

## MODELOS DE PREDICCIÓN DE LA DETERMINACIÓN IRREVERSIBLE A LA FLORACIÓN EN LOS AGUACATES 'CHOQUETTE' Y 'BOOTH-8'<sup>\*</sup>

L.E. Cossio-Vargas<sup>1</sup>; S. Salazar-García<sup>2¶</sup>; I.J. González-Durán<sup>2</sup> y R. Medina-Torres<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit. Apdo. Postal 49, Xalisco, Nayarit 63780. México. E-mail: lalo\_cossio@yahoo.com.mx.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Apdo. Postal 100, Santiago Ixcuintla, Nayarit 63300. México. E-mail: samuelsalazar@prodigy.net.mx (¶responsable).

<sup>3</sup> Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Apdo. Postal 49, Xalisco, Nayarit 63780. México.

Esta investigación fue realizada durante el 2004-2006 para obtener información básica sobre el desarrollo floral del aguacate para mejorar las prácticas de manejo del huerto que mejoren la productividad de los aguacates 'Choquette' y 'Booth-8' en el clima cálido subhúmedo (temperatura media anual = 25.2 °C) de Jalcocotán, Mpio. de San Blas, Nayarit. El objetivo fue desarrollar modelos de predicción de la fecha en que ocurre la determinación irreversible a la floración (DIF) en yemas apicales de los cvs. Choquette y Booth-8 cultivados sin riego (lluvia anual = 1,453 mm). En los dos cultivares estudiados, la DIF fue asociada a temperaturas  $\leq 20$  °C y pudo ser modelada matemáticamente. La cantidad de "frío" requerido por 'Choquette' y 'Booth-8', desde la formación del brote hasta la DIF de las yemas apicales, varió con el cultivar y el tipo de brote. A partir del día cero, los brotes de primavera y verano de 'Choquette' necesitaron 58 días frío acumulados (DFA) (año 1) y 63 DFA (año 2), respectivamente, con temperaturas  $\leq 20$  °C. Los brotes de verano de 'Booth-8' requirieron 73 DFA (año 1) y 80 DFA (año 2), con temperaturas  $\leq 20$  °C. Se obtuvo un modelo de predicción de la DIF para brotes del flujo de primavera de 'Choquette' denominado Choquette primavera<sub>DFA  $\leq 20$</sub>  ( $R^2 = 0.88$ ). En el caso de brotes del flujo de verano, se obtuvo un modelo único de predicción que integró datos de los cvs. Choquette y Booth-8 y se le llamó Choquette+Booth-8 verano<sub>DFA  $\leq 20$</sub>  ( $R^2 = 0.90$ ).

**PALABRAS CLAVE.** *Persea americana*, fenología, cultivar, brotes, yemas.

---

<sup>\*</sup> Se reconoce el financiamiento parcial del Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT-Gobierno del Estado de Nayarit y de la Fundación Produce Nayarit, A.C. Se agradece a Jesús Arellano y Antonio Arteaga el facilitar sus huertos para la investigación.

## PREDICTION MODELS FOR THE IRREVERSIBLE COMMITMENT TO FLOWERING OF 'CHOQUETTE' AND 'BOOTH-8' AVOCADOS\*

L.E. Cossio-Vargas<sup>1</sup>; S. Salazar-García<sup>2¶</sup>; I.J. González-Durán<sup>2</sup> and R. Medina-Torres<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit. Apdo. Postal 49, Xalisco, Nayarit 63780. México. E-mail: lalo\_cossio@yahoo.com.mx.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Apdo. Postal 100, Santiago Ixcuintla, Nayarit 63300. México. E-mail: samuelsalazar@prodigy.net.mx (¶responsable).

<sup>3</sup> Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Apdo. Postal 49, Xalisco, Nayarit 63780. México.

The research was undertaken during 2004-2006 to get fundamental information on avocado reproductive development to improve available orchard management practices to increase the productivity of 'Choquette' and 'Booth-8' avocados under the subhumid warm climate (annual avg. temp. = 25.2 °C) of Jalcoctán, municipality of San Blas, Nayarit. The objective was to develop prediction models for the time when apical buds of 'Choquette' and 'Booth-8' avocados grown under rainfed conditions (annual rainfall = 1.453 mm) reach the irreversible commitment to flowering (ICF). In 'Choquette' and 'Booth-8' avocados, the ICF was associated to temperatures  $\leq 20$  °C and could be mathematically modeled. "Chilling" requirement, for apical buds of 'Choquette' and 'Booth-8', from shoot elongation throughout the ICF, was affected by cultivar and shoot type. From zero day, both spring and summer shoots of 'Choquette' required 58 chilling days accumulated (CDA) (year 1) and 63 CDA (year 2), respectively, with temperatures  $\leq 20$  °C. For summer shoots of 'Booth-8', 73 CDA (year 1) and 80 CDA (year 2), with temperatures  $\leq 20$  °C were required. An ICF prediction model named Choquette spring<sub>CDA  $\leq 20$</sub>  ( $R^2 = 0.88$ ) functional for 'Choquette' spring shoots was obtained. For summer shoots, a unique prediction model which included data from Choquette and Booth-8 cultivars was obtained and named Choquette+Booth-8 summer<sub>CDA  $\leq 20$</sub>  ( $R^2 = 0.90$ ).

KEY WORDS. *Persea americana*, phenology, cultivar, shoots, buds.

---

\* The partial financing from Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT (Mixed Fund for the Promotion of Scientific and Technological Research - National Council of Science and Technology) of the Government of the Nayarit State and Foundation Produce Nayarit, A.C are here acknowledged. Thanks to Jesús Arellano and Antonio Arteaga for providing their orchards to this research.

## 1. INTRODUCCIÓN

La determinación irreversible a la floración (DIF) es la etapa cuando el meristemo vegetativo cambia a reproductivo y cuyo destino no puede ser modificado con tratamientos o condiciones que normalmente inhiben la floración (Salazar-García et al., 1999). Esta etapa del desarrollo sucede muy temprano en el proceso de desarrollo floral del aguacate; sin embargo, su fecha de ocurrencia puede variar con el genotipo y las condiciones de cultivo. En el clima semicálido subhúmedo del estado de Nayarit, se encontró que la DIF en el cv. Hass ocurrió a partir del 15 de Octubre, no encontrándose diferencias entre brotes del flujo vegetativo de invierno y los de verano (Salazar-García et al., 2006).

En otra zona productora de aguacate de Nayarit con clima cálido subhúmedo, el cv. Choquette presentó tres flujos vegetativos: primavera (de mayor intensidad), verano y otoño. Por su parte, el cv. Booth-8 sólo presentó los flujos vegetativos de primavera y verano, los cuales fueron de intensidad similar (Cossio-Vargas et al., en revisión). En el mismo estudio, se utilizó defoliación y anillado de brotes, cuando sus yemas apicales estaban en diferentes estados de desarrollo floral, para conocer la fecha de la DIF en estos cultivares de aguacate. En 'Choquette', la DIF ocurrió a partir del 15 de Noviembre y no hubo diferencias debidas a la edad de los brotes (primavera o verano). Para 'Booth-8', la DIF en brotes de verano sucedió a partir del 30 de Noviembre (Salazar-García et al., en revisión). Las características macroscópicas de las yemas apicales con DIF fueron de yema cerrada y puntiaguda, con senescencia parcial de las escamas, lo cual coincidió con lo encontrado por Salazar-García et al. (2006) para el cv. Hass.

El descenso en la temperatura ha sido un factor relacionado positivamente con la iniciación floral del aguacate (Buttrose y Alexander, 1978; Nevin and Lovatt, 1989; Salazar-García et al., 1999). La investigación de campo desarrollada por Salazar-García et al. (2006) confirmó que las temperaturas  $\leq 19$  °C promovieron la floración en brotes de invierno y verano del aguacate 'Hass' en el clima semicálido de Nayarit. Adicionalmente, se desarrollaron modelos de predicción del desarrollo floral para brotes de invierno y verano del cv. Hass (Salazar-García et al., 2007, en prensa).

Lo anterior plantea la posibilidad de que las temperaturas bajas podrían ser las responsables de promover la floración en los cvs. Choquette y Booth-8, aunque estos son híbridos de las razas Guatemalteca x Antillana y están adaptados al clima cálido. En caso de que las temperaturas frescas sean las que disparan el proceso de floración de estos cultivares, es posible desarrollar modelos de predicción de la fecha en que ocurre la DIF. Un modelo de predicción de la DIF ayudará a programar adecuadamente algunas prácticas de manejo del huerto, como la poda y las aspersiones con fertilizantes o biorreguladores para así aumentar su efecto y su relación beneficio-costo. El objetivo de esta investigación fue desarrollar modelos de predicción de la fecha en que ocurre la determinación irreversible a floración en yemas apicales de los aguacates 'Choquette' y 'Booth-8' en el clima cálido subhúmedo de Nayarit.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Características de los huertos.

El estudio se desarrolló en dos huertos comerciales de aguacate en Jalcocotán, Municipio de San Blas, Nayarit (21° 29.17' N; 105° 02.9' W). Un huerto era del cv. Choquette (25 años) y el otro de Booth-8 (29 años); ambos cultivados sin riego (lluvia anual = 1,453 mm), en clima cálido subhúmedo (temp. media anual = 25.2 °C) y a 436 msnm. En cada huerto se seleccionaron 20 árboles en plena floración (Abril) y con una producción esperada superior a 100 kg/árbol.

### 2.2. Efecto de la temperatura ambiental sobre la DIF y obtención de modelos de predicción.

*2.2.1. Información sobre desarrollo floral.* Se utilizaron datos del desarrollo floral de yemas apicales, según la escala visual de Salazar-García *et al.* (1998), desde S-1 (yema cerrada y puntiaguda localizada dentro de las dos últimas hojas sin expandir del brote) hasta S-3 (yema cerrada y puntiaguda con senescencia parcial de las escamas de la yema). El S-3 fue el estado de desarrollo predominante de yemas que alcanzaron la DIF en los cvs. Hass (Salazar-García *et al.*, 2006), Choquette y Booth-8 (Salazar-García *et al.*, en revisión). Los detalles sobre la colecta de yemas apicales de brotes de los flujos de primavera y verano para el aguacate 'Choquette' y de yemas de brotes de verano para 'Booth-8', obtenidos en el 2004-2005 (año 1) y 2005-2006 (año 2) y que fueron utilizados en este estudio fueron descritos por Salazar-García *et al.* (en revisión).

*2.2.2. Cálculo de días frío (DF).* En cada huerto se registró la temperatura ambiental cada hora con termómetros automatizados HOBO H8 (Onset Computer, Witzprod, Englewood Cliffs, NJ, USA). Los días frío se calcularon de acuerdo a lo descrito por (Salazar-García *et al.*, 2007, en prensa). Se consideraron temperaturas críticas desde  $\leq 12$  °C a  $\leq 25$  °C, en incrementos de 1 °C y que pudieran explicar la fecha de la DIF en brotes de los flujos de primavera y verano (se utilizaron conjuntos de datos independientes para el flujo de primavera y verano). Mediante la suma individual de los valores de  $DF_{\leq 12}$  hasta  $DF_{\leq 25}$ , se obtuvieron los valores acumulados para cada fecha de muestreo de yemas apicales. A estos valores de se les denominó días frío acumulados (DFA).

El día cero para brotes del flujo de primavera (emergidos en Abril), fue cuando las yemas apicales alcanzaron el estado S-2 (yema cerrada y puntiaguda localizada dentro de las dos últimas hojas expandidas y maduras del brote; Salazar-García *et al.*, 1998), lo cual ocurrió en Julio. Esto, porque no se registró frío efectivo entre Abril y Julio. Para brotes del flujo de verano (emergidos en Julio), el día cero fue la fecha cuando las yemas apicales estaban en estado S-1.

*2.2.3. Identificación de la temperatura asociada con la DIF.* Los DFA se usaron como variables independientes para generar modelos de predicción que describieran el desarrollo floral hasta la DIF, en yemas apicales de brotes de los

flujos de primavera y verano (años 1 y 2). Posteriormente, con el procedimiento Stepwise SAS/STAT (SAS Institute Inc., 2005) se seleccionó el mejor modelo por orden de respuesta (segundo hasta quinto orden) para cada temperatura crítica ( $\leq 12$  °C hasta  $\leq 25$  °C). Los criterios para elegir los mejores modelos fueron: 1) valor de  $R^2$ ; 2) el menor cuadrado medio del error (CME); 3) el valor de Cp (Draper y Smith, 1981; Neter et al., 1985).

*2.2.4. Obtención de los valores de los coeficientes matemáticos.* Una vez identificados los mejores modelos de predicción, se calcularon sus coeficientes matemáticos ( $B_0, \dots, B_n$ ), así como su significancia estadística, por el procedimiento REG utilizando los DFA ( $\leq 12$  °C hasta  $\leq 25$  °C), de acuerdo a los criterios ya mencionados y descritos por Salazar-García *et al.* (2007, en prensa).

### 2.3. Verificación de no diferencia entre datos del Año 1 vs. Año 2 y validación de modelos de predicción.

*2.3.1. Utilización de los mejores modelos de predicción.* Para definir si era válido el considerar que los datos de los años 1 y 2 pertenecían a una sola población, se evaluó la capacidad para predecir la DIF de los mejores modelos de predicción obtenidos por temperatura crítica ( $\leq 12$  °C hasta  $\leq 25$  °C). Los modelos de predicción obtenidos en el año 1 para brotes de primavera del cv. Choquette fueron utilizados para predecir el desarrollo floral del mismo flujo en el año 2, y *viceversa*. La misma comprobación fue realizada para brotes de verano de los cvs. Choquette y Booth-8.

La capacidad de predicción de los modelos generados fue evaluada mediante una regresión de los valores predichos contra los valores observados (evaluación directa) del desarrollo floral del año y flujo vegetativo correspondiente, utilizando el programa MINITAB (Minitab Inc., 1996). Los criterios para determinar si los valores de los dos años pertenecían a una sola población fueron: 1) que la ordenada al origen de la regresión fuera lo más cercana a cero ( $B_0 = 0$ ); 2) que la pendiente fuera lo más aproximada a uno ( $B_1 = 1$ ); y 3) el mayor valor del coeficiente del modelo ajustado ( $R^2$ ).

*2.3.2. Generación y validación de modelos más precisos y generales para predecir la DIF.* Posterior a la verificación de la no diferencia entre años, se hicieron más análisis de regresión. El propósito fue mejorar la precisión de los modelos, agrupando datos de desarrollo floral que pertenecieran a la misma población. Tal fue el caso de pruebas para verificar la similitud de los datos entre los dos tipos de brotes y entre los dos cultivares de aguacate en estudio.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Efecto de la temperatura ambiental sobre la DIF.

De todas las temperaturas críticas utilizadas ( $\leq 12$  °C hasta  $\leq 25$  °C), las temperaturas  $\leq 20$  °C fueron las que mejor se asociaron con la DIF de yemas apicales en brotes de los flujos vegetativos de primavera y verano para los aguacates 'Choquette' y 'Booth-8' (Cuadro 1).

En el cv. Choquette, el proceso de desarrollo floral de las yemas apicales de brotes del flujo de primavera, desde S-2 hasta S-3 (yema con DIF) acumuló 58 y 63 DF con temperaturas  $\leq 20$  °C en el año 1 y 2, respectivamente.

En el caso de los cvs. Choquette y Booth-8, para que las yemas apicales de los brotes de verano de 'Choquette' pasaran de S-1 a S-3, se acumularon 58 y 63 DF ( $\leq 20$  °C) en el año 1 y 2, respectivamente. En el caso de 'Booth-8', se acumularon 73 y 80 DF ( $\leq 20$  °C) en el año 1 y 2, respectivamente.

#### 3.2. Selección de los mejores modelos de predicción.

En los dos años del estudio, los mejores modelos de predicción para brotes de primavera de 'Choquette' y para brotes de verano de 'Choquette' y 'Booth-8', fueron los que consideraron DFA con temperaturas  $\leq 20$  °C.

#### 3.3. Verificación de la no diferencia entre datos del año 1 vs. año 2.

La verificación de los modelos de predicción de la DIF (ajuste de valores observados vs. predichos) fue realizada en forma recíproca (año 1 vs. año 2, y viceversa), para determinar si los datos de los dos años eran estadísticamente iguales. Para brotes de 'Choquette' se probó el llamado modelo primavera<sub>DFA  $\leq 20$</sub>  del año 2 el cual mostró una alta capacidad de predicción de la DIF para el año 1 ( $R^2 = 0.91$ ). Algo similar se obtuvo al usar el modelo del año 1 para predecir la DIF en el año 2 ( $R^2 = 0.87$ ) (Figs. 1A y 1B).

Para brotes de verano de 'Choquette' y 'Booth-8', la verificación de los modelos de predicción basados en DFA  $\leq 20$  °C, generados en el año 1 vs. año 2 mostró una buena capacidad de predicción: 'Choquette' ( $R^2 = 0.90$ ) y 'Booth-8' ( $R^2 = 0.98$ ). La verificación de los modelos del año 2 vs. año 1 también resultó adecuada: 'Choquette' ( $R^2 = 0.87$ ) y Booth-8 ( $R^2 = 0.99$ ) (No se muestran datos).

#### 3.4. Nuevos modelos generados utilizando datos de dos años.

Los modelos de predicción para brotes del flujo de primavera de 'Choquette' y de verano para 'Choquette' y 'Booth-8' del año 1 fueron capaces de predecir la DIF del año 2 y viceversa. Ante esto, se integró un solo conjunto de datos con información de dos años para cada cultivar y tipo de brote, obteniéndose tres nuevos modelos de predicción: Choquette (primavera<sub>DFA  $\leq 20$</sub> ), Choquette

(verano<sub>DFA ≤20</sub>) y Booth-8 (verano<sub>DFA ≤20</sub>), los cuales fueron más precisos (Cuadro 1).

### 3.5. Verificación de la no diferencia entre los nuevos modelos de 'Choquette' vs. 'Booth-8'.

El nuevo modelo Choquette (primavera) no pudo ser validado debido a que el flujo de primavera de 'Booth-8' siempre originó el flujo vegetativo de verano (Cossio-Vargas et al., en revisión) y por lo tanto no se dispuso de datos.

La verificación de los nuevos modelos de predicción de la DIF, Choquette (verano) y Booth-8 (verano), fue realizada en forma recíproca ('Choquette' vs. 'Booth-8' y viceversa). Los resultados mostraron que el modelo Choquette (verano) dio una buena predicción de la DIF en brotes de verano de Booth-8 ( $R^2 = 0.96$ ). La verificación del modelo Booth-8 (verano) también resultó en una buena predicción de la DIF en brotes de verano de Choquette' ( $R^2 = 0.98$ ).

### 3.6. Nuevos modelos para verano generados con datos de dos cultivares.

De acuerdo con los resultados del apartado anterior, los datos de los dos cultivares fueron considerados estadísticamente como una sola población. En consecuencia, se integró un solo conjunto de datos para brotes de verano de los cultivares Choquette+Booth-8 y se obtuvieron modelos de predicción más precisos, llamados verano-año 1<sub>DFA ≤20</sub> y verano-año 2<sub>DFA ≤20</sub>.

### 3.7. Verificación de la no diferencia entre los modelos verano-año 1 vs. verano-año 2.

La prueba recíproca de los modelos verano-año 1<sub>DFA ≤20</sub> y verano-año 2<sub>DFA ≤20</sub> obtenidos en el apartado 3.6, mostró una alta capacidad de predicción ( $R^2 = 0.99$ ) (Figs. 2A y 2B).

### 3.8. Modelo único para brotes de verano.

Basados en los resultados obtenidos en el apartado 3.7, se integró un solo conjunto de datos con información de los dos años y de los dos cultivares de aguacate. Con esto, se generó un modelo único de predicción de la DIF para brotes de verano, llamado Choquette+Booth-8 verano<sub>DFA ≤20</sub> (Cuadro 1). Este modelo actualmente se encuentra en proceso de validación.

## 4. DISCUSIÓN

La presente investigación, presenta evidencia de que en condiciones de clima cálido el descenso en la temperatura también fue el factor que estimuló la floración en los cvs. Choquette y Booth-8. Además, se encontró una relación matemática entre la fecha de ocurrencia de la DIF en yemas apicales de brotes

de primavera y verano y las temperaturas  $\leq 20$  °C. Estos resultados difieren con lo mencionado por Davenport (1986), en el sentido que dada la “ausencia” de temperaturas “bajas” en condiciones tropicales, como las de Florida, la floración no podía ser promovida por este factor, por lo que propuso a la reducción en el fotoperiodo como el factor que promueve la floración en los cultivares de aguacate de tipo Antillano o sus híbridos con la raza Guatemalteca.

La cantidad de “frío” requerido por los cvs. Choquette y Booth-8, desde la formación del brote hasta la DIF de las yemas apicales, varió con el cultivar y el tipo de brote. A partir del día cero, los brotes de primavera y verano de ‘Choquette’ necesitaron 58 DFA (año 1) y 63 DFA (año 2), respectivamente, con temperaturas  $\leq 20$  °C. Por su parte, los brotes de verano de ‘Booth-8’ necesitaron más frío acumulado que los de ‘Choquette’, requiriendo de 73 DFA (año 1) y 80 DFA (año 2), con temperaturas  $\leq 20$  °C. La cantidad de frío acumulado por las yemas apicales de los brotes de ambos cultivares de aguacate fue mucho mayor que la encontrada para el cv. Hass en el clima semicálido de Nayarit (27.5 días con temperaturas  $\leq 19$  °C) (Salazar-García et al., 2006).

Los modelos de predicción de la DIF desarrollados en la presente investigación, Choquette primavera<sub>DFA  $\leq 20$</sub>  ( $R^2 = 0.88$ ) y Choquette+Booth-8 verano<sub>DFA  $\leq 20$</sub>  ( $R^2 = 0.90$ ), ayudarán a una mejor programación de diversas prácticas de manejo del huerto, como la poda y las aplicaciones al follaje de insecticidas, fertilizantes y biorreguladores para así aumentar su efecto y su relación beneficio-costos.

## 5. CONCLUSIONES

La determinación irreversible a la floración de yemas apicales de los aguacates ‘Choquette’ y ‘Booth-8’ en el clima cálido de San Blas, Nayarit fue asociada a temperaturas  $\leq 20$  °C y pudo ser modelada matemáticamente.

Para brotes del flujo de primavera de ‘Choquette’ se obtuvo un modelo de predicción de la DIF denominado Choquette primavera<sub>DFA  $\leq 20$</sub>  ( $R^2 = 0.88$ ).

Para brotes del flujo de verano se generó un modelo único de predicción de la DIF funcional para los dos cultivares, designado como Choquette+Booth-8 verano<sub>DFA  $\leq 20$</sub>  ( $R^2 = 0.90$ ).

## 6. LITERATURA CITADA

- BUTTROSE, M.S. AND D.M. ALEXANDER. 1978. Promotion of floral initiation in ‘Fuerte’ avocado by low temperature and short daylength. *Scientia Hort.* 8:213-217.
- COSSIO-VARGAS, L.E., S. SALAZAR-GARCÍA, I.J.L. GONZÁLEZ-DURÁN Y R. MEDINA-TORRES. 200\_. Desarrollo floral de los aguacates ‘Choquette’ y

- 'Booth-8' en clima cálido. Parte I. Desarrollo vegetativo y floral. Revista Agricultura Técnica en México (en revisión).
- DAVENPORT, T.L. 1986. Avocado flowering. Hort. Rev. 8:257-259.
- DRAPER, N.R. AND H. SMITH. 1981. Applied Regression Analysis. Ed. John Wiley & Sons, Inc. Second Edition. USA. 709 p.
- MINITAB INC. 1996. Minitab for Windows, Release 11.2- U.S.A.
- NETER, J., W. WILLIAM, AND H.K. MICHAEL. 1985. Applied linear statistical models. Second Edition. USA. 1127 p.
- NEVIN, J.M. AND C.J. LOVATT. 1989. Changes in starch and ammonia metabolism during low temperature stress-induced flowering in Hass avocado- A preliminary report. South African Avocado Growers' Assn. Yrbk. 12:21-25.
- SALAZAR-GARCÍA, S., E.M. LORD, AND C.J. LOVATT. 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., E.M. LORD, AND C.J. LOVATT. 1999. Inflorescence development of the 'Hass' avocado: commitment to flowering. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124:478-482.
- SALAZAR-GARCÍA, S., L.E. COSSIO-VARGAS, C.J. LOVATT, I.J.L. GONZÁLEZ-DURÁN, AND M.H. PÉREZ-BARRAZA. 2006. Crop load affects vegetative growth flushes and shoot age influences irreversible commitment to flowering of 'Hass' avocado. HortScience 41(7):1541-1546.
- SALAZAR-GARCÍA, S., L.E. COSSIO-VARGAS, I.J.L. GONZÁLEZ-DURÁN, AND C.J. LOVATT. 2007. Desarrollo floral del aguacate 'Hass' en clima semicálido. II. Generación y validación de modelos de predicción de etapas críticas del desarrollo floral. Revista Chapingo Serie Horticultura (en prensa).
- SALAZAR-GARCÍA, S., L.E. COSSIO-VARGAS, I.J.L. GONZÁLEZ-DURÁN. 200\_. Desarrollo floral de los aguacates 'Choquette' y 'Booth-8' en clima cálido. Parte II. Determinación irreversible a la floración. Revista Agricultura Técnica en México (en revisión).
- SAS INSTITUTE INC. 2005. SAS/STAT User's Guide, Version 8, Fourth Ed. Vol. 1 and 2. SAS Institute Inc., Cary, N.C.

Cuadro 1. Coeficientes matemáticos y criterios usados para seleccionar los mejores modelos de predicción de la DIF en yemas apicales de brotes de primavera de 'Choquette', así como en brotes de verano de 'Choquette' y 'Booth-8'.

Table 1. Mathematical coefficients and selection criteria used to select the best prediction models of the ICF of apical buds on 'Choquette' spring shoots, as well as on 'Choquette' and 'Booth-8' summer shoots.

Modelo	Coeficientes matemáticos y $Pr>T$ según el orden de respuesta del modelo						
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	
Choquette Primavera <sub>DFA ≤20</sub>	1.471198	0.161028	-0.008843	0.000227	0.000002624	8	(
$Pr>T$	0.0001	0.0001	0.0006	0.0051	0.0177	0.0982	
Choquette verano <sub>DFA ≤20</sub>	1.158178	0.024026	0.000032273				;
$Pr>T$	0.0001	0.0024	0.0193				
Booth-8 verano <sub>DFA ≤20</sub>	1.126046	0.060338	0.000842	0.0000553			;
$Pr>T$	0.0001	0.0001	0.0004	0.0009			
Choquette+Booth-8 verano <sub>DFA ≤20</sub>	1.188288	0.078852	-0.000970	0.000006013			;
$Pr>T$	0.0001	0.0001	0.0021	0.0121			

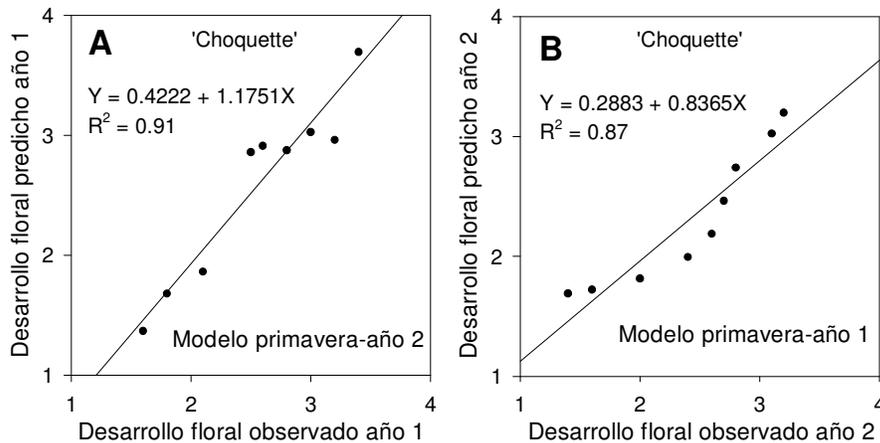


Figura 1. Aguacate 'Choquette'. Ajuste de valores entre el estado de desarrollo floral observado en el año 1 (2004-2005) y el desarrollo floral predicho obtenido para el mismo año con el modelo primavera-año 2<sub>DFA ≤20</sub> (A), así como el ajuste de valores del desarrollo floral observado en el año 2 (2005-2006) y el predicho con el modelo primavera-año 1<sub>DFA ≤20</sub> (B).

Figure 1. 'Choquette' avocado. Adjustment of values between the stage of floral development observed in year 1 (2004-2005) and the stage of floral development predicted for the same year using the spring-year  $2_{DFA \leq 20}$  (A), as well as the adjustment of values of floral development observed in year 2 (2005-2006) and those predicted using the spring-year  $1_{DFA \leq 20}$  (B).

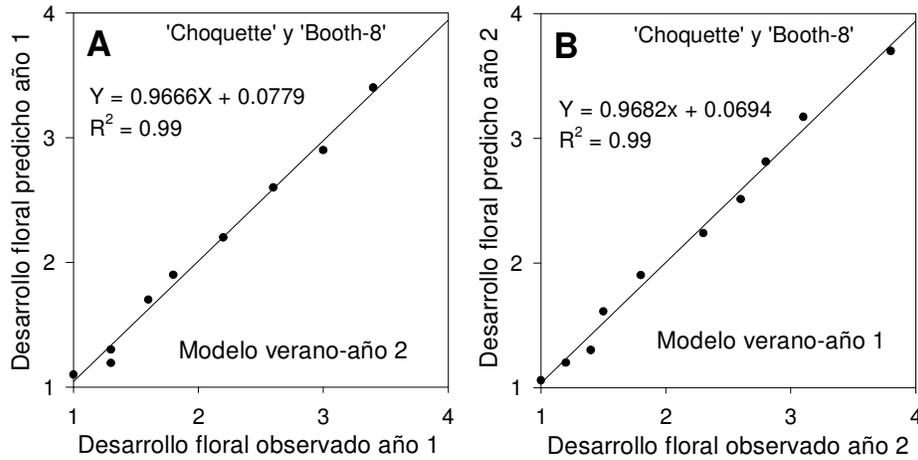


Figura 2. Aguacates 'Choquette' y 'Booth-8'. Ajuste de valores entre el estado de desarrollo floral observado en el año 1 (2004-2005) y el desarrollo floral predicho obtenido para el mismo año con el modelo verano-año  $2_{DFA \leq 20}$  (A), así como el ajuste de valores del desarrollo floral observado en el año 2 (2005-2006) y el predicho con el modelo verano-año  $1_{DFA \leq 20}$  (B).

Figure 2. 'Choquette' and 'Booth-8' avocados. Adjustment of values between the stage of floral development observed in year 1 (2004-2005) and the stage of floral development predicted for the same year using the summer-year  $2_{DFA \leq 20}$  (A), as well as the adjustment of values of floral development observed in year 2 (2005-2006) and those predicted using the summer-year  $1_{DFA \leq 20}$  (B).