



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

FENOLOGÍA DEL CIRUELO JAPONÉS CV. METHLEY INJERTADO SOBRE CIRUELO MIROBOLANO, EN TEXCOCO, MÉXICO

PHENOLOGY OF THE JAPANESE PLUM CV. METHLEY GRAFTED ON MYROBOLAN PLUM, IN TEXCOCO, MEXICO

González-Pérez, J.S.^{1,2}; Quevedo-Nolasco, A.^{1*}; Becerril-Román, A.E.¹; Velasco-Cruz, C.¹; Jaén-Contreras, D.¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Hidalgo No. 1213, Colonia Centro, Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

*Autor para correspondencia: becerril@colpos.mx

ABSTRACT

Aim: To determine the general phenology of Japanese plum (*Prunus salicina*) cv. Methley grafted on Myrobalan plum (*Prunus cerasifera*), cultivated in high altitudes with temperate climate.

Design/methodology/approach: Through a sampling by quotas, twenty trees with remarkable health and integral general structure were selected. Daily minimum temperature (Tmin) and maximum temperature (Tmax) of the air, and hourly temperatures during endodormancy were recorder. Moisture content and temperature (minimum and maximum) of the soil were measured daily. The radical accumulation was monitored and the dates of beginning and end of the phenological phases were determined. Chilling Units (UF) were quantified during endodormancy.

Results: The highest radical accumulation occurred during dormancy, and the lowest during flowering. During flowering, the highest growth rate of vegetative flows initiated, maintaining, simultaneously, growth and development of fruits. The foliar area was greater during the growth and development of fruits. There was an ecodormancy previous to endodormancy, and an accumulation of 235.8 Chilling Units were enough to reestablish the growth through bud swelling and sprouting.

Study limitations/implications: Although the Japanese plum tree achieves a percentage of fruit mooring of 31% (high percentage), in this study the fruit mooring percentage was 10.25%, even with the largest leaf area.

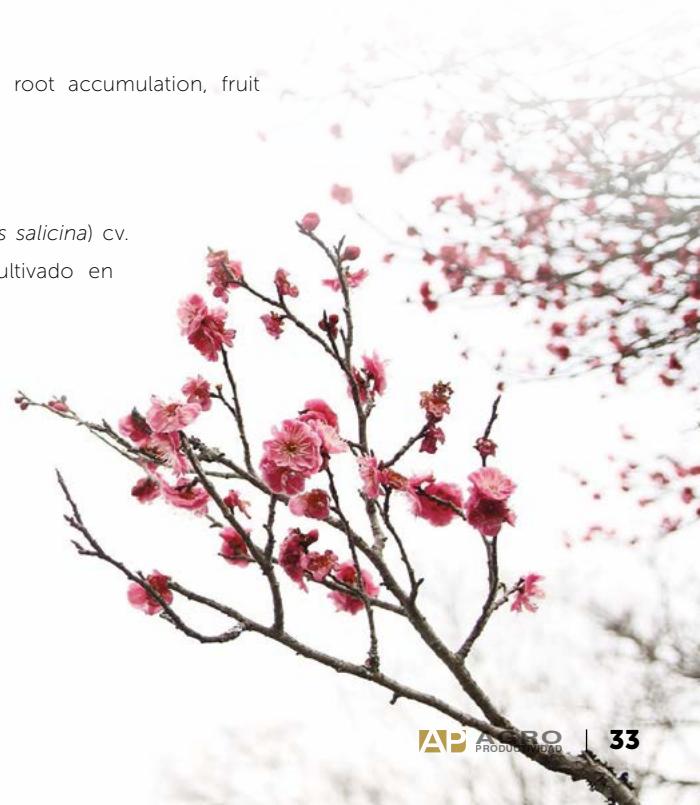
Findings/conclusions: Leaf area varied during phenological phases, and there was permanent radical accumulation.

Keywords: *Prunus salicina*, *Prunus cerasifera*, phonological phases, root accumulation, fruit mooring, chilling hours.

RESUMEN

Objetivo: Determinar la fenología general del ciruelo japonés (*Prunus salicina*) cv. Methley injertado sobre ciruelo mirobolano (*Prunus cerasifera*), cultivado en altitudes elevadas con clima templado.

Diseño/metodología/aproximación: A través de un muestreo por cuotas fueron seleccionados veinte árboles con notable sanidad e íntegra estructura general. Fueron registradas las temperaturas mínimas (Tmin) y máximas (Tmáx) diarias del aire, y temperaturas horarias durante endoletargo. Diariamente, se midió el contenido de humedad y temperatura (mínima y máxima) del suelo. Fue monitoreada



la acumulación radical y se determinaron las fechas de inicio y fin de las fases fenológicas. Fue empleado un modelo de cuantificación de Unidades Frío (UF) durante el endoletargo.

Resultados: La mayor acumulación radical ocurrió durante letargo, y la menor durante floración. Durante floración, inició la mayor tasa de crecimiento de los flujos vegetativos, manteniéndose, simultáneamente, al crecimiento y desarrollo de frutos. El área foliar fue mayor durante el crecimiento y desarrollo de frutos. Hubo un ecoletargo previo al endoletargo, y se acumularon 234.8 UF que reestablecieron el crecimiento a través del hinchamiento y brotación de yemas.

Límitaciones del estudio/implicaciones: Aunque el ciruelo japonés logra un porcentaje del 31% de amarre de frutos (porcentaje alto), en este estudio el porcentaje de amarre de frutos fue 10.25%, incluso con la mayor área foliar.

Hallazgos/conclusiones: El área foliar varió durante las fases fenológicas, y existió permanente acumulación radical.

Palabras clave: *Prunus salicina*, *Prunus cerasifera*, fases fenológicas, crecimiento de raíces, amarre de frutos, horas frío.

INTRODUCCIÓN

La fenología

estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales; en especies frutales, la duración ontogénica varía de acuerdo a la marcha anual de la temperatura, variación periódica de la duración del día y régimen pluviométrico, éste último con marcado efecto fuera de las regiones ecuatoriales debido a que las lluvias no son uniformes durante el año (de Fina y Ravello, 1973). Las fases fenológicas de los frutales de hueso son: brotación, floración, foliación, crecimiento y maduración de frutos, y caída de frutos (Burgos, 1984), o, desarrollo de yemas, desarrollo de hojas, crecimiento longitudinal de los brotes terminales, aparición del órgano floral, floración, formación del fruto, maduración del fruto, senescencia, y comienzo del reposo vegetativo (Meier, 1997). Según la ley de Hopkins, las fechas de inicio de las fases fenológicas se retrasan cuatro días por cada grado de aumento en latitud, 120 m de elevación y 5° de longitud hacia el Este (de Fina y Ravello, 1973). Conocer la duración e intensidad de las fases fenológicas y sus interrelaciones en el tiempo, permite mejorar la planeación de prácticas de manejo de huertos (Rocha et al., 2011), y, aunque diagramas fenológicos han ayudado a entender el comportamiento fenológico de frutales (Wolstenholme y Whiley, 1989) a través de la descripción de eventos que ocurren en el árbol durante el año (Whiley, 1990), del ciruelo japonés sólo ha sido parcialmente investigada su fenología. El objetivo de esta investigación fue determinar las fechas de ocurrencia de las fases fenológicas del ciruelo japonés cv. Methley, injertado sobre ciruelo mirobolano, cultivado en clima templado de altura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental y material vegetal

La investigación se realizó de septiembre de 2015 a agosto de 2016, en el Colegio de Postgraduados (19° 29' L. N., 98° 54' L. O., altitud de 2252 m), cli-

ma semiseco templado con verano cálido, temperatura media anual de 15.2 °C, precipitaciones todo el año (verano lluvioso; media anual 590 mm; porcentaje de lluvias invernales menores al 5% respecto al total anual), poca oscilación térmica y marcha anual de la temperatura tipo Ganges (García, 1988). El suelo es migajón-arenoso, 1.95% de materia orgánica y pH=6.68. El huerto es de ciruelo japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo mirobolano, de 4 años de edad (año de primera producción uniforme de frutos; media de 14.55 kg por árbol), plantados en marco real (4x4 m) y formación Tatura; se realiza retiro de hijuelos y deshierbes con desbrozadora manual y de cadenas, riego por goteo (16 L h⁻¹), mantenimiento de coberturas orgánicas y encalado de troncos a inicio del endoletargo.

Selección del material vegetal

A través de un muestreo por quotas, fueron seleccionados veinte árboles con altura y anchura del dosel de 1.8 y 1.5 m, respectivamente, con notable sanidad, libres de síntomas visuales de trastornos nutricionales e íntegra estructura general.

Variables respuesta

Temperatura del aire. De la Estación Meteorológica Institucional, ubicada a 300 m del huerto, se obtuvieron las temperaturas mínimas (Tmín) y máximas (Tmáx) diarias del aire, así como las temperaturas horarias durante otoño e invierno.

Contenido de humedad en el suelo. Fue determinada la Capacidad de Campo (CC) volumétricamente con un medidor de humedad (Delta-T Devices®, modelo HH2, RU), y se estableció un Contenido de Humedad Mínimo Permisible (CHMP)

al 50% de CC, para mantener adecuada humedad en el suelo a través de mediciones diarias a 40 cm del tronco y riegos.

Temperatura del suelo (T_s). Diariamente fueron medidas las temperaturas mínimas ($T_{mín}$) y máximas ($T_{máx}$) del suelo, a las 7 y 15:30 h, respectivamente, ambas a 25 y 50 cm de profundidad con un termómetro de sonda fija de 1450 mm (Alla France; modelo 91000-021).

Fases fenológicas. Con el método de Otero (2005), fue registrado el inicio y fin de las fases fenológicas propuestas por Burgos (1984) y Meier (1997). A) Flujos vegetativos, semanalmente fue medido el crecimiento longitudinal de ramas acumulado a partir de nudos marcados, y se calcularon los porcentajes relativos de crecimiento (Rocha et al., 2011). B) Acumulación radical, se llevó a cabo mensualmente de acuerdo a una modificación de la metodología de Cossio et al. (2008). C) Hinchamiento de yemas vegetativas y reproductivas se registró a través del aumento continuo de su tamaño (Fernández, 1996). D) Brotación de yemas vegetativas y reproductivas, el inicio de su brotación fue observado en la parte basal de cuatro ramas primarias seleccionadas de los árboles, y fin de brotación se observó en las yemas superiores de las ramas de último orden de las cuatro ramas seleccionadas. E) Foliación, se determinó a través del área foliar, medida semanalmente en veinte hojas muestreadas de cada árbol, desde tres semanas después de la brotación de yemas foliares a inicio de flujo reverso, se utilizó un integrador LI-3100 (LI-COR). F) Floración, fueron seleccionadas cuatro ramas primarias (posicionadas cada una en un punto cardinal) con sus respectivas ramas sucesivas, se contó el número total de botones florales (100% de flores) y se determinó inicio, plena y fin de floración de acuerdo a Bellini y Bini (1978). G) Crecimiento y desarrollo de frutos, en siete pericarpios de cada árbol se midió el diámetro polar y ecuatorial, ambos fueron promediados para obtener el porcentaje relativo acumula-

doy y la dinámica de crecimiento (Rocha et al., 2011). H) Porcentaje de amarre y caída de frutos, con respecto del número de botones florales, se determinó el porcentaje de amarre a través de los frutos persistentes después de la tercera caída; las caídas de frutos y porcentajes de las mismas se determinaron con base en el número de frutos caídos con respecto del número de frutos inicialmente formados (tamaño cerillo). I) Madurez fisiológica, determinada cuando los frutos en los que se obtuvo la dinámica de crecimiento dejaron de crecer, y continuaron su ontogenia a madurez de cosecha (Watada et al., 1984), fase determinada visualmente con base en el color del epicarpio (índice de cosecha a nivel de campo). J) Abscisión foliar, inició el día del desprendimiento de hojas basales de cada árbol, y finalizó el día de la abscisión de la hoja apical más distal al cuello de los árboles. K) Ecoletargo, inició un día después del fin de abscisión foliar, y finalizó un día antes del inicio de la acumulación de Unidades Frío. L) Endoletargo, fue determinado con el modelo de Vega et al. (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El monitoreo del contenido de humedad y riegos, mantuvieron una permanente condición de humedad en el suelo cercana a capacidad de campo ($0.358 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ y $0.335 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ a 0-25 y 26-50 cm de profundidad, respectivamente). La temperatura del suelo en ambas profundidades osciló entre 10.6 y 23.1 °C, en invierno y primavera, respectivamente, valores superiores a la T base radical de 4-5 °C (Kolesnikov, 1971). Estas condiciones coadyuvaron la permanente acumulación de raíces de crecimiento y nutrición, e intermedias y conductoras, las cuales, componen el sistema radical (Kolesnikov, 1971). Durante endoletargo (23/10/2015-21/02/2016) ocurrió la mayor acumulación radical general (Figura 1), y durante floración (21/03/2016) la acumulación disminuyó. Este hecho es contrario a que, independientemente del tipo de frutal, una de las máximas tasas de crecimiento radical se observa en floración (Ryugo,

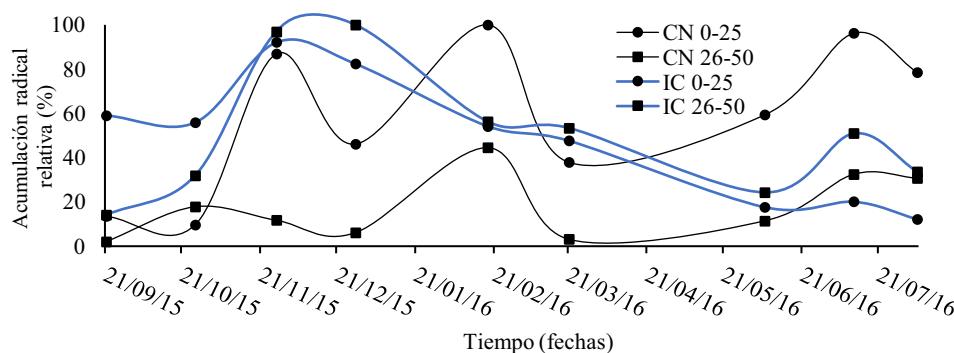


Figura 1. Acumulación de raíces de crecimiento y nutrición a profundidades 0-25 cm (CN 0-25) y 26-50 cm (CN 26-50), y acumulación de raíces intermedias y conductoras a profundidades 0-25 cm (IC 0-25) y 26-50 cm (IC 26-50) en ciruelo japonés (*Prunus salicina*) en Texcoco, Estado de México, México.

1988; Shaw *et al.*, 1998), y es similar a la tendencia observada por León (1994) en ciruelo japonés cv. Songold, siendo mayor la acumulación radical cuando las tasas de crecimiento vegetativo y reproductivo disminuyeron o cesaron debido a la repartición de biomasa a raíces (Ovando *et al.*, 1993).

Las Tmín y Tmáx del aire fueron -2.6 (8/02/2015) y 32.1°C (2/05/2016); los árboles crecieron en temperaturas medias diarias superiores a su T base, que es 4.4°C (Calderón, 1977), y llegaron a estar sometidos, durante la mayoría de sus fases fenológicas, a temperaturas óptimas ($25\text{-}30^{\circ}\text{C}$, según Seeley y Kammereck, 1977; Agustí, 2004) debido a la existencia Tmáx diarias mayores a 25°C de febrero a septiembre en ambos años. Los flujos de crecimiento vegetativo ocurrieron del 12 de enero al 3 de septiembre en 2015, y del 8 de febrero al 4 de agosto en 2016 (Figura 2), mostraron misma tendencia en ambos años y fueron simultáneos al crecimiento foliar, floración y crecimiento y desarrollo de frutos. Este hecho es importante, debido a que el crecimiento de los primordios foliares y la diferenciación de yemas axilares, se produce a medida que el meristemo apical progresó (Agustí, 2004). En esta investigación existió un constante crecimiento vegetativo, aunque León (1994), reportó, en cv. Songold, tres alzas significativas del crecimiento vegetativo, siendo una de mayor magnitud.

El hinchamiento de yemas florales (11 de enero - 4 de febrero de 2015; 8 - 29 de febrero de 2016) y foliares (11 de enero - 6 de febrero de 2015; 8 de febrero - 2 de marzo de 2016) se debió a la progresión del crecimiento vegetativo (Agustí, 2004), acumulación de UF, y a que las raíces habían tenido, previamente durante endoletargo, su mayor acumulación general, provocando la estimulación de la salida del estado de endoletargo por acción de citocinas sintetizadas en raíces, hormonas que actúan contarrestando la acción de auxinas, que, en altas concentraciones pueden ser inhibitorias de crecimiento de yemas laterales (Schmülling, 2002). Como Tabuenca (1965) reportó, la brotación de las yemas reproductivas (5 - 17 de febrero de 2015; 1 - 10 de marzo de 2016) ocurrió previo a la brotación de las yemas vegetativas (8 - 17 de febrero en 2015; 3 - 11 de marzo de 2016). Las diferentes fechas de ocurrencia de una misma fase fenológica en ambos años, se debió a la marcha anual de la temperatura, variación periódica de la duración del día y régimen pluviométrico (de Fina y Ravello, 1973). El área foliar varió durante las fases fenológicas (Figura 3), y por ser un factor fisiológico indispensable para cubrir demandas fotosintéticas que el resto de los órganos vegetales ejercen para lograr crecer y desarrollar (Warnock *et al.*, 2006), en ambos años mostró variaciones y, su máxima dimensión ocurrió, de la segunda etapa del crecimiento y desarrollo de frutos hasta la madurez fisiológica de los mismos, tiempo de posible mayor necesidad fotosintética en ciruelo japonés cv. Methley.

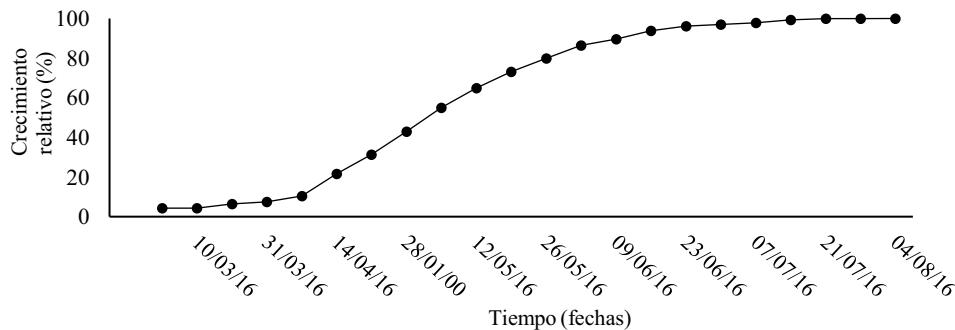


Figura 2. Crecimiento vegetativo (flujos) en ciruelo japonés (*Prunus salicina*) en 2016 en Texcoco, Estado de México, México.

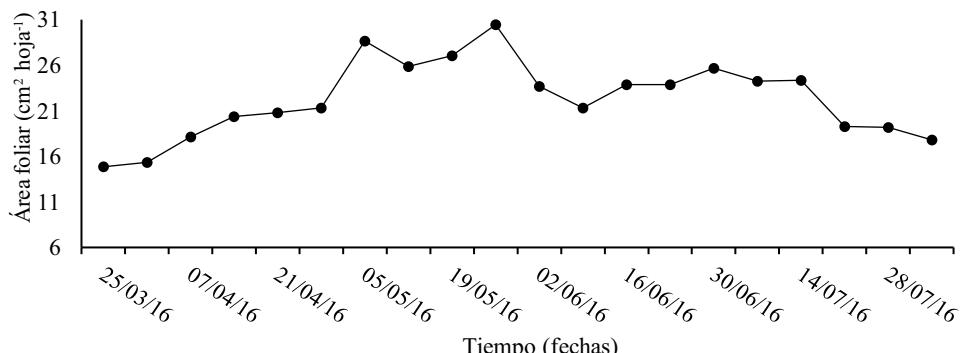


Figura 3. Evolución del área foliar en ciruelo japonés (*Prunus salicina*) durante el ciclo productivo 2016 en Texcoco, Estado de México, México.

Puede afirmarse que la floración es dependiente de la contribución del N almacenado en órganos perennes, ya que, ocurrió antes de la brotación de las yemas vegetativas (Cuadro 1), tiempo en que no había hojas y estas no cubren las demandas nutricionales que las flores demandan para crecer y desarrollar (Warnock et al., 2006); similar dependencia fue reportada por Neilsen et al. (1997) en manzanos.

El crecimiento y desarrollo de frutos se caracterizó por una curva doble sigmoidal compuesta por tres etapas (Figura 4), propio de las drupáceas (Polito, 1981) y semejante al crecimiento de ciruelos cv. Songold (León, 1994), duró 12 y 11 semanas en 2015 y 2016, respectivamente. La primera etapa ocurrió del 17 de marzo al 4 abril en 2015, y del 5 al 21 de abril en 2016. Según Jackson y Coombe (1966), la segunda etapa corresponde a la detención del crecimiento del pericarpio, pero en los frutos bajo estudio no se observó detención alguna, aunque sí existió la disminución de la tasa de crecimiento; esta etapa ocurrió del 5 al 27 abril en 2015, y del 22 de abril al 13 de mayo en 2016. La tercera etapa ocurrió del 28 de abril al 28 de mayo en 2015 y del 14 mayo al 10 junio en 2016.

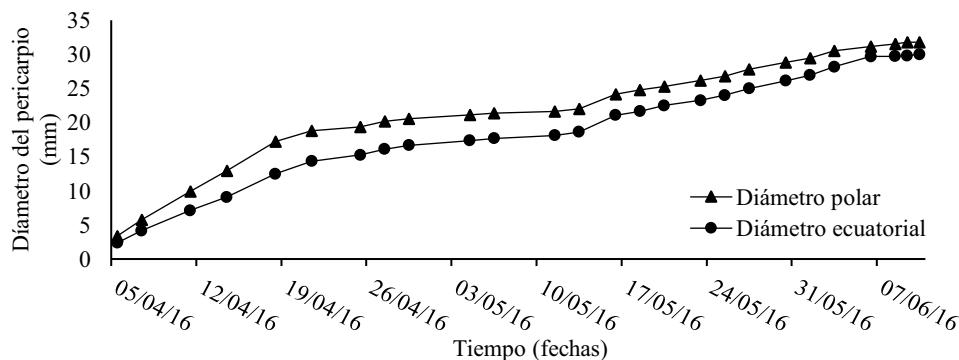


Figura 5. Tiempo de caídas y amarre de frutos en ciruelo japonés (*Prunus salicina*) en Texcoco, Estado de México, México.

Ocurrió una caída de frutos en cada fase del crecimiento y desarrollo de los mismos, y, aunque el ciruelo amarra una porción muy alta de frutos (Westwood, 1978) y el porcentaje promedio de amarre del cultivar Methley es de 31%, clasificado como elevado o muy alto (Cobianchi et al., 1989), en este estudio el porcentaje de frutos

amarreados fue 10.25%. En la Figura 5, se observa que el porcentaje de frutos inicialmente formados, previo a las tres caídas, fue de 26.8%, es decir, no alcanza siquiera el 31% referido por Cobianchi et al. (1989) (el cual es un amarre posterior a las tres caídas de frutos), no obstante que se observa la mayor área foliar en estas fechas. Esta observación permite establecer experimentos relativos a amarre de frutos y productividad. La primera, segunda y tercera caída, afectaron el 14.03, 1.58 y 0.78% del amarre de frutos, respectivamente (Figura 5).

La maduración de frutos abarcó de los últimos estados de su crecimiento a los estados tempranos de senescencia (Watada et al. 1984); madurez fisiológica ocurrió del 19 al 28 de mayo en 2015, y del 31 de mayo al 10 de junio en 2016, y madurez de cosecha, del 25 de mayo al 23 de junio en 2015, y del 6 al 23 de junio en 2016. La abscisión foliar, fue estimulada inicialmente por una infección

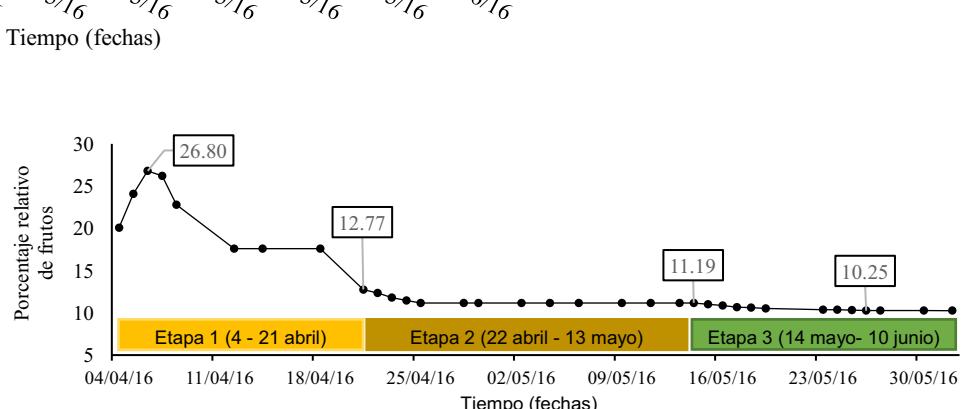


Figura 4. Crecimiento y desarrollo de frutos de ciruelo japonés (*Prunus salicina*) en 2016 en Texcoco, Estado de México, México.

de roya (*Tranzschelia pruni-spinosae*) agravada en julio (mes de mayor precipitación) de ambos años. En 2015, los síntomas visibles de la enfermedad iniciaron el 26 de junio, el 6 de agosto comenzó la abscisión foliar del árbol y el 21 de septiembre finalizó dicha fase; respectivos procesos ocurrieron el 22 de junio, 6 de agosto y 18 de septiembre en 2016. La abscisión foliar tuvo inmersa la movilización de savia bruta y elaborada de las hojas a los órganos perennes (Reid, 1985), proceso fisiológico que explica el término del periodo de crecimiento vegetativo y la mayor acumulación radical general. Ocurrida la abscisión foliar, y no habiendo crecimiento vegetativo, el ecoletargo inició el 22 y 19 de septiembre en 2015 y 2016, respectivamente, y, aunque una característica de este tipo de letargo es, que cuando las condiciones desfavorables (caso roya) desaparecen el crecimiento se reanuda (Lang et al., 1987), en ambos años no hubo tal reanudación debido a la llegada del otoño, estación del año en que las yemas entran en un periodo de inactividad controlado por el acortamiento de la duración del día (Caffarra et al., 2011), combinado o no, con bajas temperaturas otoñales (Heide, 2008; Penfield, 2008); el ecoletargo concluyó el 22 de octubre de 2015 (Figuras 6, 7, y 8).

Utilizando el modelo de Vega et al. (1990), se determinó el inicio de la acumulación de UF el 23 de octubre de 2015, día de inicio del endoletargo. La necesidad de frío en cv. Methley es de 150-250 UF (Arbor Day Foundation, 2016; SFGATE, 2016), sin embargo, entre 188.6 y 235.8 UF provocaron el hinchamiento de yemas florales y foliares de los árboles a través del restablecimiento de su capacidad de crecer (Rohde y Bhalerao, 2007), asegurando el desarrollo regular de las yemas e impactando fases de desarrollo subsecuentes por medio de la supervivencia de estos órganos (Faust et al., 1997)

a través de actividad bioquímica interna de relaciones azúcar: almidón en la madera, que permitieron a los árboles resistir temperaturas invernales (Yelenosky, 1985). Las 188.6 a 235.8 UF permiten establecer un rango de necesidad de UF más acotado y probablemente más preciso que el reportado por Arbor Day Foundation (2016) y SFGATE (2016).

CONCLUSIONES

Las condiciones adecuadas de humedad y temperatura del suelo permitieron la permanente acumulación radical, que fue mayor durante endoletargo. En 2015 y 2016, la T del aire fue adecuada para el cultivar; el crecimiento vegetativo mostró similar tendencia en ambos años. En 2015, el hinchamiento de yemas ocurrió en enero y febrero, y en 2016 en febrero y marzo; la brotación de yemas sucedió en febrero de 2015, y en marzo de 2016. En ambos años, el área foliar varió según las fases fenológicas presentes, siendo mayor desde la segunda etapa del crecimiento y desarrollo de frutos hasta madurez fisiológica. La floración dependió del almacenamiento interno de N y carbohidratos. El crecimiento y desarrollo de frutos tomó de 11 a 12 semanas, y fue caracterizado por una curva doble sigmoidal con tres etapas de crecimiento; durante cada etapa ocurrió una caída de frutos, provocando un porcentaje de amarre muy por debajo de la media del cultivar. La madurez fisiológica de frutos duró 10 días en ambos años y la madurez de cosecha sucedió principalmente en junio. El inicio de la abscisión foliar fue estimulada por una infección de roya, y continuada por la estimulación causada al proceso de abscisión natural de los árboles; el ecoletargo se estableció en septiembre de ambos años, seguido por el endoletargo que, en 2015, inició el 23 de octubre y acumuló 235.8 UF que permitieron la activación de yemas en el siguiente ciclo productivo.

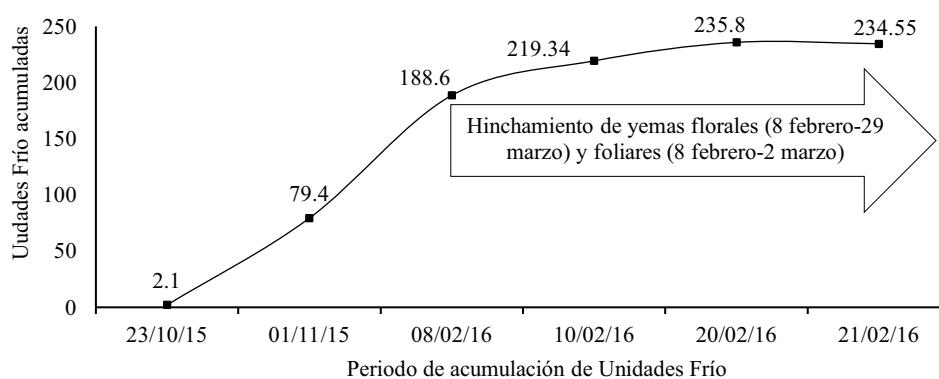


Figura 6. Acumulación de unidades de frío (UF) de acuerdo con el modelo de Vega et al. (1990).

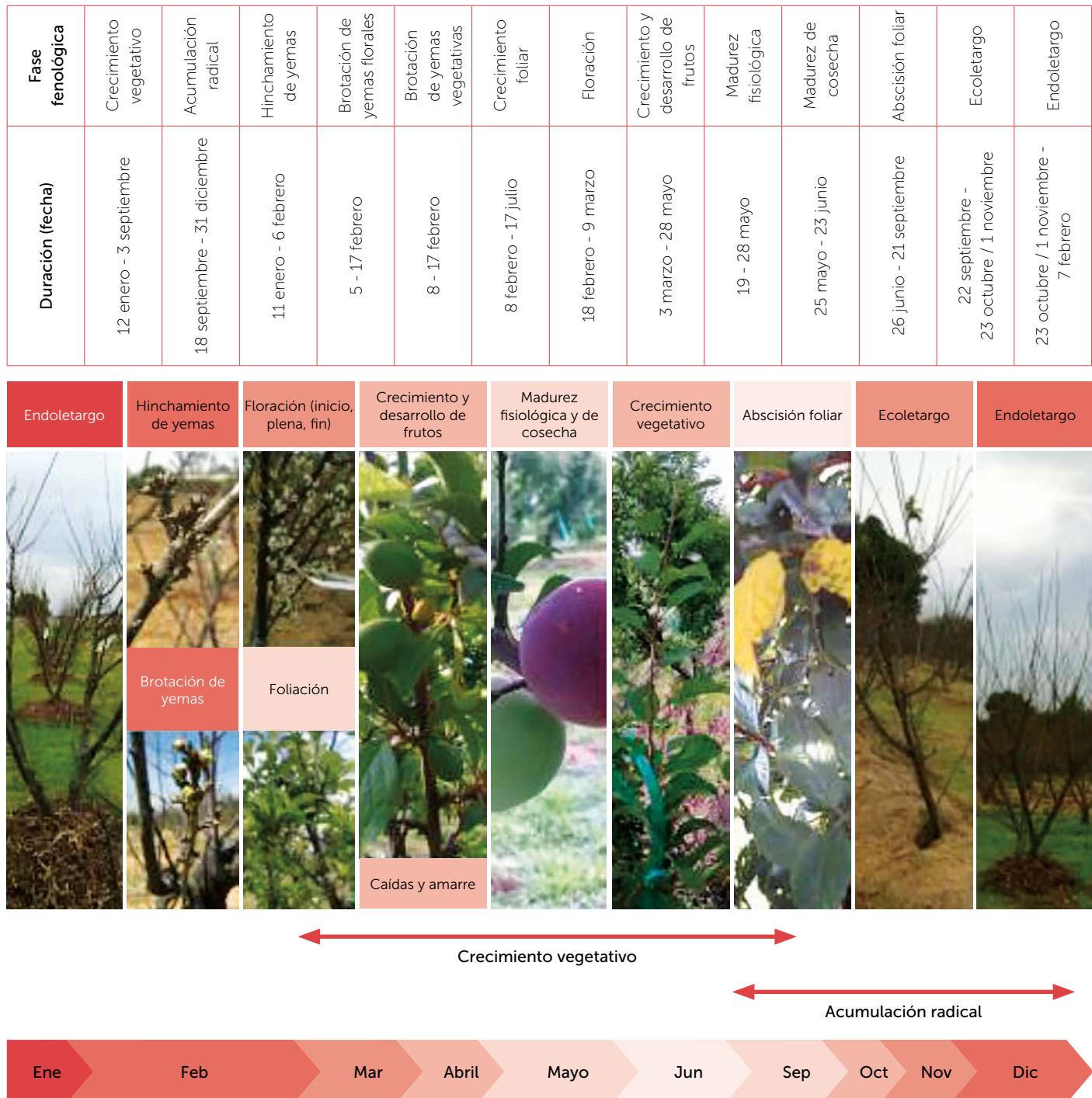


Figura 7. Diagrama de la fenología del ciruelo japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo mirobalano, en Texcoco, México, en 2015.

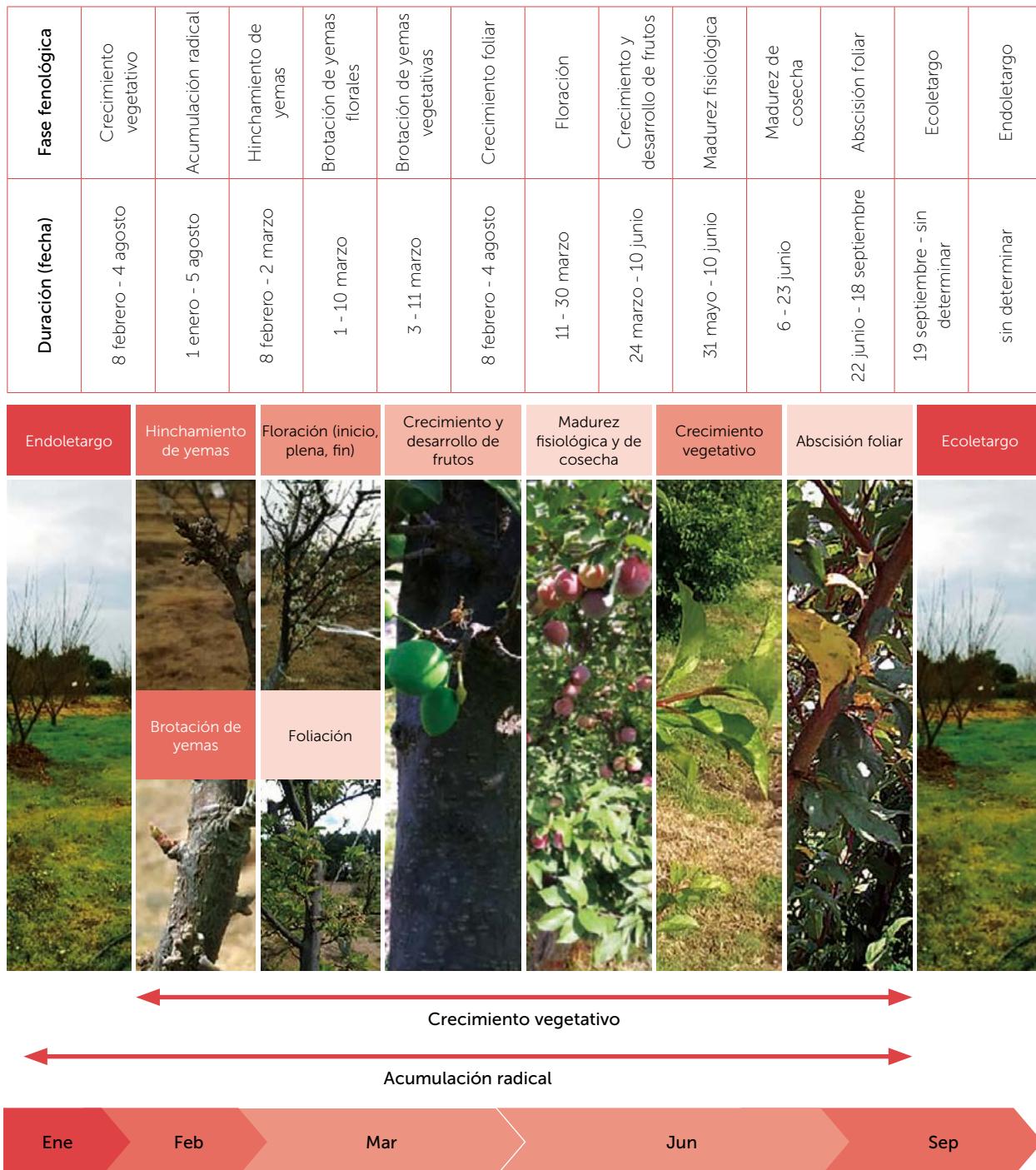


Figura 8. Diagrama de la fenología del ciruelo japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo mirobolano, en Texcoco, México, en 2016.

LITERATURA CITADA

- Agustí M. 2004. Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. pp. 33, 62-63, 280-281, 284-285.
- Arbor Day Foundation. 2016. Methley plum. *Prunus salicina*. Consultado el 3 de abril de 2016. <https://www.arborday.org/trees/TreeGuide/TreeDetail.cfm?ItemID=907>
- Bellini E., Bini G. 1978. La fertilitá nelle piante da frutto. Consilio Nazionale Ricerdu. Regione Emilia-Romagna. Societá Orticola Italiana. Milano, Italia. pp. 403-422.
- Burgos L.A. 1984. Fases fenológicas de cultivos tropicales y templados. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 191 p.
- Caffarra A., Donnelly A., Chuine I. 2011. Modelling the timing of *Betula pubescens* budburst. II Integrating complex effects of photoperiod into process-based models. *Climate Research* 46: 159-170.
- Calderón A.E. 1977. Fruticultura general. El esfuerzo del hombre. Editorial ECA. México, D.F. 759 p.
- Cobianchi D., Bergamini A., Cortesi A. 1989. El ciruelo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 281 p.
- Cossio V.L.E.; Salazar G.S., González D.I.J.L., Medina T.R. 2008. Fenología del aguacate 'Hass' en el clima semicálido de Nayarit, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14: 319-324.
- de Fina A.L., Ravello A.C. 1973. Climatología y fenología agrícolas. EUDEBA. Buenos Aires, Argentina. pp. 201-224.
- Faust M., Erez A., Rowland L.J., Wang S.Y., Norman H.A. 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. *HortScience* 32: 623-629.
- Fernandez E.R. 1996. Planificación y diseño de plantaciones frutales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 220 p.
- García E. 1988. Modificaciones al Sistema Climático de Köppen. 4ta ed. Instituto de Geografía. UNAM. Ciudad de México. pp. 79-86.
- Heide O.M. 2008. Interaction of photoperiod and temperature in the control of growth and dormancy of *Prunus* species. *Scientia Horticulturae* 115: 309-314.
- Jackson D.I., Coombe B.G. 1966. Morphological changes during development and the effects of various tree factors. *Australian Journal of Agricultural Research* 17: 465-477.
- Kolesnikov V. 1971. The root system of fruit plants. Mir Publishers. Moscow, Russia. 287 p.
- Lang G.A., Early J.D., Martin G.C., Darnell R.L. 1987. Endo, para, and ecodormancy: Physiological terminology and classification for dormancy research. *Hortscience* 22: 371-377.
- León G.A.G. 1994. Primera aproximación al ciclo fenológico del ciruelo (*Prunus salicina* Lindl.) cv. Songold en la zona de San Felipe, quinta Región, Chile. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso Chile. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=018513>
- Meier U. 1997. Growth stages of plants. Blackwell Wissenschaftsverlag. Berlin, Germany. pp. 55-57.
- Neilsen D., Millard P., Neilsen G.H., Hogue E.J. 1997. Sources of N for leaf growth in a high-density apple (*Malus domestica*) orchard irrigated with ammonium nitrate solution. *Tree Physiology* 17: 733-739.
- Otero S.M.A., Ruiz P.L.M., Becerril R.A.E., Michel A.A.C., Barrios A.A., Ariza, F.R. 2005. Fenología, fisiología y producción de llama (*Annona diversifolia* Saff.). *Agroproductividad* 8(2): 12-19.
- Ovando C., Becerril R.A.E., Mosqueda V.R., Serrano A.V. 1993. Análisis del crecimiento de tres portainjertos y dos cultivares de limón mexicano en vivero. *Agrociencia* 4: 59-70.
- Penfield S. 2008. Temperature perception and signal transduction in plants. *New Phytologist* 179: 615-627.
- Polito S.V. 1981. Flower and fruit development. In: *Prune orchard management*. University of California. Special Publication. 156 p.
- Reid S.M. 1985. Ethylene and abscission. *HortScience* 20: 45-50.
- Rocha A.J.L., Salazar G.S., Barcenas O.A.E., González D.I.J. L., Cossio V.L.E. 2011. Phenology of 'Hass' Avocado in Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2: 303-470.
- Richardson E.A., Seeley S.D., Walker D.R. 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' Peach trees. *HortScience* 9: 331-332.
- Rohde A., Bhalerao R. 2007. Plant dormancy in the perennial context. *Trends in Plant Science* 12: 217-223.
- Ryugo K. 1988. *Fruit Culture, Its Science and Art*. John Wiley and Sons. New York, USA. 344 p.
- Schmülling T. 2002. New insights into the functions of cytokinins in plant development. *Journal of Plant Growth Regulation* 21: 40-49.
- Seeley E.J., Kammerer R. 1977. Carbon Flux in Apple Trees: The Effects of Temperature and Light Intensity on Photosynthetic Rates. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 102: 731-733.
- SFGATE. 2016. The Chilling Requirements for a Methley Plum Tree. Consultado el 3 de abril de 2016. <http://homeguides.sfgate.com/chilling-requirements-methley-plum-tree-55867.html>
- Shaw P.E., Chan H.T.J., Steven N. 1998. *Tropical and Subtropical Fruits*. Agscience Inc. Auburndale, Florida, USA. 570 p.
- Tabuenca M.C. 1965. Influencia del clima en plantaciones frutales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza, España. 297 p.
- Vega N.R., Aceves N.L.A., Trujillo A.J., Arriaga R.R. 1990. Generación y aplicación de modelos agroclimáticos a la fenología de la palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), en Canatlán, Durango. *Agrociencia* 24: 89-100.
- Warnock R., Valenzuela J., Trujillo A., Madriz P., Gutiérrez M. 2006. Área foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraota. *Agronomía Tropical* 56: 21-42.
- Watada A.E., Herner A.A., Kader R.J., Romani R.J., Staby G.L. 1984. Terminology for the description of developmental stages of horticultural. *HortScience* 19: 20-21.
- Westwood N.W. 1978. *Temperature Zone Pomology*. Ed. Freeman Co. San Francisco, California, USA. 427 p.
- Whiley A.W. 1990. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. En: producción, postcosecha y comercialización de paltas. Facultad de Agronomía-FAO. Universidad Católica de Valparaíso. Viña del Mar, Chile. pp. 1-25.
- Wolstenholme B.N., Whiley A.W. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. *South African Avocado Growers Association Yearbook* 12: 33-37.
- Yelenosky G. 1985. Cold hardiness in citrus. *Horticultural Reviews* 7: 201-238.