

FENOLOGÍA DEL AGUACATE 'HASS' EN EL CLIMA SEMICÁLIDO DE NAYARIT, MÉXICO

L. E. Cossio-Vargas¹; S. Salazar-García²;
I. J. L. González-Durán²; R. Medina-Torres³

¹Universidad Autónoma de Nayarit. Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias.
Apartado Postal 49. Xalisco, Nayarit. C. P. 63780. MÉXICO.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Apartado Postal 100.
Santiago Ixcuintla, Nayarit. C. P. 63300. MÉXICO.

Correo-e: samuelsalazar@prodigy.net.mx (⁴Autor responsable).
³Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura.
Apartado Postal 49. Xalisco, Nayarit C. P. 63780. MÉXICO.

RESUMEN

Este estudio se desarrolló en varios periodos del 2000 al 2005, en dos huertos comerciales de aguacate 'Hass' en los municipios de Tepic y Xalisco, Nayarit, México. El objetivo fue determinar los ciclos de crecimiento de árboles de 'Hass' cultivados sin riego. El cv. Hass presentó dos flujos de crecimiento vegetativo: invierno (mayor intensidad) y verano (menor intensidad). El proceso completo de desarrollo floral, de yema cerrada a antesis, en brotes del flujo vegetativo de invierno y verano fue de 11.5 meses y 7.5 meses, respectivamente. La máxima producción de raíces ocurrió en agosto. La máxima intensidad (45 %) de la "caída de fruto de junio" ocurrió durante las primeras lluvias de verano (junio). El crecimiento en longitud del fruto, desde el amarre (marzo) hasta cosecha (noviembre), duró ocho meses. Los promedios anuales de temperaturas máximas del aire fluctuaron de 26.8 a 33.4 °C y las mínimas de 9.3 a 20.4 °C. El promedio de las temperaturas máximas mensuales del suelo se mantuvo todo el año entre 20.1 y 24.5 °C, y las mínimas entre 18.5 y 23.4 °C. El nivel de humedad del suelo fue ≥ 85 % desde la estación lluviosa (junio a octubre) hasta diciembre; posteriormente descendió hasta alcanzar 65 % en mayo.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES. *Persea americana*, flujos vegetativos, crecimiento de raíces, crecimiento de fruto, floración.

PHENOLOGY OF THE 'HASS' AVOCADO IN THE SEMI WARM CLIMATE OF NAYARIT, MEXICO

ABSTRACT

The research was undertaken at several periods of time from 2000 to 2005 in two commercial 'Hass' avocado orchards in the municipalities of Tepic and Xalisco, Nayarit, México. The objective was to determine the growth cycles of 'Hass' avocado trees under rainfed conditions. 'Hass' showed two flushes of vegetative growth: winter (greatest intensity) and summer (lowest intensity). The complete floral development process, from closed and pointed bud to anthesis, required 11.5 and 7.5 months for winter and summer shoots, respectively. Greatest production of roots occurred in august. "June fruit drop" maximum intensity (45 %) was observed during the first summer rains (june). Fruit growth (length), from set (march) to harvest (november), used eight months. Annual average of maximum air temperatures fluctuated from 26.8 to 33.4 °C and minimum from 9.3 to 20.4 °C. Monthly average of maximum soil temperatures varied from 20.1 to 24.5 °C throughout the year and the minimum ranged from 18.5 to 23.4 °C. Soil moisture level was ≥ 85 % from the rainy season (june to october) to december; afterwards it decreased, reaching 65 % in may.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Persea americana*, vegetative flushes, root growth, fruit growth, flowering.

INTRODUCCIÓN

En México, después del estado de Michoacán, Nayarit es el segundo productor de aguacate, con 2,315 ha; en este estado el cv. Hass es el de mayor importancia económica y

los principales municipios productores son Tepic y Xalisco, donde más del 90 % de 'Hass' se cultiva sin riego (bajo temporal) ya que la lluvia anual alcanza un promedio de 1,220 mm, distribuidos de junio a octubre (Salazar-García y

Lazcano-Ferrat, 2003). Los municipios de Tepic y Xalisco, poseen suelos de origen volcánico con 30 a 80 cm de capa arable (color café) y un subsuelo 2 a 40 m formado por un material blanco llamado piedra pómez o "xal" (Salazar-García y Lazcano-Ferrat, 2003). El éxito en la producción de aguacate sin riego en Tepic y Xalisco se debe al suministro de humedad del subsuelo de xal durante la época de sequía (noviembre a mayo).

El estudio de la fenología de 'Hass' es importante para la correcta planeación y ejecución de las prácticas de manejo de los huertos, como podas, fertilización, riegos, etc. La fenología es la relación entre el clima y los procesos biológicos periódicos (Whiley *et al.*, 1988). Los árboles frutales muestran diversas fases del desarrollo o fases fenológicas conforme pasan las estaciones del año, por ejemplo: iniciación y diferenciación floral, flujos de crecimiento vegetativo, amarre y caída de fruto, crecimiento y maduración del fruto, crecimiento de raíces, abscisión de hojas, etc. (Wolstenholme y Whiley, 1989). Una vez que estas fases fenológicas son registradas y relacionadas, tanto con periodos de ocurrencia o duración como con información meteorológica, se puede predecir la ocurrencia de cambios importantes en el desarrollo del árbol. Esto ayudaría a técnicos y productores a modificar la expresión y duración de los procesos fenológicos que ocurren en los árboles.

Existen diagramas fenológicos con diferente grado de complejidad que han sido elaborados para 'Hass' en diversas regiones productoras, como el Sur de Australia (Whiley *et al.*, 1988), Natal, Sudáfrica (Whiley y Wolstenholme, 1990), Quillota, Chile (Gardiazabal y Rosenberg, 1991) California (Arpaia *et al.*, 1994-95) y Nueva Zelanda (Thorp *et al.*, 1998). Estas regiones poseen condiciones climáticas y de cultivo distintas a las de Nayarit, por lo que, el objetivo de este trabajo fue integrar información fenológica registrada en diferentes estudios realizados en Nayarit para describir los ciclos de crecimiento de 'Hass' cultivado sin riego en clima semicálido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características de los huertos

La investigación se realizó en varios intervalos de tiempo durante el periodo 2000-2005 en dos huertos comerciales de 'Hass' de 12 años de edad sin riego y en el clima semicálido subhúmedo de Nayarit, México. El huerto Alberto se localizó en Venustiano Carranza, municipio de Tepic (21° 32' N, 104° 59' W; 900 m precipitación media anual de 1,300 mm; temperatura media anual de 21 °C). El huerto Bernabé se situó en el Ejido Xalisco, municipio de Xalisco (21° 26' N, 104° 55' W; 1,200 m; precipitación media anual de 1,185 mm; temperatura media anual de 21.7 °C).

En cada huerto se seleccionaron 10 árboles de 12 años de edad que mostraron suficiente amarre de fruto como

para producir una cosecha normal (≥ 100 kg·árbol⁻¹). Los árboles estaban injertados sobre portainjertos criollos originados por semilla (probables híbridos de raza Antillana x Guatemalteca) y establecidos a 8 x 8 m.

Identificación de los flujos de crecimiento vegetativo

Al inicio del flujo vegetativo de invierno (febrero 2000) y verano (julio 2000), en cada árbol se etiquetaron cuatro ramas de 1 m de longitud, cada una con diámetro de 3 a 4 cm, ubicadas en la parte media y alrededor de la copa del árbol y con al menos 10 brotes cada una. Para determinar la ocurrencia de los flujos de crecimiento vegetativo se etiquetaron todos los brotes vegetativos producidos durante el ciclo de crecimiento.

Desarrollo floral

El desarrollo de las yemas florales se determinó durante el periodo 2000-2001 mediante el muestreo mensual de una yema apical por árbol en cinco de los 10 árboles de cada huerto. Las yemas se obtuvieron de los brotes previamente marcados en los flujos vegetativos de invierno y verano y fueron fijadas en FAA (formaldehído:ácido acético:etanol, 5:5:90, v:v:v). Posteriormente, las yemas fueron clasificadas de acuerdo con la escala visual de Salazar-García *et al.* (1998) con un microscopio Fisher Stereomaster Zoom Modelo FW99-25-1217 (Fisher Scientific, USA).

Producción de raíces

La presencia de raíces nuevas fue cuantificada mensualmente durante el periodo 2000-2001. En cada muestreo se obtuvieron raíces de dos árboles por huerto; los primeros seis muestreos se hicieron en el lado Norte del árbol y los otros seis muestreos en el lado Sur. Las raíces nuevas, distinguidas por su color café claro y grosor ≤ 5 mm, fueron extraídas de la zona de goteo del árbol excavando un volumen de suelo de 40 x 40 x 40 cm. Después de lavadas, las raíces fueron secadas en un horno con aire forzado a 70 °C por 72 h para obtener su peso seco.

Porcentaje de humedad del suelo

Esta variable fue registrada en dos árboles por huerto cuando se realizaron los muestreos de raíces. Las lecturas se obtuvieron a 30 cm de profundidad, con un medidor digital de humedad Aquaterr modelo Temp-100 (Aquaterr Instruments, Fremont, Calif., U.S.A.).

Temperaturas del aire y suelo

Durante el periodo 2000-2001, en cada huerto se registró, a intervalo de una hora, la temperatura del aire y del suelo a 30 cm de profundidad, mediante registradores automatizados HOBO H8 (Onset Computer, Witzprod, Englewood Cliffs, NJ, USA).

Caída de fruto de “junio”

La intensidad de la caída de fruto de “junio”, se cuantificó en cuatro ramas de 1 m de longitud marcadas en la parte media de la copa, en cada punto cardinal de los árboles seleccionados. El número de frutos presentes en cada rama marcada se contó a los dos meses (abril 2000) y siete meses (septiembre 2000) después de antesis.

Crecimiento de fruto

El 15 de marzo 2005, se marcaron 10 frutos en cada uno de cinco árboles del huerto Alberto. La longitud de cada fruto fue medida a intervalos mensuales desde un mes después de la floración (15 marzo 2005) hasta la cosecha (15 noviembre 2005). El fruto fue cosechado cuando el mesocarpio alcanzó un mínimo de 21.5 % de materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos de los huertos Bernabé y Ante presentaron características físicas similares, aunque su fertilidad tuvo diferencias notables. En general los suelos de los huertos mostraron niveles debajo de lo normal de macro- y micronutrientes en los primeros 30 cm de profundidad (Cuadro 1), que es la capa más explorada por las raíces finas del aguacate (Salazar-García y Cortés Flores, 1986).

En un estudio previo se determinó que la diferencia en las condiciones ambientales en la que se ubicaban los dos huertos incluidos en este estudio no modificó la fecha de aparición e intensidad de los flujos de crecimiento vegetativo y desarrollo floral de ‘Hass’ (Salazar-García *et al.*, 2007) Por lo tanto, a menos que se indique lo contrario, los resultados aquí presentados son el promedio de los dos huertos.

Flujos de crecimiento vegetativo

Se observaron dos flujos vegetativos, cada uno con diferente intensidad y duración. El flujo de invierno, que ocurrió en febrero 2000, fue el de mayor intensidad y se presentó en todos los brotes (Figura 1). Este flujo fue producido por la yema apical de los brotes florales indeterminados que se encontraban en antesis. El segundo flujo vegetativo y de menor intensidad (12.9 % de los brotes) el de verano en julio 2000, cuando las lluvias estaban establecidas (Figura 1). El flujo de verano fue producido por las yemas apicales de los brotes del flujo vegetativo previo (invierno).

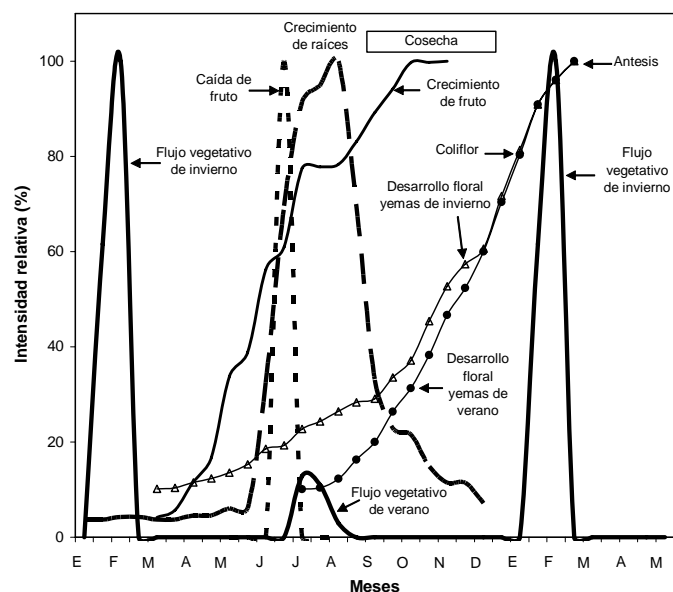


FIGURA 1. Fenología del aguacate ‘Hass’ en el clima semicálido de Nayarit, México (2000-2005).

CUADRO 1. Características del suelo (0-30 cm) de los huertos experimentales (mayo 2000).

	Huerto Sánchez (Xalisco)	Huerto Ante (Tepic)
Clasificación	Andosol húmico/textura media	Andosol húmico/textura media
Textura(arena / arcilla / limo)	Migajón Arenoso 64 % / 18 % / 18	Migajón Arenoso 62 % / 17 % / 21
pH (1:2 agua)	5.51 (Fuertemente ácido)	5.85 (Mod. ácido)
M. O. %	4.89 (Muy alto)	4.16 (Muy alto)
N-NO ₃ (mg·kg ⁻¹)	17.25 (Mediano)	4.01 (Bajo)
P-Bray (mg·kg ⁻¹)	1.08 (Muy bajo)	9.58 (Mod. bajo)
K (mg·kg ⁻¹)	270 (Mod. bajo)	300.5 (Mediano)
Ca (mg·kg ⁻¹)	663 (Bajo)	1204.5 (Mod. bajo)
Mg (mg·kg ⁻¹)	253 (Mod. bajo)	420.5 (Mediano)
Na (mg·kg ⁻¹)	14.6 (Muy bajo)	13.8 (Muy bajo)
Fe (mg·kg ⁻¹)	0.30 (Bajo)	1.11 (Bajo)
Zn (mg·kg ⁻¹)	1.66 (Bajo)	3.13 (Bajo)
Mn (mg·kg ⁻¹)	2.1 (Bajo)	2.45 (Bajo)
Cu (mg·kg ⁻¹)	1.17 (Mediano)	0.30 (Bajo)
B (mg·kg ⁻¹)	1.08 (Bajo)	0.64 (Bajo)

En el presente estudio se encontró que el primer flujo vegetativo, y de mayor intensidad, fue el de invierno. Esto difiere con lo que ocurre en otras regiones productoras de aguacate, donde el flujo vegetativo de primavera es el primero que se observa y el de mayor importancia para el crecimiento del cv. Hass (Whiley *et al.*, 1990; Salazar-García y Lovatt, 1998; Sánchez-Pérez *et al.*, 2001). La ocurrencia de flujos vegetativos en distintas épocas podría interpretarse como una característica de adaptación del aguacate 'Hass'. Lo anterior podría favorecer una floración recurrente abundante que incrementa las posibilidades de obtener una cosecha, minimizando la alternancia productiva causada por la falta de sitios de fructificación. Una investigación reciente con 'Hass' en Nayarit, México, mostró que la ocurrencia de los flujos de crecimiento vegetativo no fue afectada por la carga de fruto en el árbol (Salazar-García *et al.*, 2006a), situación diferente a lo encontrado en California (Salazar-García y Lovatt, 1998).

Desarrollo floral

Para febrero y julio 2000, los brotes de los flujos vegetativos de invierno y verano, respectivamente, habían alcanzado su máxima intensidad y sus yemas apicales estaban en estado S-1 (yema cerrada y puntiaguda localizada dentro de las dos últimas hojas sin expandir del brote), según la escala visual de Salazar-García *et al.* (1998) y que en la Figura 1 corresponde al primer punto de las líneas de desarrollo floral. El desarrollo floral completo, desde S-1 hasta S-11 (antesis), de las yemas apicales de los brotes de invierno necesitó 11.5 meses, comparado con los 7.5 meses requeridos por los brotes de verano. Esta diferencia correspondió a la fecha de brotación (febrero vs. julio); sin embargo, posteriormente desapareció, ya que para enero, las yemas apicales de ambos flujos de crecimiento se encontraban en estado "coliflor" (S-8) (Figura 1; alargamiento de los ejes secundarios, los ejes terciarios todavía estaban cubiertos por sus brácteas, con flores pequeñas sin abrir), y para febrero en antesis (S-11).

El que los brotes de invierno y verano hayan alcanzado la antesis en forma simultánea difiere con el comportamiento de este cultivar en Michoacán, donde la ocurrencia de varios flujos vegetativos puede resultar hasta en cuatro flujos de floración, espaciados por pocas semanas (Salazar-García, 2000; Salazar-García *et al.*, 2005). Lo más común para 'Hass' es que la floración sea producida por brotes de un solo flujo de crecimiento, como invierno, primavera o verano (Whiley *et al.*, 1990; Salazar-García *et al.*, 1998).

La diferencia en el tiempo de inicio de cada flujo vegetativo resultó en un grado de variación en la fecha en que cada yema alcanzó cierto estado de desarrollo floral. En la Figura 2 se muestra esta variación, apreciándose el tiempo fisiológico o cronológico en que el 25, 50 y 95 % de las yemas de un huerto alcanzaron diversos estados clave del desarrollo floral. Este diagrama ayudará a una mejor

programación de las aspersiones foliares con biorreguladores vegetales y nutrientes en etapas críticas del desarrollo floral, como lo es las aplicaciones de nitrógeno y boro en el estado coliflor (Salazar-García, 2000). También, reducirá la necesidad de reaplicaciones de productos contra los trips [*Pseudophilothrips perseae* (Watson)] que en Nayarit se presentan durante la floración (Urías-López *et al.*, 2007).

Producción de raíces

Durante todo el año se registró producción de raíces jóvenes; sin embargo, el principal flujo de producción ocurrió en junio, al inicio del periodo de lluvias y alcanzó su máximo en agosto. Posteriormente, la producción de raíces descendió progresivamente hasta ser mínima después de diciembre (Figura 1).

La ocurrencia de un solo flujo de producción de raíces en 'Hass' en Nayarit difiere de lo encontrado en otras regiones, ya que normalmente se observan al menos dos flujos de crecimiento, uno en la primavera y el otro durante el verano u otoño (Arpaia, 1998; Whiley *et al.*, 1988; Sánchez-Pérez *et al.*, 2001).

El crecimiento de las raíces del aguacate generalmente alterna con el crecimiento de la parte aérea (Ploetz *et al.*, 1992; Arpaia, 1998). Sin embargo, no obstante que en Nayarit existen condiciones favorables para el crecimiento vegetativo durante el verano (cálido y húmedo), éste fue reprimido probablemente por el intenso flujo de crecimiento de raíces

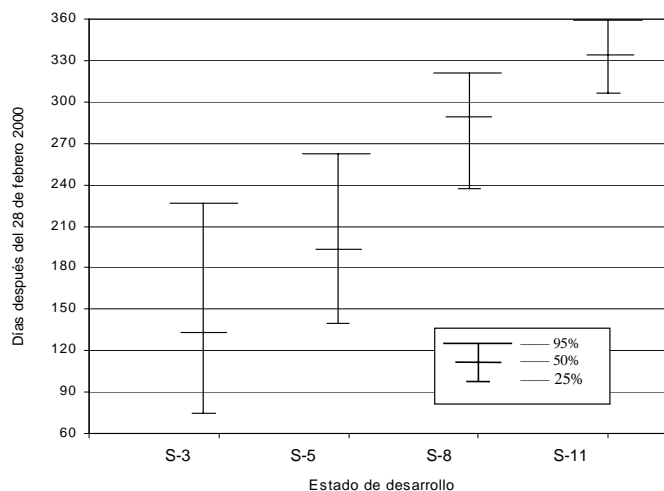


FIGURA 2. Fenología floral de 'Hass' en Nayarit, México. Las barras representan la proporción de la población de árboles en cada etapa del desarrollo: S-3 (Meristemo del eje primario cónico. Cuatro meristemos de ejes secundarios del brote floral), S-5 (Alargamiento de ejes secundarios más viejos, con ejes terciarios presentes. Desarrollo inicial del periantio de flores terminales de ejes secundarios y terciarios), S-8 (Presencia de todas las partes florales. La meiosis ha ocurrido en los lóculos de las anteras y las microesporas son evidentes. Formación de integumentos del óvulo), S-11 (flor en antesis).

observado. De hecho, la floración y el flujo vegetativo de invierno ocurrieron durante los periodos de menor crecimiento de raíces (después de diciembre). Esta información ayudará a conocer la relación entre estos eventos, así como la utilización de los carbohidratos por el árbol y facilitará la optimización de prácticas culturales como podas, fertilización, riegos y manipulación de los crecimientos vegetativo y reproductivo, entre otras.

Caída de fruto de "junio"

Esta caída de fruto ocurrió al comienzo de las lluvias de verano (15 junio 2000), un mes antes del inicio del flujo vegetativo de verano y del pico máximo de producción de raíces (Figura 1). Del total de fruto presente inicialmente (abril 2000) se cayó 45 % debido a la caída de fruto de junio. Existe la teoría de que la caída de fruto es debida a una competición por carbohidratos, agua y/o hormonas vegetales (Bower y Cutting, 1992). El estrés por deficiencia de humedad en el suelo previo a la caída de fruto (Figura 3) y la reducción de la caída de fruto obtenida con la aplicación de biorreguladores vegetales a 'Hass' en Nayarit confirma dicha teoría (Salazar-García *et al.*, 2006b).

Crecimiento del fruto

El crecimiento longitudinal del fruto, desde el amarre (marzo 2005) hasta cosecha (noviembre 2005), duró ocho meses. El patrón de crecimiento fue continuo, aunque mostró al menos, cuatro detenciones ligeras. El crecimiento más rápido ocurrió de marzo a julio, ya que entre estos meses el fruto creció el 77.5 % de su tamaño final, mientras que entre julio y agosto el crecimiento observado fue mínimo, probablemente debido al crecimiento de raíces, reactivándose en septiembre para alcanzar su máximo tamaño en noviembre (Figura 1).

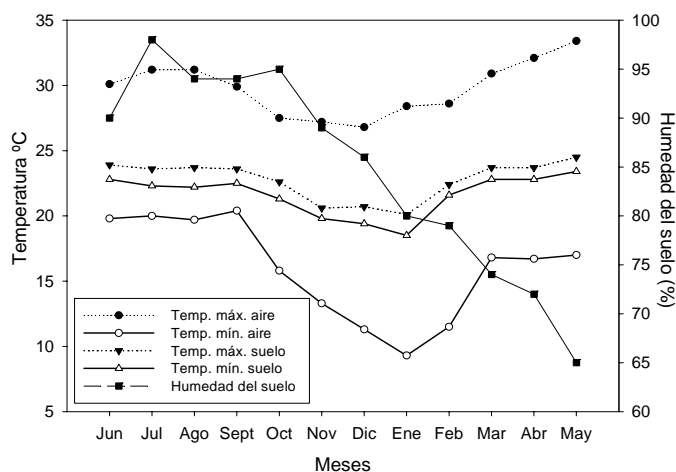


FIGURA 3. Promedios mensuales de temperaturas del aire, así como temperatura y humedad del suelo a 30 cm de profundidad en el huerto Alberto en Nayarit, México.

Época de cosecha

Aunque compuesto por dos generaciones de brotes vegetativos, 'Hass' sólo presentó un flujo de floración en invierno que resultó en un periodo de cosecha corto. En los huertos Alberto y Bernabé, se realizó un sólo corte de fruto el 15 de noviembre y 26 de diciembre 2000, respectivamente; sin embargo, es frecuente que en Nayarit la cosecha sea realizada entre el 20 de septiembre y el 30 de diciembre (Figura 1).

Temperaturas del aire y suelo

Los promedios mensuales de las temperaturas máximas y mínimas del aire fluctuaron notablemente a través del año. De marzo a septiembre (crecimiento del fruto y raíces) las temperaturas máximas se mantuvieron entre 29.9 y 33.4 °C y las mínimas entre 16.7 y 20.4 °C. De octubre a febrero (desarrollo floral, antesis y crecimiento vegetativo), las temperaturas máximas descendieron, manteniéndose entre 26.8 a 28.6 °C y las mínimas de 9.3 a 15.8 °C (Figura 3). No se observaron efectos negativos de las temperaturas mínimas sobre la floración o amarre de frutillos.

Los promedios mensuales de las temperaturas del suelo tuvieron menor variación que las del aire. De enero a diciembre, las temperaturas máximas variaron de 20.1 a 24.5 °C y las temperaturas mínimas, se mantuvieron entre 18.5 y 23.4 °C (Figura 3). Por lo anterior, las temperaturas del suelo no limitaron el crecimiento de las raíces, ya que siempre superaron los 13.5 °C indicados como críticos para el crecimiento de las raíces del aguacate (Whiley *et al.*, 1990).

Humedad del suelo

El contenido de humedad del suelo varió notoriamente durante el periodo de observación. Los niveles más altos de humedad variaron de 90 a 98 % y se registraron durante la estación lluviosa (junio a octubre). De noviembre a diciembre los niveles de humedad fueron ≥ 85 %. Sin embargo, a partir de enero la humedad del suelo descendió hasta alcanzar 65 % en mayo, aproximadamente un mes antes del inicio de las lluvias (Figura 3). Resultó interesante que cuando se presentaron las condiciones menos favorables de humedad en el suelo (65 %), todavía se observó producción de raíces jóvenes, aunque ésta fue mínima (4.7 %). En estas condiciones, no se presentó ningún nuevo flujo vegetativo; esto pudo ser una respuesta del árbol para evitar la competencia entre cualquier sitio de crecimiento con el fruto en desarrollo presente en el árbol (Figura 1).

No obstante que en Nayarit 'Hass' es cultivado sin riego, los niveles de humedad en el suelo permanecieron dentro de un intervalo aceptable (≥ 80 %) hasta enero. Sin embargo, en mayo, el contenido de humedad en el suelo fue 65 % (30 centibars, medido con tensiómetro) y por tratarse de un suelo de textura ligera (62 a 64 % arena) puede ser crítico para algunos procesos fisiológicos del

árbol, como el desarrollo del fruto y el crecimiento de raíces. Macías-González (1981) encontró una disminución en el vigor de los árboles de aguacate utilizando un régimen de agua de -7 barios (calculado por el método gravimétrico), aunque el régimen de -12 barios fue el más drástico. En otro estudio, Richards *et al.* (1961) observaron disminución en el rendimiento y vigor de los árboles de aguacate cuando la tensión de la humedad del suelo, medida a 30 cm de profundidad, llegaba a -10 barios.

CONCLUSIONES

El aguacate 'Hass' presentó dos flujos de crecimiento vegetativo: invierno (mayor intensidad) y verano (menor intensidad). El proceso completo de desarrollo floral, de yema cerrada a antesis, en brotes del flujo vegetativo de invierno y verano fue de 11.5 meses y 7.5 meses, respectivamente. La máxima producción de raíces ocurrió en agosto. La máxima intensidad (45 %) de la caída de fruto de "junio" ocurrió durante las primeras lluvias de verano (junio). El crecimiento en longitud del fruto, desde el amarre (marzo) hasta cosecha (noviembre), duró ocho meses. Las temperaturas del aire y del suelo no se mostraron como factores que limitaran el desarrollo y productividad de 'Hass' en Nayarit. Los niveles de humedad del suelo fueron ≥ 85 % desde la estación lluviosa (junio a octubre) hasta diciembre; posteriormente descendió hasta alcanzar 65 % en mayo.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada parcialmente por el Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT-Gobierno del estado de Nayarit y la Fundación Produce Nayarit, A.C. Se agradece a Alberto Ante y Bernabé Sánchez el facilitar sus huertos para la investigación.

LITERATURA CITADA

- ARPAIA, M. L. 1998. Enhancement of avocado productivity. I. Plant improvement - selection and evaluation of improved varieties and rootstocks. California Avocado Grower 2: 1.
- ARPAIA, M. L., WITNEY, G. W.; ROBINSON, P. W.; MICKELBART, M. V. 1994-95. 'Hass' avocado phenology in California: preliminary results. Subtropical Fruit News 3(1): 1-2.
- BOWER, J. P.; CUTTING, J. G. M. 1992. The effect of selective pruning on yield and fruit quality in 'Hass' avocado. Acta Hort. 296: 55-58.
- GARDIAZABAL, F.; ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201 p.
- MACÍAS-GONZÁLEZ, J. L. 1981. Respuesta de dos razas de aguacate (*Persea americana* Mill.) a tres regimenes de riego. Tesis de Maestría. Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas Chapingo, México. 124 p.
- PLOETZ, R. C.; RAMOS, J. L.; PARRADO, J. L. 1992. Shoot and root growth phenology of grafted avocado, pp. 215-220. *In*:
- LOVATT, C. J. (ed.) Proc. Second World Avocado Congress. University of California, Riverside, USA.
- RICHARDS, S. J.; MARSH, A. W. 1961. Irrigation based on soil suction measurements. Amer. Soil Sci. Soc. Proc. 15: 65-69.
- SALAZAR-GARCÍA, S. 2000. Fisiología reproductiva del aguacate, pp. 57-83. *In*: TÉLIZ-ORTÍZ, D. (Coord.). El Aguacate y su Manejo Integrado. Ediciones Mundi-Prensa. D. F., México.
- SALAZAR-GARCÍA, S.; CORTÉS F., J. I. 1986. Root distribution of mature avocado trees growing in soils of different texture. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 70: 165-174.
- SALAZAR-GARCÍA, S.; LOVATT, C. J. 1998. GA₃ application alters flowering phenology of the 'Hass' avocado. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123: 791-797.
- SALAZAR-GARCÍA, S.; LORD, E. M.; LOVATT, C. J. 1998. Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) during "on" and "off" crop years. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123: 537-544.
- SALAZAR-GARCÍA, S.; LAZCANO F., I. 2003. Site specific fertilization increased yield and fruit size in 'Hass' avocado. Better Crops International 17(1): 12-15.
- SALAZAR-GARCÍA, S.; ZAMORA C., L.; VEGA L., R. J. 2005. Update on the avocado industry of Michoacán, México. California Avocado Soc. Yrbk. 87: 31-44.
- SALAZAR-GARCÍA, S.; COSSIO V., L. E.; LOVATT C., J.; GONZÁLEZ D., I. J. L.; PÉREZ B., M. H. 2006a. Crop load affects vegetative growth flushes and shoot age influences irreversible commitment to flowering of 'Hass' avocado. HortScience 41: 1541-1546.
- SALAZAR-GARCÍA, S.; COSSIO V., L. E.; GONZÁLEZ D., I. J. L.; LOVATT, C. J. 2006b. Effect of foliar-applied plant bioregulators on "June fruit drop", yield and fruit size of 'Hass' avocado. Acta Hort. 727: 197-202.
- SALAZAR-GARCÍA, S.; COSSIO V., L. E.; GONZÁLEZ D., I. J. L.; LOVATT, C. J. 2007. Desarrollo floral del aguacate 'Hass' en clima semicálido. I. Influencia de la carga de fruto y la edad de los brotes. Revista Chapingo Serie Horticultura 13: 87-92.
- SÁNCHEZ-PÉREZ, J. DE LA L.; ALCÁNTAR R., J. J.; CORIA A., V. M.; ANGUIANO C., J.; VIDALES F., I.; TAPIA V., L. M.; AGUILERA M., J. L.; HERNÁNDEZ R., G.; VIDALES F., J. A. 2001. Tecnología para Producir Aguacate en México. SAGARPA-INIFAP. Campo Experimental Uruapan. Libro técnico No. 1. Uruapan, Michoacán, México. 208 p.
- THORP, T. G.; ANDERSON, P.; CAMILLERI, M. 1998. Avocado tree growth cycles - a quantitative model. Proc. World Avocado Congress III, Tel Aviv, Israel, Oct. 22-27, 1995. pp. 76-79.
- URÍAS-LÓPEZ, M. A.; SALAZAR-GARCÍA S.; JOHANSEN-NAIME R. 2007. Identificación y fluctuación poblacional de especies de trips (Thysanoptera) en aguacate 'Hass' en Nayarit, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 13: 49-54.
- WHILEY, A. W.; WOLSTENHOLME, B. N. 1990. Carbohydrate management in avocado trees for increased production. South African Avocado Growers' Assn. Yrbk. 13: 25-27.
- WHILEY, A. W.; WOLSTENHOLME, B. N.; SARANAH, J. B.; ANDERSON, P. A. 1990. Effect of root temperature on growth of two avocado rootstocks cultivars. Acta Hort. 275: 153-160.
- WHILEY, A. W.; SARANAH, J. B.; CULL, B. W.; PEGG, K. G. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Qld. Agric. J. 114(1): 29-36.
- WOLSTENHOLME, B. N.; WHILEY, A. W. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. South African Avocado Growers' Assn. Yrbk. 12: 33-37.