmedo (B); Templado húmedo (C).

Cuadro 5. Tipo de crecimiento producido por brotes del flujo vegetativo de verano (FVV), según el clima.

Clima	Brotes evaluados	FV prod. por el FVV		Floración producida por brotes del FVV			
		Invierno	Brotes inactivos	Loca	Aventajada	Normal	Marceña
-----Porcentaje del total de brotes evaluados-----							
1	280	1.20 b [†]	0.00 a	0.00 b	0.00 b	4.80 b	3.88 b
2	1108	1.80 b	0.14 a	0.07 b	0.00 b	25.11 a	12.01 a
3	685	5.61 a	0.28 a	0.88 a	0.11 b	6.36 b	10.95 a
4	41	0.00 c	0.00 a	0.00 b	0.53 b	0.92 c	0.00 c
5	544	4.34 a	0.07 a	0.67 a	0.14 b	9.99 b	3.99 b
6	174	0.11 c	0.00 a	0.00 b	2.05 a	3.99 b	0.00 c
Total	2832						

[†] Medias con letras iguales en columnas no son estadísticamente diferentes (Duncan, $P = 0.05$)

En los climas Semicálidos subhúmedos, la floración Loca fue más abundante que la Aventajada y ocurrió hasta en 5% de los brotes, siendo mayor en los flujos de primavera y verano (Figuras 1B y 1C). En el más seco de estos climas, las floraciones Normal y Marceña fueron más importantes en los brotes de verano (31 a 64%; Figura 1B), mientras que en el clima más húmedo la floración Normal fue la más importante en los brotes de primavera e invierno (50 a 62%) y la Marceña en los de verano (45%) (Figura 1C). En el clima Semicálido húmedo, las floraciones Aventajada y Normal fueron las más importantes. La Aventajada fue producida por 37 a 63% de los brotes de primavera y verano y la Normal por el 63 a 74% de los brotes de verano e invierno (Figura 2A). En este clima, las floraciones Loca y Marceña ocurrieron en 2 a 7% de los brotes. En el clima Templado subhúmedo la floración Normal fue la más importante y ocurrió en 46 a 53% de los brotes de los tres flujos vegetativos (Figura 2B), mientras que la Marceña se presentó con mayor intensidad (21%) en los brotes de verano. Las floraciones Loca y Aventajada fueron bajas ($\leq 6\%$). En el clima Templado húmedo, las floraciones Aventajada y Normal fueron las más abundantes; la Aventajada ocurrió en 33 a 52% de los brotes de primavera y verano, y la Normal estuvo presente en 65 a 80% de los brotes de invierno y verano (Figura 2C). En este clima, las floraciones Loca y Marceña fueron producidas por $\leq 4\%$ de los brotes de verano e invierno.

Discusión

A diferencia de los dos flujos vegetativos anuales que normalmente ocurren en otras regiones productoras de aguacate (Thorp, Aspinall & Sedgley 1993, p. 645; Liu et al 1999, p. 671; Cutting 2003, p. 42; Mena-Volker 2004, p. 1) y similar a lo reportado para Nueva Zelanda (Dixon et al 2008, p. 35), en Michoacán se presentaron tres flujos vegetativos (invierno, primavera y verano). La mayor producción de brotes vegetativos por los flujos de primavera y verano en el clima Semicálido subhúmedo (el más seco) de Michoacán, así como la mayor duración del flujo de primavera, podrían atribuirse a las temperaturas cálidas registradas de febrero a mayo (Figura 3B) y al efecto del riego, como fue señalado por Bower, Cutting, Lovatt & Blanke (1990, p. 425) y Salazar-García (2002). En Michoacán, el inicio de los flujos de primavera y verano coincidió con lo reportado por Liu et al (1999, p. 671) para California; sin embargo, en Michoacán la producción de brotes de verano terminó mes y medio antes que en California.

En regiones productoras de 'Hass', como 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, p. 645; Liu et al, 1999, p. 671; Mena-Volker 2004, p. 1; Salazar-García et al 2007, p. 93; Dixon et al 2008, p. 35). En Michoacán se registraron cuatro flujos florales de diferente intensidad. Para nuestro conocimiento, esto es una situación única en el mundo que merece ser estudiada para entender mejor la floración del cv. Hass.

La presencia de floración Loca puede deberse a que al final de la primavera y durante el verano ocurrió una disminución en las temperaturas nocturnas (Figuras 3A-F). Esta condición reprimió el crecimiento vegetativo de las yemas fisiológicamente competentes y estimuló el desarrollo de la floración Loca, como fue mencionado por Salazar-García (2007, p. 93).

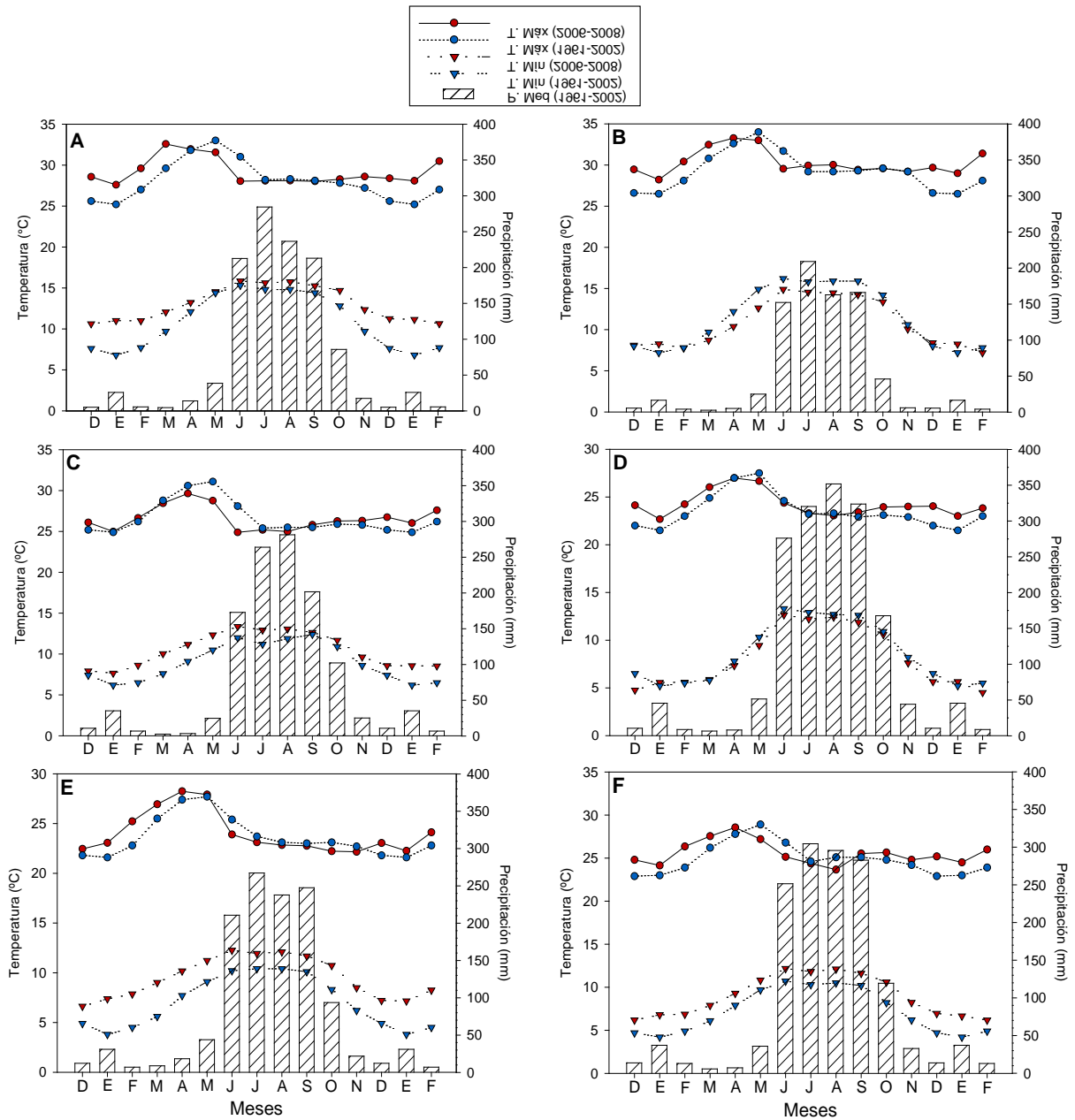


Figura 3. Promedios mensuales históricos (varios años) de temperaturas del aire y del periodo de estudio (2006-2008), así como precipitación pluvial histórica (barras), en los climas: Cálido subhúmedo (A); Semicálido subhúmedo, el más seco (B); Semicálido subhúmedo, el más húmedo (C); Semicálido húmedo (D); Templado subhúmedo (E); Templado húmedo (F).

En los climas más fríos (Figuras 3D-F), hubo un retraso en el desarrollo de los brotes de invierno y primavera, ocasionando que en los climas Semicálido húmedo y Templado húmedo ocurriera el mayor porcentaje de brotes florales que, junto con algunos brotes competentes de verano, alcanzaron antesis en octubre-noviembre (floración Aventajada). El descenso de las temperaturas nocturnas durante el verano también promovió la iniciación floral en brotes jóvenes de verano; entonces, en todos los climas la mayoría de los brotes florales procedentes de los tres flujos vegetativos alcanzaron antesis entre diciembre y febrero (floración Normal), que fue lo predominante en todos los climas y flujos vegetativos. Esto coincide con lo mencionado por Thorp et al (1993, p. 645) y Rocha-Arroyo, Salazar-García & Bárcenas-Ortega (2010, p. 469), en el sentido que la edad del brote no influencia su habilidad para florecer.

El que en los climas semicálidos subhúmedos hayan ocurrido los mayores porcentajes de floración Marceña en brotes de los flujos de primavera y verano pudo deberse a una tardía acumulación de días frío requeridos para la iniciación floral (Salazar-García et al 2006, p. 1541). Esto fue más notorio en brotes de verano, donde la floración Marceña fue mayor.

En el clima Cálido subhúmedo se registró un porcentaje importante de floración Marceña en brotes del flujo de invierno. Esto pudo deberse a que las yemas de brotes con más edad son menos receptivas de los cambios ambientales porque han entrado a un periodo de quiescencia y para salir de él requieren más tiempo (Salazar-García 2007, p. 93). En este clima prácticamente no hubo floraciones Loca y Aventajada en brotes de invierno y primavera lo cual pudo deberse a que las temperaturas cálidas estimularon una mayor brotación vegetativa, como fue señalado por Salazar-García (2002).

La información obtenida plantea la necesidad de nuevas investigaciones para promover una mayor floración fuera del periodo en que se registran bajas temperaturas ambientales en los climas más fríos, como el Semicálido húmedo, Templado subhúmedo y Templado húmedo. Por otra parte, en los climas Semicálido subhúmedos y Cálido subhúmedo, es conveniente evaluar tratamientos que incrementen la producción de brotes vegetativos de verano para aumentar la intensidad de la floración Marceña.

Conclusiones

De acuerdo a la estación del año en que emergieron, fueron identificados tres flujos vegetativos: invierno (noviembre-febrero), primavera (febrero-junio) y verano (junio-septiembre). Estos flujos produjeron cuatro flujos de floración: Loca (agosto-septiembre), Aventajada (octubre-diciembre), Normal (diciembre-febrero) y Marceña (febrero-marzo). El tipo de clima afectó la magnitud e intensidad de los flujos vegetativos; sin embargo, en todos los climas, el flujo de invierno fue el más importante para la producción de brotes florales. En general, la floración Normal fue producida por brotes del flujo de invierno, la floración Loca y Aventajada por los brotes del flujo de primavera y verano, y la floración Marceña por el flujo de verano.

Agradecimientos

Se reconoce el financiamiento de: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Proyecto 2005-12086), Fundación Produce Michoacán, Asociación de Productores, Empacadores y Exportadores de Aguacate de Michoacán, Comisión Michoacana del Aguacate y Consejo Nacional de Productores de Aguacate. Se reconoce la colaboración de los productores: José Oregel, José S. Villegas, Daniel Medina, Francisco J. Magaña, Ignacio Madrigal, Juan C. Mora, Fernando Torres, Andrés Sánchez, Florencio Cruzaley, Julio C. Guzmán, Rafael Álvarez, José Estrada, Marcos Ávalos y Feliciano Martínez. Se agradece el apoyo técnico de Ana T. Chávez-Bárcenas, Marín Gallardo-Valdés, José Anguiano-Contreras y José González-Valdivia.

Referencias

- Anguiano-Contreras J, Alcántar-Rocillo J, Toledo-Bustos R, Tapia-Vargas L, Ruiz-Corral J & Rodríguez-Cardoso Y 2006, *Caracterización edáfo-climática del área productora de aguacate de Michoacán*.
- Bárcenas-Ortega, A E, Mateo-Silva FJ, Salazar-García S, Aguirre-Paleo S & Chávez-Bárcenas A T 2010, *Fenología del aguacate 'Hass' en dos climas de Michoacán*, En M A Estrada-Botello, R Osorio-Osorio, N P Brito-Manzano y R Sánchez-Hernández (Eds.), *Memorias del 1er. Congreso Internacional de Agronomía Tropical y 2do. Simposio Nacional Agroalimentario, Tópicos Selectos en Agronomía Tropical*, (pp. 96-101), Tabasco México.

- Bower J P, Cutting J G M, Lovatt C J & Blanke M M 1990, '*Interaction of plant growth regulator and carbohydrate in flowering and fruit set*', *Acta Horticulturae*, no. 275, pp. 425-434.
- 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*, no. 3, pp. 42-47.
- Dixon, J, Cotterell C, Hofstee B &. Elmsly T A 2008, '*'Hass' avocado tree phenology 2004-2009 in The Western Bay of Plenty*', *New Zealand Avocado Growers Association, Annual Research Report*, no. 8, pp. 35-57.
- Liu, X, Robinson P W, Madore M A, Witney G W & Arpaia M L 1999, "'Hass' avocado carbohydrate fluctuations, I Growth and phenology, *Journal American, Society Horticultural Science* no. 124, pp. 671-675.
- Mena-Volker F 2004, '*Fenología del palto, su uso como base del manejo productivo*', 2º. *Seminario Internacional de Paltos, 29 septiembre-1 octubre Chile*, obtenido el 4 de febrero 2007, de <http://www.avocadosource.com/>
- Rocha-Arroyo, J.L., Salazar-García S, Bárcenas-Ortega A.E 2010, '*Determinación irreversible a la floración del aguacate 'Hass' en Michoacán*' *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Vol. 1, no. 4, pp. 469-478.
- Salazar-García, S 2002, *Nutrición del Aguacate, Principios y Aplicaciones*, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias en asociación con el Instituto de la Potasa y el Fósforo. Querétaro.
- Salazar-García, S 2007, *Floración y fructificación*, En D Téliz, A Mora (coords), *El Aguacate y su Manejo Integrado*, (pp. 64-86), México.
- Salazar-García, S, Cossio-Vargas L E, Lovatt C J, González-Durán I J L & Pérez-Barraza M H 2006, '*Crop load affects vegetative growth flushes and shoot age influences irreversible commitment to flowering of 'Hass' avocado*', *HortScience*, no. 41, pp. 1541-1546.
- Salazar-García, S, Zamora-Cuevas L & Vega-López R J 2005, '*Update on the avocado industry of Michoacán, México*' *California Avocado Society Yearbook*, no. 87, pp. 31-44.
- Salazar-García, S, Cossio-Vargas L E, González-Durán I J L & Lovatt C J 2007, '*Desarrollo floral del aguacate 'Hass' en clima semicálido, Parte II Generación y validación de modelos de predicción del desarrollo floral*' *Revista Chapingo Serie Horticultura*, no. 13, pp. 93-101.
- SIAP 2011, *Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la producción agrícola por cultivo*. SAGARPA-México, Obtenido el 1 de abril 2011, de http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350.
- Steel, R G D & J H Torrie 1980, *Principles and Procedures of Statistics*, McGraw Hill Tokyo.
- Thorp, T G, Aspinall D & Sedgley M 1993, '*Influence of shoot age on floral development and early fruit set in avocado (Persea americana Mill.) cv. Hass*', *Journal of Horticultural Science*, no. 68, pp. 645-651.