



CAPÍTULO 5 CRECIMIENTO DEL FRUTO Y RALEO

El crecimiento del fruto que resulta de la división y alargamiento celular sigue un modelo representado por una curva sigmoidea (con forma de S) cuando se grafica el volumen del fruto en función del tiempo (Figura 5.1). Ésta presenta tres fases bien definidas: la fase I o período de crecimiento exponencial (multiplicación celular), la fase II o período de crecimiento lineal (agrandamiento y expansión celular) y la fase III que incluye la etapa final del crecimiento y el período de maduración.

Cuando el tiempo es medido en días después de la plena floración (DPF), la fase I de multiplicación celular se extiende hasta los 40-60 DPF. Posteriormente, en la fase II se produce la expansión celular con el incremento significativo de tamaño. Esta fase tiene una duración aproximada de 65-70 días. A partir de ese momento se desencadenan en el fruto una serie de transformaciones bioquímicas

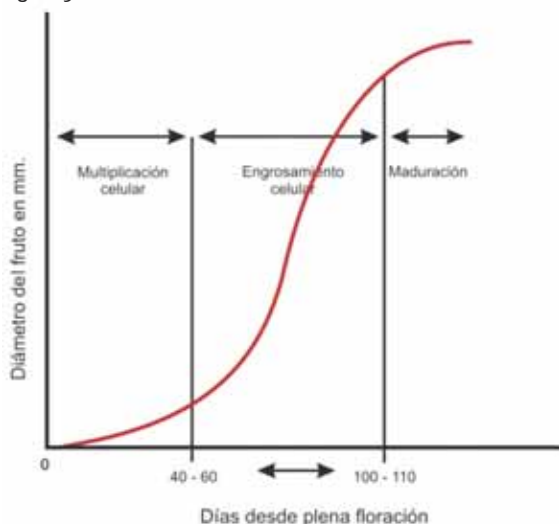
que conducen al desarrollo de las características organolépticas de la variedad. Esta última suele durar de 10 a 30 días.

En la zona del Alto Valle, la edad media del fruto (desde plena floración hasta fecha media de cosecha de los últimos 10 años) es de 106 días, es decir que a fines comerciales los frutos son cosechados antes de la fase final para preservar la calidad de conservación.

5.1. PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DEL FRUTO

El crecimiento de los frutos está en gran medida condicionado por factores propios de la planta (internos), ambientales y de manejo (externos).

Figura 5.1. Curva de crecimiento del fruto



5.1.1. Factores internos

❖ **Tamaño inicial del fruto:** el número de células definido en la primera fase de crecimiento determinará el tamaño potencial del fruto. La cantidad de células en el pequeño fruto está regulada por sustancias hormonales y es afectada por la disponibilidad de agua y la provisión de hidratos de carbono y nutrientes.

En general, los frutos chicos contienen menos células y más pequeñas que los de tamaño grande. Se ha comprobado que los frutos que durante la primera fase de la curva de crecimiento son grandes llegan a cosecha con tamaños mayores que los que partieron con dimensiones pequeñas.

❖ **Número de semillas:** el tamaño del fruto es proporcional al número de semillas maduras viables y se debe a la cantidad de hormonas (citocininas, auxinas, giberelinas) producidas por cada semilla.

Además de su particularidad de desarrollar frutos sin semilla, la pera Williams posee naturalmente un contenido de hormonas más elevado. Por lo tanto, la cantidad de semillas no condiciona significativamente el tamaño final de los frutos.

❖ **Estado nutricional de las yemas:** la energía inicial para el crecimiento vegetativo y la floración proviene de las reservas alimenticias de la planta. Cuando éstas son escasas, la división celular en los pequeños frutos también cesa en forma temprana limitando el crecimiento potencial posterior de los frutos.

❖ **Relación hoja-fruto:** esta relación indica la cantidad de frutos de una planta en función de la superficie foliar fotosintéticamente activa. La disponibilidad de sustancias hidrocarbonadas depende de la superficie foliar y de la intensidad de fotosíntesis. Los frutos actúan como destino para estas sustancias y con frecuencia se produce competencia entre ellos. La relación normal de hojas-fruto que determinan cantidad y calidad de cosecha es de aproximadamente 50 hojas por fruto.

❖ **Carga frutal:** la cantidad de frutos y el tamaño que alcanzarán están en estrecha relación con el vigor y estructura de la planta. Altos rendimientos asociados a alta carga de fruta por planta conllevan a la formación de frutos más pequeños.

❖ **Portainjerto:** el portainjerto es el proveedor de agua y nutrientes y actúa como condicionante del vigor de la planta, lo que afecta el tamaño y la calidad de los frutos.

❖ **Ubicación de la estructura fructífera:** el tamaño potencial de los frutos está condicionado por su ubicación dentro de la planta, en función de la disponibilidad de luz y por lo tanto de los fotoasimilados. Los frutos de las partes bajas y medias del árbol (más sombreadas) en general son más chicos. Se debe considerar, además, que la inflorescencia del peral es un racimo donde la flor central es la última en formarse y por lo tanto la más pequeña. Las flores laterales tienden a producir frutos más grandes que las centrales.

5.1.2. Factores externos

Los factores del medio ambiente regulan el crecimiento del fruto afectando los procesos metabólicos fundamentales de los árboles frutales como la fotosíntesis y la respiración.

El crecimiento de los frutos puede resultar limitado por el suministro de agua y nutrientes y por otros factores que afectan la fotosíntesis, como la baja temperatura y la nubosidad.

❖ **Temperatura:** la temperatura ambiental es un regulador de los procesos fisiológicos a nivel de las reacciones bioquímicas que intervienen en el crecimiento directa o indirectamente. Si bien tiene un efecto continuo durante todo el ciclo del crecimiento, se destacan dos momentos clave que afectan el tamaño final del fruto.

El primero es el período de división celular, ya que durante éste se establece el número total de células que determinan el tamaño potencial de los frutos. El segundo es la etapa de elongación celular, dos a tres semanas antes de cosecha.

El rango de temperaturas óptimas para el crecimiento vegetativo es de aproximadamente 25^o C. Dentro de este rango y bajo condiciones adecuadas de intensidad lumínica e hídrica el proceso fotosintético se ve favorecido, lo que contribuye al crecimiento del fruto.

No obstante, cuando las temperaturas ambientales se alejan de la óptima, los árboles frutales han demostrado tener una cierta capacidad de aclimatación basada en una compensación y reajuste de procesos fisiológicos tales como respiración, transpiración, transporte de nutrientes, etc. Estas rectificaciones presentan un costo de energía que será restada a la producción de tejidos en el fruto y a características como color, sabor, etc.

Cuando las temperaturas se alejan del óptimo, la influencia de otros factores limitantes se incrementa. Altas temperaturas asociadas a bajos tenores de agua en el suelo reducen la capacidad de refrigeración de la planta a través de la transpiración y por lo tanto la posibilidad de aclimatación.

❖ **Luz:** la productividad de un monte frutal depende de la eficiencia de la absorción de la luz y la distribución de los carbohidratos. La intercepción de la luz está determinada por la cantidad y disposición de las hojas, el modo de conducción, el marco de plantación, la orientación de las filas y la latitud del lugar.

El sombreado limita la capacidad fotosintética de las hojas. Se ha observado que los frutos cercanos a las hojas bien iluminadas son más grandes y tienen mayores probabilidades de alcanzar su potencial de crecimiento. Las hojas de los dardos, localizadas cerca del fruto, cumplen un rol relevante para las etapas tempranas del desarrollo del fruto en la estación de crecimiento.

El sombreado afecta también el desarrollo reproductivo del año, la formación de flores y el cuaje de los frutos del año siguiente. La diferenciación de las yemas de flor no se produce con niveles

de luz inferiores al 10% ó 30% de la luz disponible. Aunque ocurra la diferenciación, la calidad de la yema, el tamaño de la bolsa o del dardo y el cuaje del fruto dependen en forma proporcional de la cantidad de luz directa recibida.

Para incrementar la producción es importante maximizar la intercepción lumínica temprana en la estación de crecimiento.

❖ **Viento:** el viento influye negativamente en el crecimiento del fruto porque afecta la temperatura de la planta, y la pérdida de agua daña tejidos a través de la deshidratación y la fricción mecánica. Vientos moderados pero continuos y altas temperaturas aumentan la tasa de transpiración de las hojas, lo que ocasiona un déficit hídrico a nivel celular. En estas condiciones, el movimiento de agua a los frutos disminuye y provoca una merma en la tasa de crecimiento. El viento también provoca plegado de hojas y daños a nivel epidérmico que alteran la capacidad fotosintética.

❖ **Poda:** a través de esta práctica se busca aumentar la intercepción y distribución lumínica en el árbol y por lo tanto afectar el tamaño del fruto y maximizar el potencial productivo de la planta. La poda invernal permite controlar el vigor del árbol y mejorar la distribución y disponibilidad de reservas nutricionales. La reducción parcial de las ramas del año durante el verano no afecta el rendimiento general, pero si es muy severa disminuye el tamaño de los frutos al modificar la superficie foliar fotosintéticamente activa.

❖ **Raleo:** en general, un raleo temprano en la estación de crecimiento incrementa el tamaño de los frutos no raleados debido principalmente a que se estimula una mayor cantidad de células en el fruto. Esta práctica también es importante en etapas posteriores ya que mejora la relación hoja-fruto al disminuir la carga frutal, optimizando la distribución de nutrientes y atenuando la competencia.

❖ **Fertilización:** el crecimiento del fruto no puede progresar sin los nutrientes necesarios para producir los componentes químicos de la planta. La deficiencia de un elemento esencial afecta el crecimiento de la planta y por lo tanto del fruto.

➤ **Riego:** la fase de elongación o extensión celular se caracteriza por una alta tasa de crecimiento debida a la acumulación de agua y sustancias hidrocarbonadas en las células. Por estas razones, durante esa fase es notable el aumento de volumen y peso del fruto y es fundamental la disponibilidad de agua y la capacidad fotosintética de la planta. En ensayos de riego se ha observado una disminución del tamaño del fruto cuando se realiza un estrés hídrico entre los 42 y 188 días después de plena floración. Evaluaciones regionales indican un crecimiento compensatorio del fruto en los tratamientos en los que son regados después de un déficit hídrico realizado durante los 60 a 70 dpf, alcanzando el fruto tamaños finales similares a aquellos que no han recibido restricciones hídricas.

5.2. RALEO

En el cultivar Williams es importante disponer, al inicio de la cosecha, de una elevada proporción de frutos con tamaños apropiados a los requerimientos comerciales. El manejo tradicional de la cosecha que se realiza en la región, efectuando varias “pasadas” seguidas de un riego para incrementar el tamaño de los frutos, incrementa los costos y sin dudas se verá agravado en el futuro. Además, se deteriora la calidad de la producción por el avance de la madurez de los frutos recolectados en las últimas “pasadas”. Apuntar a realizar la cosecha en dos “pasadas” debería ser considerado como una meta de máxima. Al escenario descrito se suma la concurrencia en las plantas de empaque, a fines del mes de enero, de importantes volúmenes de manzanas Royal Gala y otros clones mejorados, lo que complica sustancialmente su manejo.

En la fruticultura actual, los programas de raleo de frutos son de vital importancia para la obtención de fruta de alta calidad que permita al productor competir en el mercado internacional.

El raleo remueve parcialmente las fuentes de giberelinas (semillas) que previenen la formación de yemas de flor. Eliminando una parte de las flores y los frutos se logra incrementar el tamaño de los frutos restantes y aumentar la relación de hojas por fruto, que debería ser de 30 a 40. También se mejora la exposición de los frutos a la luz y se logra

una nutrición adecuada, se reduce el daño por enfermedades y plagas y se mejora la distribución del peso en la estructura del árbol.

El raleo puede ser efectuado en forma manual o química. Utilizar productos químicos es el método más simple para hacer el trabajo en un corto período de tiempo y ahorrar mano de obra. Estos productos provocan abscisión, lo que altera la fisiología de la planta y el resultado productivo.

Los mayores efectos se logran con un raleo temprano en la estación de crecimiento, ya que se estimula la división y alargamiento celular y se obtienen frutos más grandes. Cuanto más tardíamente se realiza el tratamiento, menor es su efecto. La eliminación de frutos más chicos mejora el calibre porque reduce la competencia y aumenta el desarrollo de los frutos remanentes, además de evitar la presencia de frutos pequeños en la cosecha.

5.2.1. Raleo manual

El raleo de frutos se efectúa apuntando principalmente a dos fines:

- 1.- Equilibrar la relación hojas/frutos cuando el “cuaje” es muy alto y se observa una exagerada cantidad de frutos en relación a la cantidad de hojas. En este caso el raleo manual permitirá que las hojas alimenten en forma apropiada los frutos remanentes y estos puedan crecer con normalidad, de acuerdo con la tasa de crecimiento de esta variedad.
- 2.- Racionalizar la cosecha al eliminar temprano en la primavera los frutos deformados, manchados y los de tamaño pequeño que no van a llegar a alcanzar el tamaño mínimo requerido a nivel comercial. De este modo se facilita la cosecha y se reducen los costos.

En la programación del raleo manual de Williams es posible utilizar la información generada por el seguimiento sistemático de las curvas de crecimiento de los frutos. Considerando los factores internos y externos que condicionan el patrón de crecimiento, y recordando que en general los frutos que desde el inicio de la curva son grandes llegan a cosecha con tamaños mayores, es posible seleccionar en una etapa temprana del ciclo productivo los frutos que alcanzarán los tamaños de interés comercial para el productor.

Tabla 5.1. Tabla de raleo para pera Williams en función de los tamaños comerciales (TC) de los envases de empaque más utilizados

Envase: STD 18,2 Kgs.

[Días posteriores a Plena Floración]

TC	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
60	33.1	36.3	39.7	43.2	46.9	50.7	54.5	58.4	62.4	66.3	70.1	73.9	77.6	81.2	84.6	87.8	90.2
70	32.0	35.0	38.2	41.4	44.8	48.3	51.9	55.5	59.2	62.8	66.4	70.0	73.5	76.8	80.1	83.2	86.1
80	31.4	34.2	37.1	40.2	43.4	46.7	50.0	53.4	56.9	60.3	63.7	67.1	70.4	73.7	76.8	79.8	82.7
90	30.2	32.9	35.7	38.7	41.7	44.9	48.1	51.4	54.6	57.9	61.2	64.4	67.6	70.7	73.7	76.5	79.3
100	29.1	31.7	34.4	37.2	40.1	43.1	46.2	49.3	52.4	55.6	58.7	61.9	64.9	67.9	70.8	73.5	76.2
110	27.9	30.3	32.9	35.7	38.5	41.4	44.4	47.4	50.5	53.6	56.7	59.7	62.8	65.7	68.6	71.3	74.0
120	26.8	29.2	31.8	34.5	37.3	40.2	43.2	46.1	49.2	52.2	55.1	58.1	60.9	63.7	66.4	68.9	71.3
135	26.1	28.5	31.1	33.7	36.4	39.2	42.0	44.9	47.8	50.6	53.4	56.2	58.8	61.4	63.8	66.1	68.3
150	24.4	26.7	29.1	31.6	34.2	36.9	39.6	42.4	45.2	48.0	50.8	53.5	56.2	58.7	61.2	63.6	65.8
165	24.0	26.2	28.6	31.0	33.5	36.1	38.8	41.4	44.1	46.7	49.4	51.9	54.4	56.8	59.1	61.3	63.4

días que se suceden con posterioridad a la fecha de plena floración. Estos diámetros se encuentran referenciados en las filas de la tabla a tamaños comerciales de frutos recolectados en la fecha oficial de sello de cosecha. En la Tabla 5.2 se aprecian las relaciones entre peso, diámetro ecuatorial y tamaños comerciales para los envases más utilizados.

Envase: SAF 15 Kgs.

[Días posteriores a Plena Floración]

TC	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
56	32.4	35.4	38.6	42	45.4	49	52.7	56.3	60.1	63.8	67.4	71.0	74.5	81.1	77.9	84.2	87.1
64	31.4	34.3	37.3	40.5	43.7	47.1	50.5	54.0	57.4	60.9	64.4	67.8	71.1	77.4	74.3	80.3	83.1
72	30.6	33.4	36.2	39.2	42.2	45.4	48.6	51.9	55.2	58.5	61.8	65.0	68.2	74.3	71.3	77.1	79.9
80	29.3	31.9	34.7	37.5	40.5	43.5	46.6	49.8	53.0	56.2	59.3	62.4	65.5	71.4	68.5	74.1	76.8
88	28.0	30.5	33.1	35.8	38.7	41.6	44.6	47.6	50.7	53.8	56.9	60.0	63	68.8	65.9	71.6	74.2
100	26.8	29.3	31.8	34.5	37.3	40.2	43.2	46.2	49.2	52.2	55.1	58.1	60.9	66.4	63.7	68.9	71.3
105	26.6	29.0	31.5	34.2	36.9	39.7	42.6	45.4	48.3	51.2	54.0	56.8	59.4	64.5	62.0	66.9	69.1
113	25.4	27.8	30.3	32.9	35.6	38.4	41.2	44.1	46.9	49.8	52.6	55.3	58	63.0	60.6	65.4	67.6
120	24.4	26.7	29.1	31.6	34.2	36.9	39.7	42.4	45.2	48.0	50.7	53.3	55.9	60.8	58.4	63.0	65.2

Uso de la tabla de raleo

A continuación se transcriben dos ejemplos de utilización de la Tabla 5.3 para propósitos de eliminación de frutos de escaso peso a cosecha.

Ejemplo 1:

Se desea realizar un raleo manual de frutos de pera Williams, de manera tal que aquellos frutos que permanezcan en la planta se correspondan a un tamaño igual o mayor al tamaño comercial 110 (envase estándar de 18,2 kg) en el momento del sello. Se tiene conocimiento de que la fecha de plena floración de la variedad en el monte ha sido el 27 de septiembre y la labor de raleo comienza el 20 de noviembre.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Ingresar por la fila correspondiente al tamaño comercial 110, el límite de fruto que se desea conservar en la planta.
2. Ingresar por la columna que se corresponde a los días posteriores a plena floración (DPPF) del momento de raleo. En este caso, a los 55 DPPF, producto de contar los días que se suceden entre el 27 de septiembre y el 20 de noviembre.
3. Se obtiene el diámetro ecuatorial que debe poseer un fruto medio el 20 de noviembre para llegar al tamaño comercial 110 en fecha de sello de cosecha promedio: **35,7** milímetros. Todos los frutos con diámetros inferiores a 35,7 milímetros deben eliminarse.

Ejemplo 2:

Se desea realizar un raleo manual de frutos de pera Williams, de manera tal que aquellos frutos que permanezcan en la planta se correspondan a un diámetro ecuatorial igual o mayor a 65 milímetros el 25 de enero del año por venir. Se tiene conocimiento de que la fecha de plena floración de la variedad en el monte ha sido el 27 de setiembre y la labor de raleo comienza el 20 de noviembre.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- A. Ingresar por la columna que se corresponde a los días posteriores a plena floración (DPPF) del momento de cosecha. En este caso, a los 120 DDPF, producto de contar los días que se suceden entre el 27 de septiembre del corriente año al 25 de enero del año siguiente.
- B. Localizando el diámetro ecuatorial buscado, regresar en la fila que lo contiene hasta los 55 DDPF, el equivalente de días después de plena floración del momento de raleo.
- C. Se obtiene el diámetro ecuatorial que debe poseer un fruto medio el 20 de noviembre para llegar a un diámetro de 65,8 milímetros el 25 de enero del año por venir: **31,6** milímetros. Todos los frutos con diámetro inferior a 31,6 milímetros deben eliminarse.

Tabla 5.3: Tabla de raleo

		[Días Posteriores a Plena Floración]																	
TC		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
60																			
70																			
80					2														
90																			
100																			
110	1				35.7											65.7			
120																			
136																			
150					31.6														65.8
165																			

5.2.2. Raleo químico

En perales, la práctica de raleo químico es menos utilizada en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Los raleadores comúnmente empleados en manzanos tienen un efecto muy reducido, como el Ácido Naftalenacético (ANA), o directamente no tienen efecto, como el caso del Carbaryl. Como alternativa, la 6-Benciladenina (BA) presenta una posibilidad de raleo en peras, ya que puede ser aplicada días después de plena floración, lo que permite programar estrategias fuera del período crítico de incidencias de heladas tardías.

La BA puede aplicarse en concentraciones entre 100 y 150 ppm a frutos de hasta 14 mm de diámetro en perales cv. Williams, o también se pueden realizar aplicaciones repetidas de 75 o 50 ppm a los 7 y 14 mm de diámetro de fruto. Con estos tratamientos se obtiene un importante efecto raleador y un aumento en el calibre de los frutos.

Las temperaturas luego de las aplicaciones de BA son un factor determinante para lograr un raleo efectivo. Los mejores efectos se obtienen con temperaturas máximas mayores a los 20°C en los días posteriores a la aplicación. Por lo tanto, es importante conocer el pronóstico del tiempo antes de realizar los tratamientos, y esperar a que se produzcan las temperaturas adecuadas.

Experiencias regionales de aplicación de azufre, polisulfuro y urea en perales Williams en plena floración no fueron eficientes en el raleo de frutos, a pesar de utilizar dosis sumamente elevadas. Estos resultados implican que tanto el polisulfuro y el azufre pueden ser empleados en los programas fitosanitarios sin ningún efecto raleador, o en el caso de la urea, para aumentar el calibre de los frutos por el aporte nutricional de nitrógeno.

Un efectivo raleo químico reducirá los costos (tiempo y mano de obra) en esta tarea cultural. También la utilización de productos y dosis no tóxicos para el medio ambiente, plantas, animales y personas constituye una ventaja importante, en especial en programas de producción de fruta integrada.

Para un uso sustentable de los diversos productos del mercado es necesario analizar distintos “programas de raleo” combinando diferentes productos, dosis y momentos de aplicación, además de un complemento con raleo manual.

5.3. CAÍDA DE FRUTOS DURANTE LA COSECHA

La ocurrencia de fuertes vientos y temperaturas elevadas antes o durante la cosecha puede ocasionar un grave riesgo por la caída natural de los frutos. Si bien la práctica de raleo de frutos tiene entre sus beneficios acortar el tiempo de cosecha al concentrarse ésta en pocas “pasadas”, la coincidencia con los factores climáticos mencionados hace necesario el uso de reguladores del crecimiento que actúan temporalmente sobre la zona de abscisión del pedúnculo con la estructura fructífera, evitando la caída prematura del fruto.

El Ácido Naftalenacético (ANA) y sus sales comienzan a ejercer su efecto luego de 2 a 3 días después de ser aplicados, y mantienen un poder residual de aproximadamente 15 días. Para este compuesto químico, si la cosecha se prolonga se podría repetir su aplicación. La dosis recomendada de ANA es de 10 mg/l (10 ppm) de principio activo. Por ejemplo: en productos comerciales formulados al 20% de ingrediente activo se utilizarán entre 5 y 6 gr del formulado comercial cada 100 l de agua. Si el formulado comercial es de 80 % de ingrediente activo, serán utilizados 1,25 gr /100 l de agua.

Los productos a base de Diclorprop no deben ser utilizados, porque provocan al año siguiente de su aplicación la maduración anticipada en la zona del cáliz de los frutos.

Finalmente, debe ser tenido en cuenta que estas sustancias pueden retener la caída del fruto, pero no frenar su proceso de maduración.

El producto AVG (Aminoethoxivinilglicina) cuya marca comercial es ReTain™ es un inhibidor de la síntesis del etileno que retrasa la maduración del fruto y por lo tanto reduciría la caída prematura de la fruta próxima a la cosecha. Experiencias regionales aplicando este producto cuatro semanas antes de la cosecha comercial en dosis de 180 y 125 mg/l y la adición de un surfactante no lograron controlar la caída de frutos antes de la cosecha, pero sí se observó una reducción de la concentración de etileno interno en el fruto.

Como recomendación general, los bioreguladores deben aplicarse a primera hora de la mañana o al atardecer, sin viento, con condiciones de humedad relativa moderada que aseguren un secado lento. No deberán producirse lluvias en las próximas 8 horas luego de su aplicación. El volumen de agua a utilizar variará de acuerdo con el huerto frutal y el estado de desarrollo del canopeo, teniendo en cuenta que se debe obtener un mojado homogéneo de toda la planta. En general, no es recomendable mezclar en una misma pulverizadora reguladores de crecimiento con fungicidas o pesticidas.