

## 7

**Desarrollo del árbol y crecimiento de los frutos**

Gabino Reginato, Karen Mesa, Miguel Ojer (\*)

El desarrollo de los órganos del árbol (raíces, brotes, frutos, etc.), puede analizarse en forma independiente, sin embargo, cada uno es afectado por el conjunto de órganos de la planta; de esta manera, puede describirse por varios anillos de influencia interconectados. Para ejemplificarlo, el desarrollo del follaje puede verse afectado por la carga frutal, pero a su vez los frutos requieren de las hojas para crecer. En una situación de alta carga frutal, con elevados valores de producción y el follaje disminuido, se afectará el desarrollo de brotes y especialmente raíces, lo que determinará, en el inicio de la próxima temporada, un menor crecimiento vegetativo.

Por ello, el conocimiento del desarrollo de las diferentes partes del árbol y sus interrelaciones es importante para planificar y ajustar las prácticas de manejo, y mejorar las respuestas productivas.

**CRECIMIENTO DE RAÍCES**

De la misma manera en que manifiesta competencia entre diferentes órganos de la parte aérea del árbol, existe competencia entre éstos, como conjunto, y las raíces. Así, durante la primavera, el árbol está principalmente orientado a concretar el desarrollo vegetativo (área foliar) y reproductivo (frutos), por lo que se verifica el menor crecimiento de raíces.

Los estudios acerca de la dinámica del sistema radical muestran dos momentos de máximo crecimiento: el primero, de menor magnitud, ocurre temprano en la temporada, hasta alrededor de la floración; el segundo, de mayor magnitud, ocurre inmediatamente después de la cosecha y hasta antes que la planta entre en receso, en otoño. Posteriormente, durante el invierno, el crecimiento radical es prácticamente nulo, aunque bajo condiciones favorables de temperatura de suelo las raíces permanecen activas absorbiendo elementos minerales. Si bien es posible detectar la absorción de fertilizantes durante el período de receso, demostrando la actividad de las raíces en zonas de inviernos benignos, la mayor proporción de ese proceso ocurrirá cuando exista una gran masa vegetativa que provoque un alto flujo de agua desde el suelo a la atmósfera, a través de los árboles. Por estas razones, aquellas recomendaciones de fertilización temprana en primavera y posterior a la cosecha, en otoño, con hojas en actividad, están sólidamente soportadas por el mayor crecimiento radical, que garantiza la presencia de raíces absorbentes, y por el gran flujo de transporte de los elementos nutritivos hacia los centros de consumo (fertilización en primavera) o de reserva (fertilización postcosecha).

**CRECIMIENTO DE LOS FRUTOS**

El fruto del duraznero, al igual que todos los frutos de carozo, sigue un patrón de crecimiento

---

\* mojer@fca.uncu.edu.ar

to que corresponde al tipo doble sigmoideo, con dos períodos de crecimiento rápido separados por una fase intermedia en la cual el crecimiento es lento (figura 1).

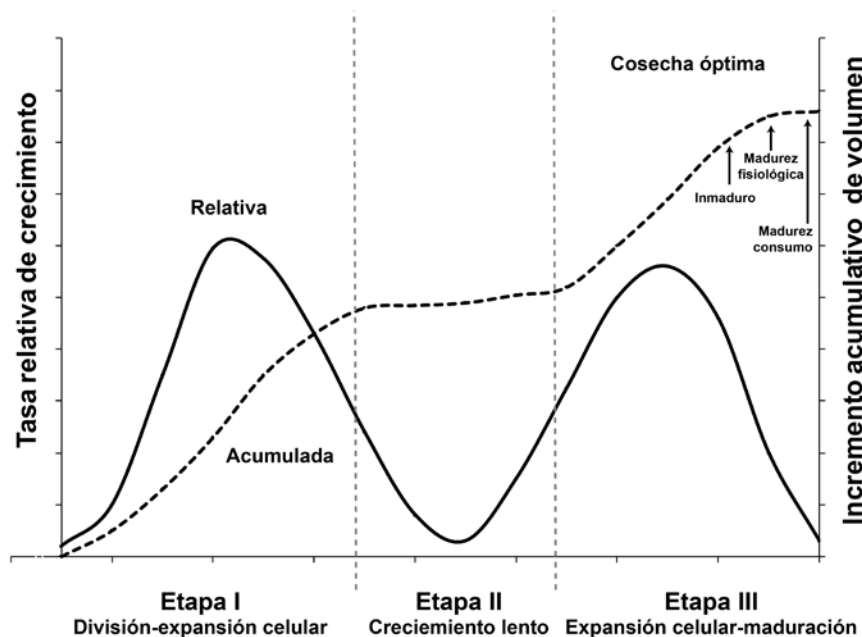
La etapa I comprende desde floración hasta el Inicio de Endurecimiento del Carozo (IEC), que comienza a manifestarse por el endurecimiento de su ápice. Esta fase se caracteriza por un período de intensa división celular, a partir del cuaje del fruto, que se incrementa en las primeras dos o tres semanas, para luego declinar rápidamente y finalizar después de cuatro semanas. También es en este período cuando el carozo experimenta el mayor aumento, alcanzando un 70 a 80% de su tamaño final. Por su parte, el mesocarpio (pulpa) presenta la máxima división celular, con un mayor crecimiento en el diámetro polar (largo) que sutural, lo que le confiere al fruto una forma alargada, como de almendra.

La etapa II se caracteriza por un lento incremento del mesocarpio, pues el proceso más relevante es la lignificación (endurecimiento) del carozo, que comienza hacia el final de la etapa I y que

perdurará aún en la etapa III; adicionalmente, se inicia el desarrollo de la semilla (embrión).

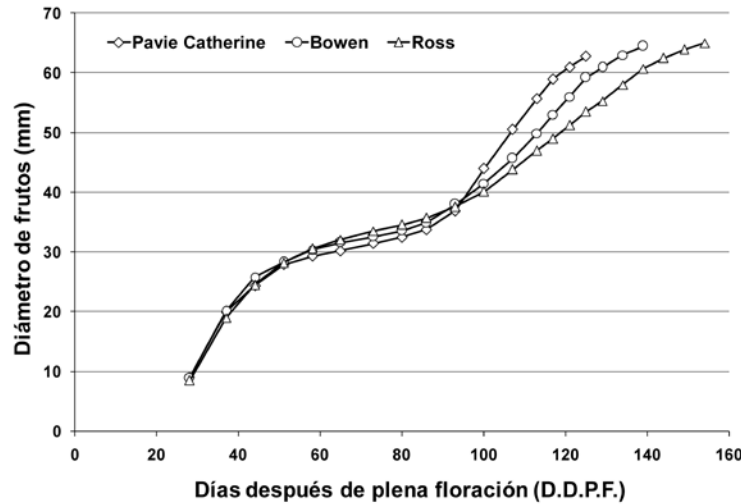
La etapa III comienza una vez que el carozo se ha endurecido por completo, y se caracteriza por una marcada elongación de las células, por lo que se produce un rápido aumento en tamaño y peso fresco del fruto, y de peso seco al final del período. El embrión (interior de la semilla), que había iniciado su desarrollo en la etapa II, continúa aumentando de peso, aunque no de tamaño. Al finalizar esta etapa, el fruto presenta una reducción de la velocidad de crecimiento, que coincide con la transición hacia la maduración.

La duración de cada una de estas etapas depende, principalmente, de la variedad y las condiciones climáticas. La etapa I tiene una duración similar para las diferentes variedades de duraznos conserveros: entre ocho y nueve semanas desde la fecha de plena flor hasta el IEC. La etapa II tiene una duración de tres a nueve semanas, dependiendo de la variedad: es más larga en variedades tardías y más corta en variedades de cosecha temprana. La etapa III tiene una longitud que varía en



Fuente: Adaptado de Kader y Mitchell, 1989.

**Figura 1.** Curva de crecimiento de frutos de carozo.



Fuente: Miguel Ojer, no publicado

**Figura 2.** Crecimiento en diámetro de frutos en durazneros var. Pavie Catherine, Bowen y Ross.

función de la época de cosecha de las variedades, pudiendo ser de unas pocas semanas, como ocurre en variedades tempranas, como Pavie Catherine, Fortuna y Loadel, hasta de varias semanas, como sucede en aquellas variedades de maduración tardía, como Riegels o Hesse.

La longitud total del período de crecimiento de las diferentes variedades va desde alrededor de 115 días, en variedades de maduración temprana, como Pavie Catherine, 150 días en variedades de época de cosecha media, como Ross (figura 2), hasta 170 días en aquellas que maduran al final de la temporada, como Hesse, Riegels y Sullivan’s late.

En las variedades tempranas, el corto período desde la floración a la cosecha determina que el crecimiento de frutos esté limitado por el suministro de agua y nutrientes en todo momento, lo que significa que no pueden existir déficits, pues afectarán el tamaño final de fruto. Por el contrario, en variedades tardías, el suministro adecuado de agua y nutrientes para el desarrollo del fruto será más importante en las etapas I y III, cuando el fruto está creciendo activamente por división celular (etapa I) o por elongación celular (etapa III).

Respecto de la forma de los frutos, éstos inicialmente tienen una forma oblonga (relación largo:diámetro >1,5), la que se va perdiendo a medida que avanza el tiempo. Al aproximarse la maduración, adquiere la forma redondeada típica del durazno, con una relación entre los diámetros que tiende a 1.

Un problema observado en duraznos durante el crecimiento de frutos es la partidura del carozo, la cual suele ser frecuente en algunas variedades tempranas, como Fortuna y Loadel. Las prácticas que reducen la incidencia de este problema se verán en detalle en el Capítulo 9, “raleo de frutos”, aunque cabe adelantar que la adecuada combinación entre fecha e intensidad de raleo, y la elección del momento oportuno de aplicación de fertilizantes nitrogenados son clave para disminuir su incidencia.

El calibre de los frutos durante el crecimiento puede ser utilizado como predictor del tamaño a cosecha, y existen tablas para calcularlo cuando el crecimiento de los frutos se encuentra más estabilizado, durante la etapa II. A este respecto, el Programa de Pronóstico de Cosecha que realiza el Instituto de Desarrollo Rural (IDR) se basa en esta metodología.

Si bien estas tablas fueron creadas originalmente en California, para determinar la intensidad del raleo de frutos, y han sido ampliamente difundidas en Mendoza, es importante resaltar que deben ser ajustadas a las condiciones agroclimáticas de cada oasis y a las prácticas de manejo de cada monte frutal, en particular, teniendo la fecha e intensidad de raleo de frutos una fuerte incidencia sobre el crecimiento de los mismos. En estas condiciones, con información propia de cada monte frutal, las curvas de crecimiento tienen una gran utilidad para ajustar el raleo de frutos y predecir calibres a cosecha.

También es importante considerar la acumulación térmica durante el período que va de cuaje a endurecimiento de carozo. Estudios realizados en California mostraron que mientras mayor es la acumulación térmica durante los primeros treinta días de crecimiento, contados desde floración, menor es el potencial de tamaño, pues, bajo esas condiciones, el desarrollo vegetativo es favorecido en desmedro del crecimiento de los frutos. Esto podría explicar la mayor potencialidad de producción que muestra el Valle de Uco en comparación con los oasis Este y Sur de Mendoza.

## **CRECIMIENTO VEGETATIVO**

### **Origen de los azúcares**

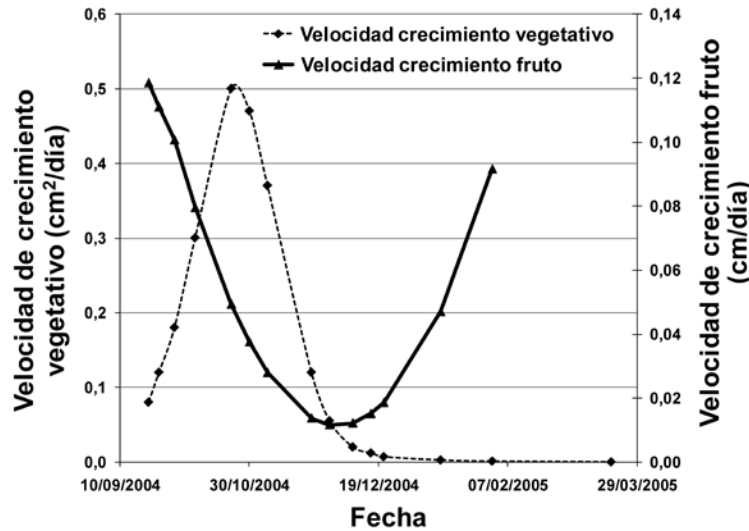
Los durazneros, así como otros árboles frutales, están compuestos de distintos órganos, como raíces, brotes, hojas y frutos, los que al momento de su crecimiento son los sumideros o destinos de los carbohidratos (azúcares). Dichos azúcares provienen inicialmente de reservas, que se transforman a formas solubles (hasta alrededor de la floración) y posteriormente son producidos por las hojas, por el resto de la temporada. Así, los frutos son dependientes de los componentes vegetativos y de reserva; no obstante, ellos compiten con estos sumideros vegetativos (brotes o raíces) por los fotoasimilados (azúcares producidos por la fotosíntesis), pudiendo suprimir o reducir su crecimiento, como ocurre con árboles muy sobrecargados.

### **Interacción entre frutos y brotes**

Debido a que las hojas suministran los carbohidratos y, a su vez, el crecimiento de los frutos reduce el crecimiento vegetativo, se esperaría ver efectos inmediatos de menor crecimiento vegetativo al colocar mayor carga frutal en los árboles. Sin embargo, árboles con mayor producción de fruta generan también una mayor cantidad de carbohidratos (aumentan la fotosíntesis) en comparación con árboles sin frutos. Por esta razón, en árboles que son normalmente manejados para fruta destinada a mitades, con cargas frutales reguladas en rangos medio y altos, no se detectarán mayores diferencias en el crecimiento, observándose una renovación vegetativa normal del árbol.

Por el contrario, en casos extremos de carga frutal, como cuando se deja toda la fruta cuajada con la finalidad de producir pulpa (rendimiento máximo), llegando a sobrecargas muy altas, se aprecian efectos importantes de la carga frutal en el desarrollo vegetativo, comprometiendo la renovación vegetativa del árbol, con falta de elementos de poda y pérdida sustancial del vigor en pocas temporadas; como consecuencia se afecta la longevidad del monte frutal.

Para graficar la interacción entre frutos y brotes, se presenta el ejemplo de la var. Ross. Al analizar el desarrollo de los brotes (como masa foliar total) y frutos en función del tiempo, se aprecia que durante la etapa I de crecimiento de frutos existe una competencia entre frutos y área foliar. En esta etapa ocurre la activa división celular en los frutos y también se produce el mayor crecimiento vegetativo del duraznero, el que, al igual que para otros frutales de hoja caduca, presenta la mayor tasa de aumento de área foliar durante la primavera. Dicho aumento en el área foliar se detecta poco antes de finalizar la etapa I, mientras que el máximo crecimiento en los frutos se observa hacia el inicio de la etapa I (figura 3). Iniciada la etapa II, los frutos y el área foliar muestran una reducción en la velocidad de crecimiento, ocurriendo el crecimiento mayormente en la semilla. Por su parte, en la etapa III, el



Fuente: Cabrera, 2006.

**Figura 3.** Velocidad de crecimiento del fruto y del desarrollo foliar de árboles de durazneros ‘Ross’.

crecimiento vegetativo es prácticamente nulo, pero existe un activo crecimiento de los frutos, aumentando 1/3 su diámetro y 3 a 4 veces su volumen.

La observación detallada del período de mayor desarrollo vegetativo ayuda a orientar aquellas prácticas de fertilización, riego o manejos en verde, especialmente cuando se requiere un mayor control del crecimiento vegetativo, ya sea porque se trate de estimularlo o controlarlo.

El gran aumento en masa foliar que ocurre en la etapa I se debe principalmente a aquellos brotes entre 5 a 25 cm de largo, los que comienzan a estabilizar su crecimiento hacia la segunda mitad de la etapa I, terminando en la etapa II. Los crecimientos que perduran más allá de la etapa II corresponden a aquellos muy vigorosos, muchas veces acompa-

ñados con brotes anticipados, producto de árboles vigorosos o podas vigorizantes; este tipo de brotes representa una fracción menor del total de área foliar del árbol en árboles equilibrados.

Dados los períodos de crecimiento de los diferentes brotes del duraznero, la realización de las podas en verde debe estar orientada de acuerdo con el crecimiento del árbol. Por ejemplo, una poda en verde muy anticipada, en primavera, cuando aún no terminan de crecer los brotes de longitud media (antes de finalizar la etapa II), prolongará el crecimiento de brotes remanentes y no se logrará el efecto buscado de iluminar la copa de árbol. Por ello, es más efectivo esperar hasta que este crecimiento esté finalizado y concentrar la poda sobre los elementos que aún están creciendo, principalmente chupones.

En conclusión, el conocimiento de las interrelaciones entre el desarrollo de las diferentes partes del árbol es fundamental para decidir las prácticas de manejo en cada monte frutal en particular, pues, tal como ha sido analizado, cada situación productiva es diferente, dada principalmente por la variedad, el destino de la producción y prácticas de manejo, como fertilización, riego, raleo, poda, etc.

## LECTURA ADICIONAL

- Cabrera, A. 2006. Evolución del área foliar e interceptación solar de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch) var. Ross a distintos niveles de carga frutal. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 30 p.
- Cassiera-Posada, F.; Rodríguez P. J.; Cárdenas, H. 2007. La relación hoja:fruto afecta la producción, el crecimiento y la calidad del fruto en duraznero (*Prunus persica* L. Batsch, cv. Rubidoux). Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 60(1): 3657-3669.
- Cassiera-Posada, F.; Barreto, V.; Fonseca, O. 2004. Crecimiento de frutos y ramas de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch, cv. Conservero) en los altiplanos colombianos. *Agronomía Colombiana* 22(1): 40-45.
- CCF-Molto. 1994. Convenio Cátedra de Fruticultura - Molto S. A. 1993/1994. Curvas de crecimiento de frutos, caídas naturales y raleo en las variedades Fortuna, Carson, Bowen y Andross. Informe final. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. 63 p.
- DeJong, T. 2005. Using physiological concepts to understand early spring temperature effects on fruit growth and anticipating fruit size problems at Harvest. Summerfruit. Autumn 2005. p 10-13.
- Forshey, C. G.; Elfving, D. C. 1989. The relationship between vegetative growth and fruit in Apple. *Horticultural Reviews*. 11: 229-287.
- Gil, G. 2000. La producción de fruta. Fruta de climas templados y subtropical y uva de vino. Ediciones Universidad Católica de Chile. 583 p.
- Grossman, Y. L.; DeJong, T. 1995. Maximum fruit growth potential and seasonal patterns of resource dynamics during peach growth. *Annals of Botany*. 75: 553-560.
- Kader, A. and F. G. Mitchell. 1989. Postharvest physiology. pp 158-164. In: Peach, plums and nectarines. Growing and handling for fresh market. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. 246 p.
- López, G.; Johnson, R. S.; DeJong, T. 2007. High spring temperatures decrease peach fruit size. *California Agriculture*. 61(1): 31-34.
- Pavel, E. W.; DeJong, T. 1993. Source- and Sink-limited growth periods of developing peach fruits indicated by relative growth rate analysis. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 118(6): 820-824.
- Pereira, J. C. 1989. Caracterización fenológica y fenotípica del árbol y fruto de 23 cultivares de duraznero conservero. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad de Chile. Santiago. Chile. 61 p.
- Vallejos, F. 2009. Boletín técnico N° 3. Agrofoods Central Valley Chile S. A. --- p.
- Zuconni, F. 1986. Peach. In: Handbook of fruit set and development. Shaul P. Monselise (Eds.). Department of Horticulture. Faculty of Agriculture. The Hebrew University of Jerusalem. Rehovot. Israel. p. 303-321.