

Fenología del aguacate Hass, una herramienta para la planificación del cultivo en el estado de México

J.C. Reyes-Alemán¹, O.R. Montiel-Rodríguez¹, E. Urbina-Sánchez¹, S. Aguilar-Medel¹, J. Mejía-Carranza¹, M. De la C. Espíndola-Barquera²

1. Centro Universitario Tenancingo, Universidad Autónoma del Estado de México. México.

2. Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S.C. México.

La generación de un paquete tecnológico en aguacatero se basa en el conocimiento de la fenología biológica de la planta. En el Estado de México se han descrito ambientes específicos para el cultivo: clima frío, clima templado subhúmedo, cálido subhúmedo con lluvias en verano, los cuales pueden producir respuestas morfológicas y fisiológicas diferentes al desarrollo del cultivar Hass. La primera etapa consistió en generar el conocimiento de las fases fenológicas del aguacate en la región, la segunda parte en generar un paquete de recomendaciones tecnológicas para mejorar la respuesta del cultivo que incluye recomendaciones de fertilización, manejo sanitario, riego, de acuerdo a las condiciones de clima y suelo de cada región. Se destacan las diferentes respuestas fenológicas del cultivar; su intensidad, duración e interacción, en los tres ambientes identificados. El efecto de todos los componentes es base fundamental para el cambio de fase fenológica, por lo cual se detallan los efectos observados en dicha interacción; crecimiento de raíces, desarrollo vegetativo, floración, cuajado y crecimiento del fruto, se sugiere un modelo fenológico para la región y se integra un paquete tecnológico para el manejo.

Palabras clave: Fenología, Aguacate, Manejo.

INTRODUCCIÓN

La fenología es la relación entre el clima y los fenómenos biológicos periódicos (Whiley et al., 1988).

Los árboles de aguacate muestran diversas fases de 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, 1999).

Una vez que estas fases fenológicas son registradas y relacionadas, con fechas del calendario y con información meteorológica, se podría predecir la ocurrencia de eventos importantes en el desarrollo del árbol. Esto ayudaría a técnicos y productores a modificar la producción de los eventos que ocurren en los árboles (Biran, 1979).

Debido a la variabilidad de las condiciones agrocli-

máticas de las regiones y la heterogeneidad de procedencia del material propagativo y al manejo proporcionado, la expresión fenológica del aguacate Hass puede presentar características de traslape, eventualidad y/o variabilidad en los eventos fenológicos. Por lo tanto, se requiere mayor investigación con la finalidad de modelar su fenología para determinar con mejor aproximación algunas respuestas del cultivo que coadyuven en su manejo.

El objetivo del presente trabajo consistió en determinar las fases fenológicas del cultivar Hass en tres zonas climáticas contrastantes de la zona aguacatera del Estado de México en relación con los flujos de floración, vegetativos, de crecimiento de raíz y de fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de las zonas de estudio

El estudio se realizó en tres localidades de tres municipios de la franja aguacatera del Estado de México; que presentan características climáticas y edáficas contrastantes (Cuadro 1). Coatepec Harinas ("Javiela"), Temascaltepec ("Centro experimental Rancho la Labor CICTAMEX S.C.") e Ixtapan del Oro ("El Salto de Chihuahua").

Cuadro 1. Características de clima y suelo de los municipios de estudio

Zona de estudio	Ubicación geográfica	Clima	T °C promedio	Lluvia (mm)	Tipo de suelo	Altura (m)
Coatepec Harinas	Lat. N; 18°48'08" al 19° 04'43" Long. O; 99°42'56" al 99°53'34"	Templado subhúmedo con lluvias en verano, invierno benigno; su régimen pluvial en verano es por lo menos 10 veces mayor en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco ().	Máx. 39 Mín. 2 X 18.8	1,242	Vertisol pelico - Feosem háplico; suelos con capa superficial obscura, suave y rica en materia orgánica. Feosem háplico - litosol; suelos poco profundos con capa superficial rica en nutrientes. Cambisol - éutrico - Vertisol; suelos muy arcillosos de color negro o gris muy fértiles.	Puntos altos a 3,000 m, puntos medios 2,260 m y puntos bajos 1,900 m
Temascaltepec	Lat. N; 19° 03'?? Long. O; 100° 02"	Tiene una zona templada subhúmeda, al norte y al este y semiárida húmeda, al sur y al oeste, predominando el subhúmedo.	18 a 22	800 a 1,600	Vertisol pelico - Feosem; suelos con capa superficial café obscura, suave y rica en materia orgánica.	
Ixtapan del Oro	Lat. N; 19°12'23" al 19°19'07" Long. O; 100°13'07" al 100°19'47"	Semicálido, subhúmedo, con lluvias en verano.	Max. 38 Mín. 0 X 17.7	1,300	Suelos andosoles formados a partir de cenizas volcánicas. También suelos cambisoles y litosoles con poca profundidad.	A una altura de 1,705 m; el resto de las localidades se sitúan entre 10570 a 2040 m.

Elección del material vegetal para el muestreo de cada zona de estudio

Se eligieron en cada zona de estudio 10 árboles al azar, con una edad aproximada de entre 5 y 8 años con un porte similar de crecimiento, los cuales se geoposicionaron con GPS, todos del cultivar Hass.

Variables de estudio

Los árboles seleccionados se dividieron de acuerdo a los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste), se registraron las variables: flujos de crecimiento vegetativo, flujos de floración, crecimiento del fruto y flujo de crecimiento de raíz, adicionalmente se tomó la temperatura del ambiente y humedad relativa.

Flujos de crecimiento vegetativo

En cada árbol se señalaron por orientación cardinal en la parte media una rama de aproximadamente 1 m de longitud y se identificó en cada una de ellas cinco brotes vegetativos de 30 cm de crecimiento lateral indeterminado, se etiquetaron y tomaron datos de longitud y diámetro durante 22 muestreos por intervalos quincenales.

Flujos de floración

De la copa de cada árbol dividida por orientación, se seleccionó una rama en la parte media del árbol, en la que fueron cortados y recolectados al azar cinco inflorescencias completas en anthesis. De cada inflorescencia se contó el número de ejes secundarios, flores presentes por panícula y longitud del brote floral. Adicionalmente se cuantificó el número de panículas total en todo el árbol, estas se distinguieron por orientación cardinal.

Flujo de crecimiento de fruto

Se marcaron diez frutos por árbol seleccionando cinco del lado norte y cinco del sur, a cada fruto se le midió mensualmente el diámetro con la finalidad de obtener el crecimiento ecuatorial del fruto.

Flujo de crecimiento de raíz

La presencia de raíces se cuantificó mensualmente en el lado norte y sur del árbol mediante una cepa de 40 x 40 x 40 cm en la zona de goteo del árbol (cada muestreo se realizó en un árbol diferente durante 10 meses), se separaron las raíces del suelo sustraído, se lavaron y se pesaron en una balanza analítica para obtener el peso fresco y se secaron en un horno con aire forzado a 110°C por 2 h para obtener el peso seco.

Diseño experimental

Los datos se analizaron mediante un diseño de bloques completos al azar. La información se analizó mediante el paquete estadístico SPSS Statistics 20

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Flujos de Floración

Comportamiento del flujo floral del cultivar Hass por localidad

En el Estado de México se observó que la producción y ocurrencia de brotes florales se realiza en dos flujos de crecimiento entre otoño e invierno espaciados por pocas semanas; el primer flujo ocurrió en octubre, muy tenue en comparación con el siguiente de diciembre a marzo de intensidad mayor. En el primer flujo de invierno, se observó un comportamiento alternante de vegetativo a floral; es decir, el flujo floral previamente iniciado su desarrollo, se detiene y en seguida en el ápice de la panícula floral de tipo indeterminada sobreviene un flujo vegetativo, al respecto, Davenport (1982) menciona sobre la presencia de un periodo de reposo para las yemas apicales del aguacate el cual inicia al término del crecimiento vegetativo del brote y se prolonga hasta el principio de la iniciación de la inflorescencia.

Los brotes florales durante el invierno alcanzan la antesis casi de forma simultánea en los sitios estudiados, el comportamiento del flujo floral en el estudio resulta distinto a lo que se reporta para el caso (Bárcenas 2004; Salazar et al., 2005), quienes indican la ocurrencia de flujos florales continuos, hasta cuatro, los flujos de floración en el estudio, se encuentran espaciados por pocas semanas y se identificaron dos al año.

Se observó una tendencia a presentar mayor desarrollo de las estructuras florales en la parte sur, no se observó diferencia significativa en el número de panículas florales por orientación cardinal, sin embargo, sí un efecto en el adelanto en el desarrollo de la floración en la parte sur con respecto a la parte norte de la copa de los árboles de acuerdo a lo observado en un periodo de dos años (Cuadros 2 y 3)

Cuadro 2. Efecto de la orientación cardinal sobre el comportamiento del primer año de floración

Orientación cardinal en el árbol	No. de ejes laterales de la inflorescencia	Longitud del eje central de la inflorescencia	Numero de flores por inflorescencia
Norte	6.6 a	6.7 b	103.7 a
Sur	6.1 b	8.5 a	106.3 a
Este	5.6 c	7.5 b	101.0 a
Oeste	5.5 c	6.8 b	90.9 b

Medias con letra diferente, muestran diferencia estadística al 0.05 % mediante la prueba de Tukey.

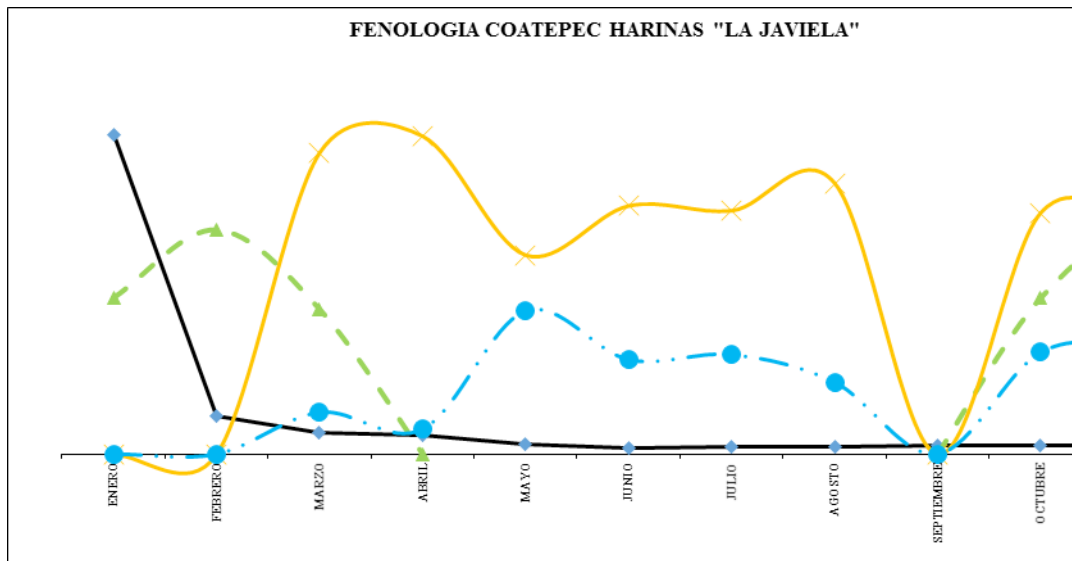
Cuadro 3. Efecto de la orientación cardinal sobre el comportamiento del segundo año de floración

Orientación cardinal en el árbol	No. De Ejes laterales de la inflorescencia	Longitud del eje central de la inflorescencia	Numero de flores por inflorescencia
Norte	3.2 bc	4.0 c	50.7 b
Sur	3.8 a	5.9 a	64.8 a
Este	2.9 c	5.1 b	53.4 b
Oeste	3.5 ab	5.2 b	60.4 ab

Medias con letra diferente, muestran diferencia estadística al 0.05 % mediante la prueba de Tukey.

Modelos fenológicos

Teniendo en cuenta las temperatura ambiental y la humedad relativa a lo largo del año de muestreo en las tres zonas de estudio, los eventos fenológicos (flujos de crecimiento vegetativos, flujos de floración, crecimiento de fruto, y flujos de crecimiento de raíz) del cultivar "Hass" han permitido integrar un modelo fenológico del cultivar para cada uno de los ambientes climáticos representativas en el estado de México (Figuras 1, 2 y 3). En los que nos permite observar los contrastes fenológicos a través de los flujos: vegetativos, florales, de raíz y del crecimiento del fruto para cada uno los ambientes representativos. El crecimiento del fruto expresado por el incremento de su diámetro permitió conocer su dinámica en los sitios de estudio, en su desarrollo se observó un detenimiento que se asemeja al modelo de crecimiento de fruto tipo sigmoide propuesto por Salisbury y Ross (1992).



CFigura 1. Modelo fenológico del cv Hass en Coatepec Harinas, "La Javiela"

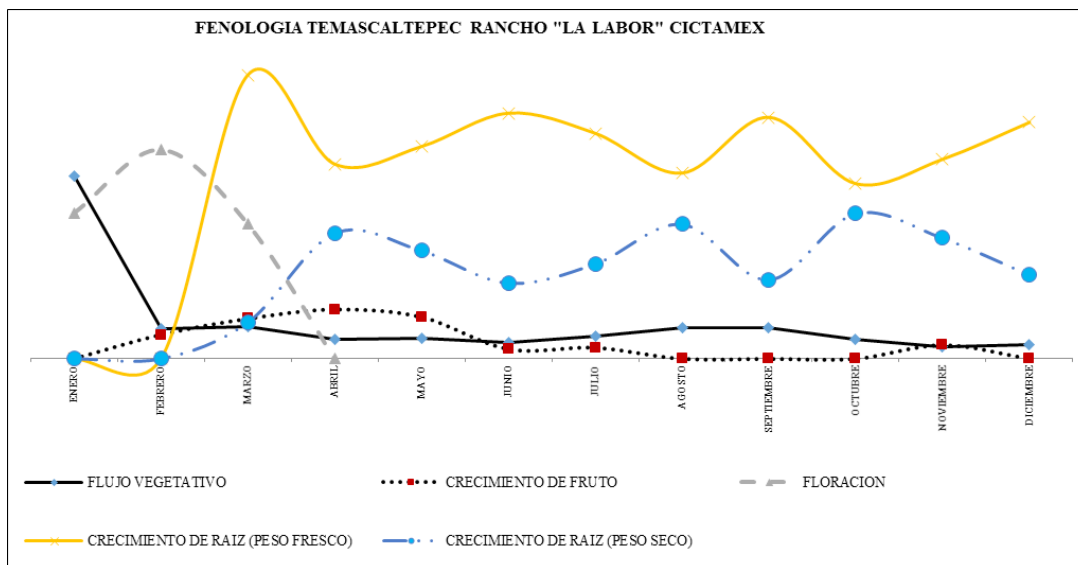


Figura 2. Modelo fenológico del cv Hass en Temascaltepec Rancho "La Labor", CICTAMEX

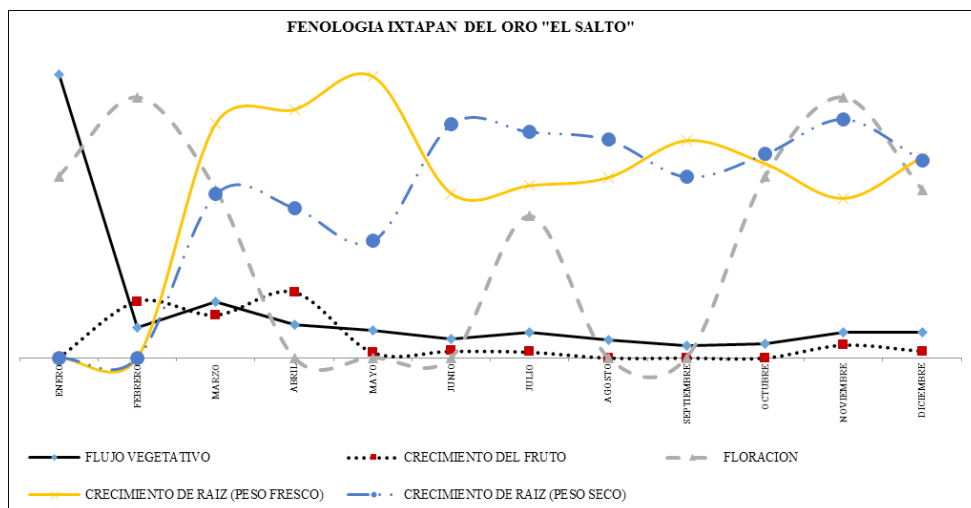


Figura 3. Modelo fenológico del cv Hass en Ixtapan del Oro, "El salto"

Integración de un paquete tecnológico a partir de la fenología

Teniendo en cuenta las temperaturas, humedad ambiental y tipo de suelo para cada región, se hace posible al integrar la información fenológica generada en este estudio, poder emitir recomendaciones técnicas de manejo oportunas basadas en el requerimiento del cultivo, en la figura 4 se observa el inicio del diseño particular de algunas prácticas a partir de los eventos fenológicos para la región de Coatepec Harinas (Figura 4).

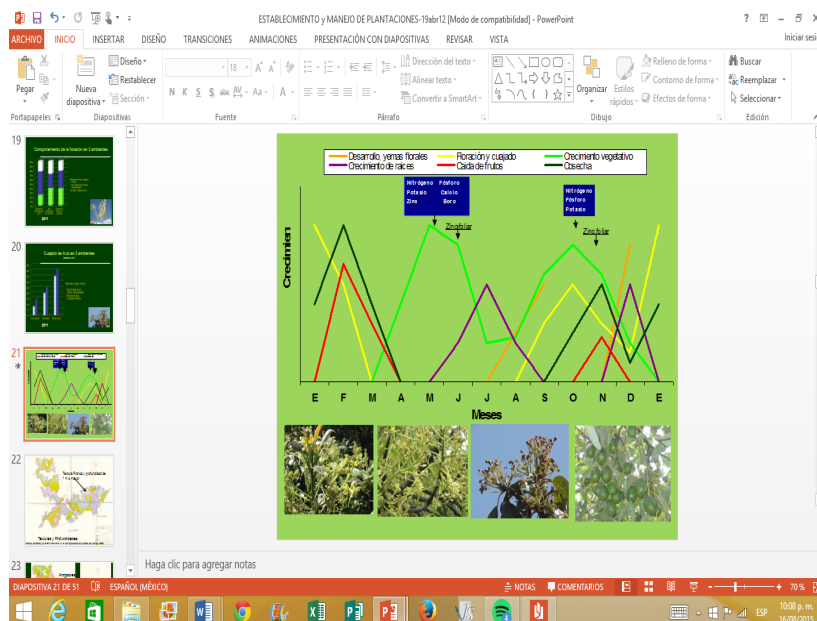


Figura 4. Desarrollo de un paquete de manejo tecnológico desarrollado a partir de la fenología del cv Hass adaptado a condiciones climáticas de Coatepec Harinas, México

CONCLUSIONES

Se resumen dos flujos de crecimiento entre el otoño y el invierno; en octubre un flujo muy tenue espaciado por pocas semanas con el siguiente de mayor intensidad y duración que el primero en los meses de diciembre a marzo. Se observó mayor intensidad de desarrollo de las panículas florales en la parte sur de los árboles.

El incremento en el crecimiento de fruto fue constante durante las primeras semanas, luego de los 170 días aproximadamente se redujo considerablemente. Luego de completar aproximadamente 250 días a partir del cuajado, este podría ser cosechado, lo cual sucede a partir de los meses de noviembre-diciembre o enero-marzo.

Un adecuado manejo de huerto consiste en la realización oportuna de prácticas agrícolas basadas en la fenología de la planta, el monitoreo de plagas y enfermedades observando su interacción con el clima y el suelo de cada sitio. El estudio brinda las bases para el desarrollo de un manejo técnico del cultivo basado en la ocurrencia de los eventos fenológicos.

LITERATURA CITADA

- Bárceñas, O.A. 2004. Fenología del aguacate. Diplomado del cultivo del aguacate UMSNH. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez. Uruapan, Mich. México
- Biran, D. 1979. Fruit abscission and spring growth retardation their influence on avocado productivity. MSc thesis. Hebrew University of Jerusalem. Rehovot Israel. 55 p.
- Davenport, T. L. 1982. Avocado growth and development. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 95, 92-96.
- Salazar, G. S., Zamora, C. L. y Vega, L. R. J. 2005. Actualización sobre la industria del aguacate en Michoacán, México. Yearbook 87: 45-54. California Avocado Society 2004-05.
- Salisbury, F.B. and Ross, C.W. 1992. Plant Physiology. Wadsworth Publishing Company. Belmont, California. 682 p.
- Whiley, A. W., Saranah, J. B., Cull, B. W. and Pegg, K. G. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Queensland Agricultural Journal 114: 29-36.
- Wolstenholme, B. N.; Whiley, A. W. 1999. Ecophysiology of the avocado (*Persea americana* Mill.) tree as a basis for pre-harvest management. Revista Chapingo serie Horticultura. S 77-88.



ACTAS • PROCEEDINGS

VIII CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA 2015

del 13 al 18 de Septiembre. Lima, Perú 2015

www.wacperu2015.com

