

LA FISIOLOGIA de la MADERA FRUTAL

Walter Feucht



22 f
65

CIENCIAS AGRICOLAS

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA

Nº 1
1967

14.204
IREN

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA

F 422f
3265
c.1

PUBLICACIONES EN CIENCIAS AGRICOLAS

No. 1

1967

COMITE EDITORIAL

Luciano E. Campos, Roberto H. González

para referencia bibliográfica citar:
Publ. Cienc. Agric. Univ. Chile,
Fac. Agronomía, Santiago



La Fisiología de la Madera Frutal

3265

por

Dr. Agr. Walter Feucht

investigador en Fisiología Frutal, Es-
tación Experimental Agronómica y Pro-
fesor contratado de la Cátedra de
Fruticultura General, Escuela de Agro-
nomía, Universidad de Chile

I N D I C E

PRÓLOGO	3
INTRODUCCIÓN	4
Causas de escasa floración en árboles frutales	4
Producción óptima de frutas, flores y brotes	9
Estudio crítico sobre la producción de un huerto con buen rendimiento	11
Frutas de calidad derivan de flores de calidad	11
Distribución de la madera más valiosa en la copa del árbol	13
Brotes fructíferos del manzano	16
Los brotes frutales del peral	21
Membrillo	24
Influencia de la posición vertical y horizontal sobre la fertilidad	25
Función de la estructura del árbol con respecto a su fertilidad	29
El frutal de carozo	30
Guindo dulce (cerezo)	30
Guindo (ácido)	33
Ciruelo	34
Damasco	37
Almendro	40
Duraznero	40
La nutrición de la madera frutal	44
Nitrógeno	44
Hidratos de carbono	48
Potasio	50
Fósforo	51
Magnesio	53
Calcio	55
Distribución de las sustancias nutritivas en las frutas, brotes y yemas del manzano	55
Microelementos	56
Boro	57
Cobre	57
Manganeso	58
Hierro	58
Cinc	59
Epílogo	60
Summary	61
BIBLIOGRAFÍA	62

PROLOGO

Desde los comienzos de la fruticultura como práctica agrícola, el productor ha dedicado un interés especial a la obtención de una madera frutal de la más alta calidad. Ya durante la Edad Media, sobre todo en Francia, se publicó una serie de tratados que tenían como tema la obtención de madera frutal de óptima calidad. Más tarde especialistas alemanes se dedicaron a investigar este problema con mayor intensidad, y en tiempos más modernos, diferentes grupos han contribuido en considerable escala a la normalización y esquematización de la poda para la obtención de mejores cosechas. Además se han investigado los aspectos más diversos del problema, para la racionalización de la poda con fines económicos.

Las primeras publicaciones sobre la obtención de la madera frutal tenían como base la experiencia (recogida en el trato diario) con los árboles frutales y el aprovechamiento amplio de todos los conocimientos provenientes de las más antiguas y remotas tradiciones.

Posteriormente se comenzaron a combinar las experiencias de poda con la determinación científica del correspondiente rendimiento, para obtener datos estadísticos precisos sobre las ventajas y desventajas de los distintos métodos. Pero, a pesar de todo esto, no debe olvidarse que la cosecha depende en todo caso de una multitud de aspectos asociados a las medidas de cultivo aplicadas.

Al brote individual, objeto principal de la formación de la madera frutal, se ha dedicado en general hasta la fecha una escasa atención y todas las investigaciones referentes a este problema han sido de poco alcance. Esta escasez de datos indujo a RUDLOFF y FEUCHT (1957) a efectuar investigaciones más amplias sobre la calidad de los distintos brotes o yemas frutales.

En la Estación Experimental Agronómica

de la Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Feucht y colaboradores han continuado realizando investigaciones sobre la compleja cadena de factores que condicionan y regulan el proceso de la inducción floral en frutales de hoja caduca. Los resultados logrados hasta el momento se presentan en este primer número de Publicaciones Misceláneas, nueva contribución científica en Ciencias Agrícolas que la Facultad de Agronomía entrega al país para uso del estudioso, del técnico y del agricultor.

El objeto de la presente publicación es dar a conocer las técnicas para la obtención de la madera frutal y demostrar además que la producción de frutas de buena calidad no sólo puede valorarse cuando éstas llegan a su madurez y empiezan a ser cosechadas, sino muchos meses antes, cuando potencialmente están bosquejadas en una yema frutal y poco más tarde en un ramillete floral. Las flores, frutos en embrión, responden directamente ante los factores cultivo y clima, razón por la cual deben tenerse amplios conocimientos sobre los distintos procesos fisiológicos que ocurren, a fin de ayudar al árbol a cumplir con su función de formador de frutos.

Publicaciones de Ciencias Agrícolas de la Facultad de Agronomía se honra en salir a la luz pública siendo portadora de tan importante trabajo científico. Esperamos que el presente y próximos aportes contribuyan al desarrollo de las ciencias agronómicas y consecuentemente a un engrandecimiento de la agricultura nacional.

ROBERTO H. GONZÁLEZ, Ing. Agr. Ph. D.
Jefe

Estación Experimental Agronómica

Maipú, diciembre, 1966.

INTRODUCCION

La producción frutal depende de una serie de factores entre los cuales debe considerarse, entre otros, el clima, suelo, tipo de cultivo y variedad. LONGLEY (1960), en un amplio estudio estadístico encontró una estrecha relación entre la cantidad de flores producidas por árbol y la cosecha. Sin embargo, esto no dependerá sólo de la cantidad de flores, sino que también de su calidad (FEUCHT, 1955). Ya en 1917, HEINICKE en un estudio sobre manzanos señala que la capacidad productiva de la flor depende del vigor del dardo y brote que dará origen a ella.

Es entonces la estructura básica o armazón del árbol el que influirá en la capacidad productiva de la madera frutal. El objetivo de la poda es obtener, regulando esta estructura, un árbol de alta capacidad de producción.

Las especies frutales se caracterizan por poseer diferentes hábitos vegetativos, lo que conduce a una forma típica de fructificar. Este trabajo pretende describir y señalar para la mayor parte de las especies la madera que poseerá la mejor calidad frutal. Estos conocimientos ayudarán al fruticultor en la formación de árboles vigorosos con copas llenas de brotes altamente productivos.

Un factor importante para la obtención de una buena madera frutal es la nutrición armónica de ramas y ramillas. La intervención de los nutrientes minerales en los procesos de la inducción floral y de la fructificación es multilateral y compleja. Se ha pretendido en este estudio además, hacer un análisis de la importancia de cada uno de los minerales que intervienen en dicho metabolismo.

CAUSAS DE LA ESCASA FLORACION EN ARBOLES FRUTALES

Floración débil por interferencia entre los períodos de la formación de la flor y de la fruta

Muchas plantas de cultivo, como cereales y otras, florecen regularmente cada año. Existe una secuencia o cadena de procesos bien precisa que no permite la interferencia de una etapa con otra. Así, por ejemplo, el trigo germina, forma tallos, después yemas y espigas en un proceso consecutivo. En cambio en los

árboles frutales, el ritmo que induce la formación de flores coincide temporalmente con la formación de brotes y frutas. La formación de frutas o fructificación puede influir sobre el metabolismo de las yemas jóvenes de tal modo que puede afectar e incluso inhibir la floración de la próxima temporada.

El desarrollo estructural de los distintos órganos que conformarán la flor en la próxima primavera comienza en las pomáceas normalmente a fines de diciembre, FEUCHT y ARANCIBIA (no publicado), pero los procesos metabólicos que provocan la floración han comenzado ya en semanas anteriores.

Es evidente que el período de la inducción floral (fines de noviembre hasta fines de diciembre) es mucho más importante que el período siguiente de formación de los distintos órganos de la flor, pues este último proceso, una vez comenzado, no se interrumpe sino a causa de condiciones de insuficiencia muy extremas. Noviembre y diciembre, los meses críticos de la determinación floral, coinciden en las pomáceas con los meses del crecimiento vigoroso de la fruta. En la figura 1 se aprecia que en los frutales de pepa el desarrollo de los frutos de la temporada interfiere considerablemente con el período de formación de yemas que en la próxima primavera darán origen a flores, y por lo tanto es frecuente encontrar muchas especies de pomáceas que muestran una floración anual muy irregular.

En la fruta de carozo, la inducción floral comienza, según la especie y variedad frutal, a fines de diciembre y durante enero, o sea, en una época en que ya termina o está por terminar la cosecha de la fruta. Por lo tanto los períodos de desarrollo de frutos y de formación de yemas frutales se entrecruzan en forma menos pronunciada (Fig. 1). Los cerezos, ciruelos, damascos y durazneros son, por regla general, más perseverantes o constantes en su floración anual que las pomáceas.

Posición de la fruta en la rama y su influencia sobre la floración

Las pomáceas, generalmente poseen brotes jóvenes cortos que teóricamente debieran producir flores y se ubican en el centro frutal por debajo de los frutos. Sin embargo, en los árboles frutales, el órgano físicamente más desarro-

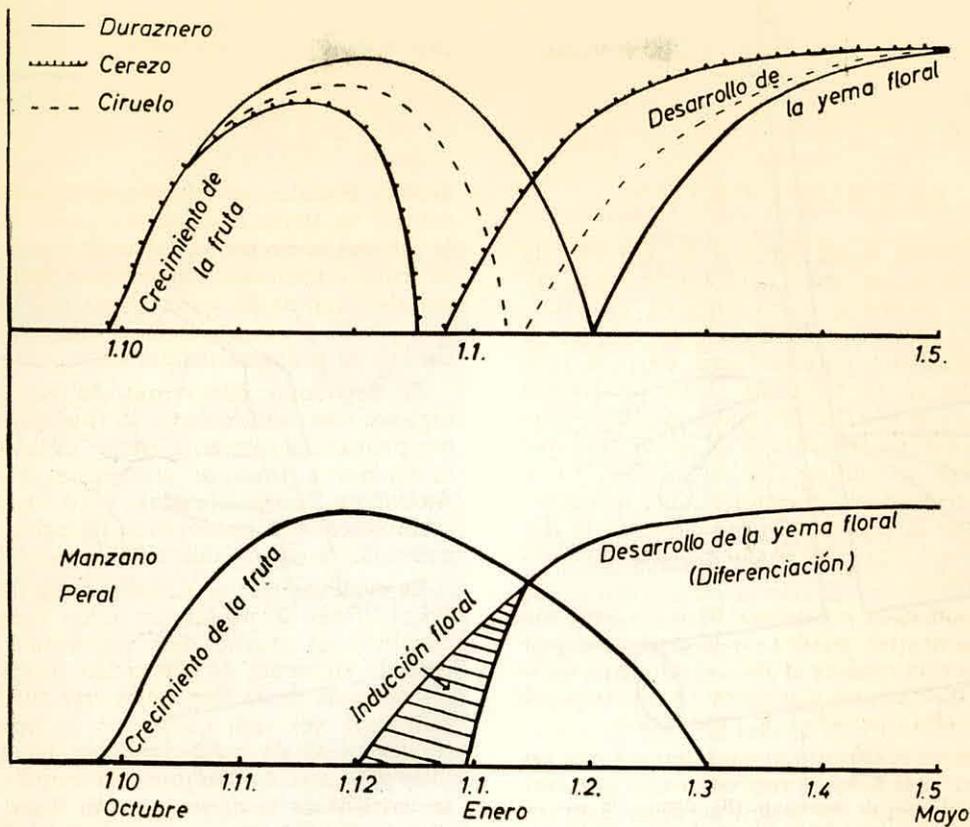


Figura 1. Esquema de los períodos de desarrollo de frutas, inducción y diferenciación floral en árboles frutales. Ambos períodos se cruzan en el caso de las pomáceas, pero no en el caso de las prunoideas. El sector correspondiente al mes de diciembre muestra el período de inducción floral, el sector siguiente corresponde a la diferenciación floral y, por último, se abren las flores en la primavera

llado tiene, por regla general, mayor fuerza competitiva que un órgano menos desarrollado. Es esta la causa de que la fruta del manzano, por ejemplo, inhiba el crecimiento de la yema la cual en vez de producir flores, sólo produce pequeñas hojas en la mayoría de los casos (Fig. 2).

Hay varios trabajos sobre el efecto inhibitor de los órganos de mayor desarrollo en árboles forestales y arbustos herbáceos. En los estudios de KOSŁOWSKI (1964) se encuentran amplios datos al respecto.

En los frutales de carozo, con mayor facilidad para producir flores que las pomáceas, las yemas jóvenes quedan dispuestas en la zona distal de la ramilla por encima de los frutos (Fig. 2). La fruta se encuentra, en estos casos, lateralmente en un brote de un año. Por encima de este brote y a partir de la yema terminal se desarrolla entonces el brote joven que, a su vez, producirá flores. Estos fenómenos se describen para todas las especies de fruta de carozo, FEUCHT (1961).

Otros ejemplos de deficiencia en la formación de flores en pomáceas a causa de la inhibición de la yema

En la figura 3 se muestran dos extremos de un brote que ha fructificado el año anterior. A causa de esto se ha hinchado la bolsa o centro de producción. Los dos brotes cortos laterales crecieron bajo la influencia inhibitor de la fruta y formaron solamente yemas foliares.

En cambio, en el otro brote (Fig. 4), la flor o la fruta joven se desprendió muy temprano, a causa de lo cual quedó anulado el efecto inhibitor pudiendo formarse yemas florales.

Tal como la fruta, los brotes de fuerte desarrollo pueden ejercer un efecto inhibitor sobre yemas vecinas. Impiden entonces la formación de una flor. Este caso se presenta en brotes largos de un año en muchas especies de frutales de pepitas.

Cuando los extremos de estos brotes o dardos se ven debilitados a causa, por ejemplo,

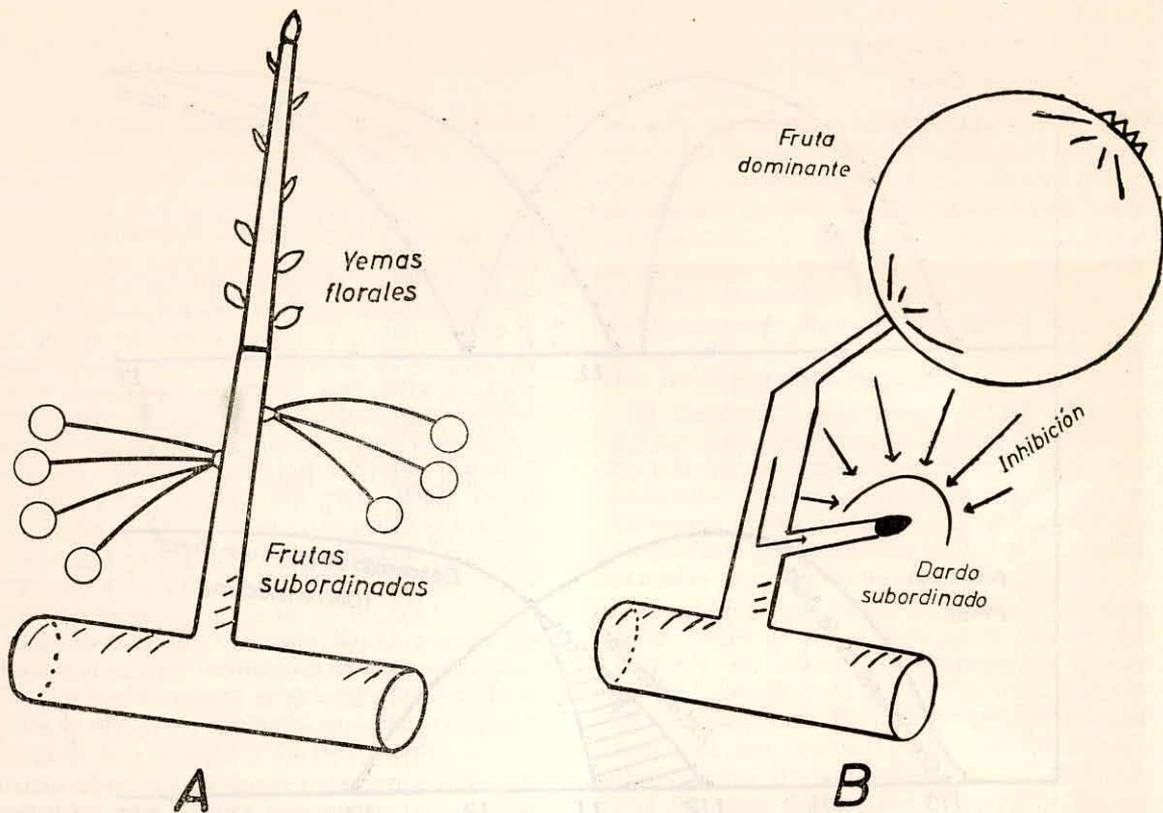


Figura 2. Dardo de manzano (B) dominado por la fruta. Se desarrolla una yema vegetativa. En el caso de amigdaláceas las flores están ubicadas sobre los frutos (A) y se produce todos los años floración más regular

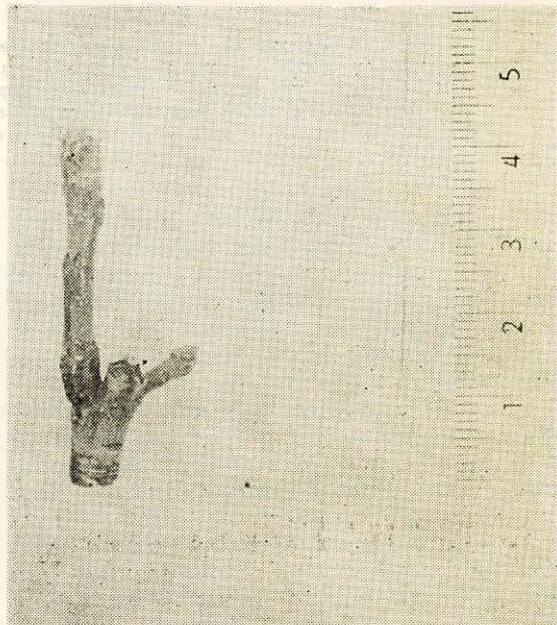
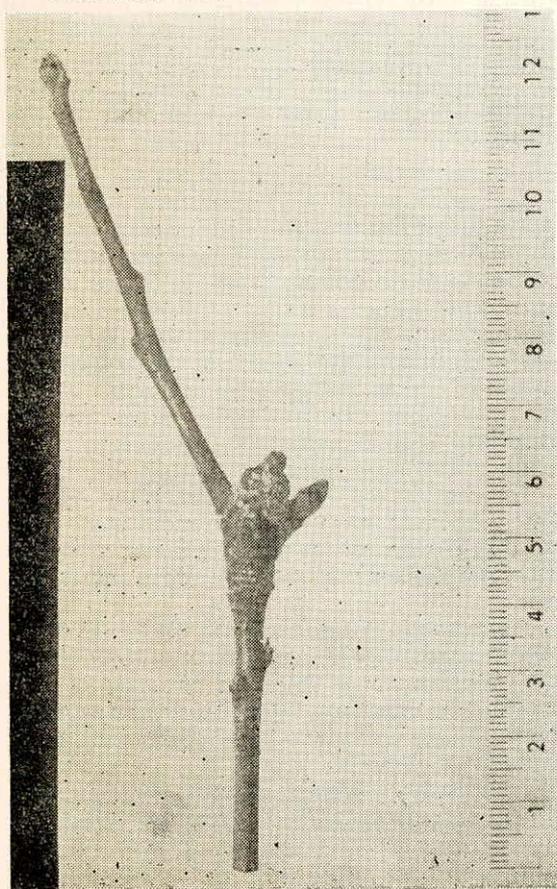


Figura 4. Extremo de una ramilla que no fructificó el año anterior. No hubo dominancia apical y las yemas son fructíferas

Figura 3. Ramilla con bolsa de producción que tuvo fruto el año anterior; por eso los brotes cortos llevan sólo yemas vegetativas

de alguna enfermedad, existe la posibilidad de estimular las yemas laterales de los brotes de un año para que produzcan flores en mayor escala (Fig. 5).

NASR y WAREING (1961) exponen que, en Grosella Negra, la floración está asociada a un debilitamiento de la yema terminal, acompañado simultáneamente de una activación de

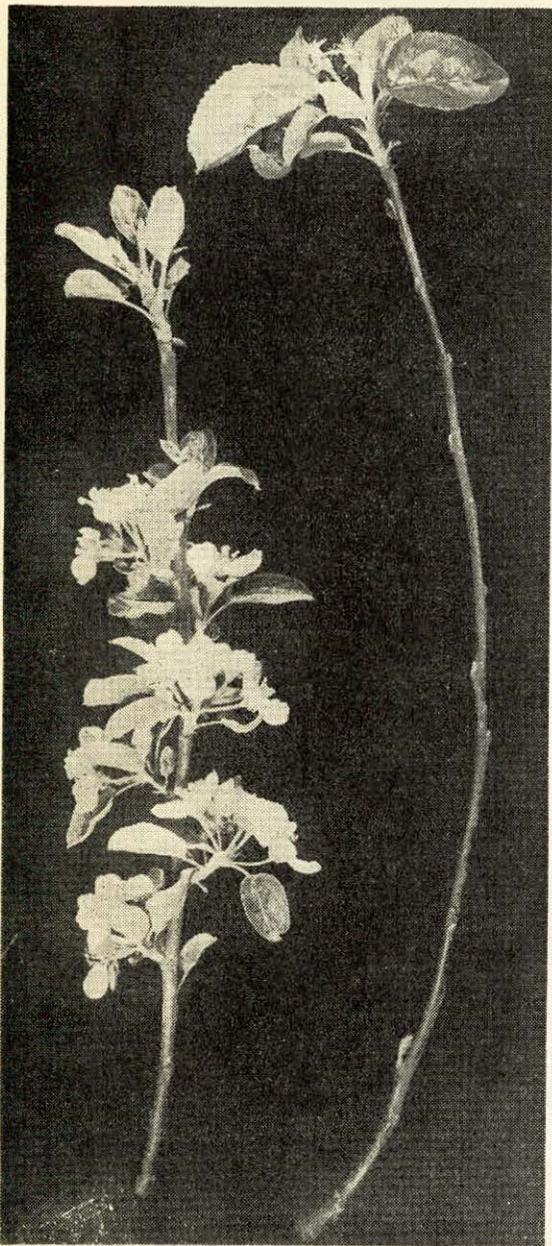


Figura 5. Ramilla de manzano infectada por *Podosphaera leucotricha* (lado izquierdo). La punta de la ramilla se encuentra debilitada y como consecuencia se estimula la producción de flores laterales. Como comparación (lado derecho) hay una rama sana. La punta presenta dominancia apical y en consecuencia no hay flores laterales

las yemas laterales. Esto hace que sólo las yemas laterales relativamente vigorosas de la grosella sean abundantes en flores (LENZ, 1961).

Eliminación de la inhibición para producir yemas florales al disminuir la dominancia apical

Los árboles jóvenes tienen normalmente una enorme potencia para desarrollar sus extremidades, es decir, su desarrollo anual es extraordinariamente vigoroso. Este fenómeno causa la inhibición proporcionalmente fuerte de las yemas que se encuentran cerca de la base y, por lo tanto, éstas no llegan a florecer.

En cambio, donde este crecimiento de las extremidades es casi nulo, tal como sucede por ejemplo en árboles atacados de enfermedades o insectos, o debilitados por otra causa, queda eliminado también el efecto inhibitorio sobre las partes básicas del árbol. Las yemas terminales de los brotes cortos se desarrollan con mayor vigor y tienen, en consecuencia, mayor capacidad de floración. Como se ve, existe una interdependencia entre las extremidades y las partes básicas de las ramas (Fig. 6).

Casos como éstos despertaron en generaciones de fruticultores la idea que un desarrollo débil o un crecimiento escaso de la planta constituía la clave para lograr una profusión o abundancia de flores. Se creía que la poda de las raíces, el descortezamiento en forma de anillos, el estrangulamiento, el deshoje y otros maltratos podrían debilitar el crecimiento en beneficio de un mayor rendimiento frutal.

Hay que tener presente que un desarrollo débil de toda la copa del árbol causará en el curso de los años una decrepitud o un envejecimiento de toda la madera frutal. En árboles jóvenes, las ramas guías o principales tienen que tener siempre un crecimiento vigoroso, lo que no excluye que simultáneamente existan ramas fructíferas de menor crecimiento que puedan producir una cosecha más temprana.

TSELUIKO (1964) obtuvo en un manzano, por despunte de los brotes largos, un adelantamiento de la fase de floración, pues logró anular de este modo el efecto inhibitorio de las puntas de los brotes.

Resultados similares obtuvieron BATJER, WILLIAMS y MARTIN (1964) en manzanos muy desarrollados. Por medio de la pulverización con el agente inhibitorio B 995 pudieron retardar el crecimiento y obtener así una floración más abundante. El mismo resultado lograron BUKOVAC, EDGERTON y HOFFMANN (1963) con el inhibidor "TIBA".

El efecto inhibitorio de la fruta sobre la floración se propaga en dirección descendente en el brote,

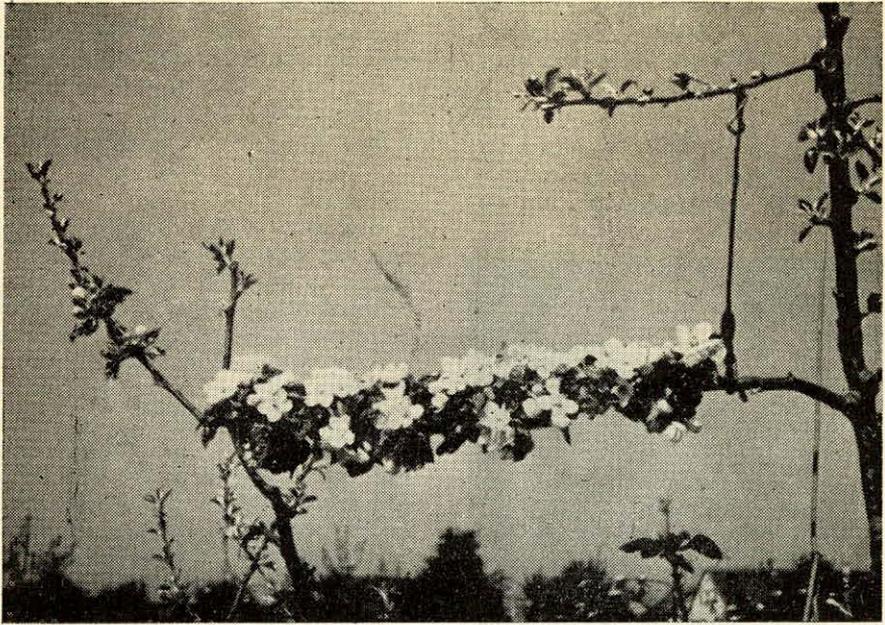


Figura 6. Rama de manzano con crecimiento débil. La dominancia apical es escasa; en consecuencia, tiene gran número de flores

FULFORD (1962) describe en forma muy detallada y clara el efecto inhibitor sobre la floración causada por la fruta. A través de varios experimentos de raleo llega a la conclusión de que la fruta ejerce un efecto inhibitor muy pronunciado hacia abajo, lo que a su vez conduce a la formación de yemas foliares.

Todos los demás botones o yemas que se encuentran por encima de la fruta, o sea, más hacia la punta del brote, son yemas florales, especialmente en las ramas de dos e incluso de un año. Los experimentos de FULFORD, confirman, por lo tanto, la irrefutable constancia y superioridad de la floración especialmente en el ramaje de uno y de dos años.

La figura 7 muestra, desde arriba hacia abajo, lo siguiente:

Si se ralean totalmente las ramas sólo en su mitad inferior (izquierda de la figura) y se deja en la mitad superior una abundante carga de frutas, se desarrollan muy pocas flores en la próxima temporada.

Si, en cambio, se ralea sólo la mitad superior, al año siguiente se formarán muchas flores en esta misma sección de la rama, es decir el efecto inhibitor de las frutas no asciende por el brote.

Por otra parte, si se ralea sólo la mitad inferior de una rama y se circunda la rama en el centro, se producirán al año siguiente muchas flores en la parte inferior de la rama. A

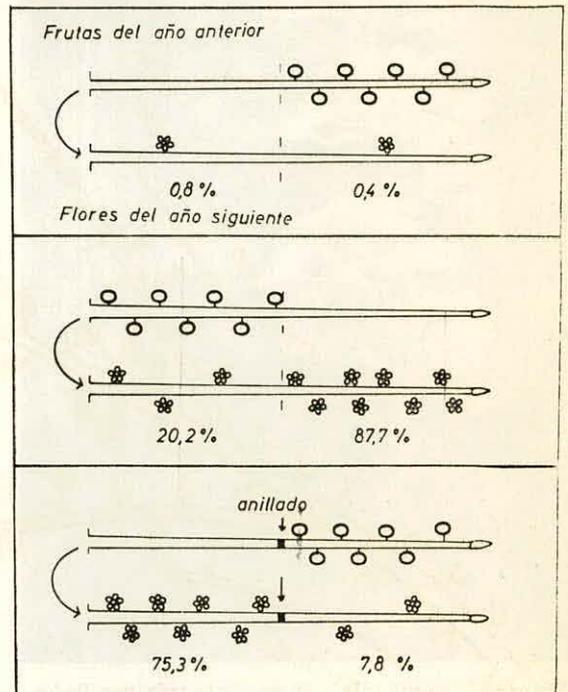


Figura 7. Demostración de los experimentos de raleo de FULFORD. Se pone de relieve que la inhibición de la inducción floral solamente se produce hacia abajo, por eso se encuentran, en general, menos flores en las partes más viejas de las ramas

causa de la circuncisión, el agente inhibidor procedente de las frutas no puede desplazarse hacia abajo. Aún no se sabe de qué agentes, sustancias o elementos se trata, pero se sabe que aquellos que fomentan el crecimiento se mueven preferentemente en dirección descendente (GREGORY y HANCOCK, 1955). Se supone que algo similar sucede con otros elementos reguladores.

Los experimentos de FULFORD demuestran claramente que los brotes más jóvenes de uno y dos años son de la mayor importancia para la productividad del manzano no importa dónde se encuentren ubicados. Por lo tanto, el crecimiento del árbol tiene que ser bastante fuerte para que siempre exista una cantidad suficiente de material joven capaz de producir flores. Por esta misma razón deben sacarse del árbol todas aquellas partes de la rama que ya produjeron y cargaron frutas en repetidas cosechas y que acusan una débil florescencia.

PRODUCCION OPTIMA DE FRUTAS, FLORES Y BROTES

Equilibrio fisiológico del árbol

Cada especie frutal se caracteriza por una capacidad de producción particular óptima de frutas y flores y de un ritmo especial de crecimiento.

to. Cosechas máximas que sobrepasan esta productividad desequilibran la potencia productiva y el crecimiento, produciéndose así cosechas irregulares. El esquema de producción de flores y frutas sigue en general un proceso como el indicado en la figura 8.

Las condiciones locales, es decir, el suelo y el clima, influyen poderosamente sobre el rendimiento óptimo obtenible. Cada región presenta un nivel productivo óptimo típico para las distintas especies y variedades de frutales. La condición óptima en relación al rendimiento, floración y brotación se manifiesta a través de cosechas abundantes y regulares año a año. La misión del fruticultor práctico consiste en tratar a sus árboles frutales de tal forma que, bajo las condiciones locales existentes, produzcan cosechas altas, continuas y parejas.

La floración puede sufrir también a causa de la formación excesiva de brotes, aunque esto es menos inhibitorio que un exceso de carga frutal. La brotación excesiva se debe generalmente a la abundancia de N (nitrógeno). EMBLETON y sus colaboradores (1959) exponen que si el contenido de nitrógeno en hojas de palto excede del 1,8%, la cosecha disminuye. Manzanos con un crecimiento excesivo forman pocas flores (MARCELLE y SIRONVAL, 1963).

FELIUS y TOORENAAR (1959) demostraron el

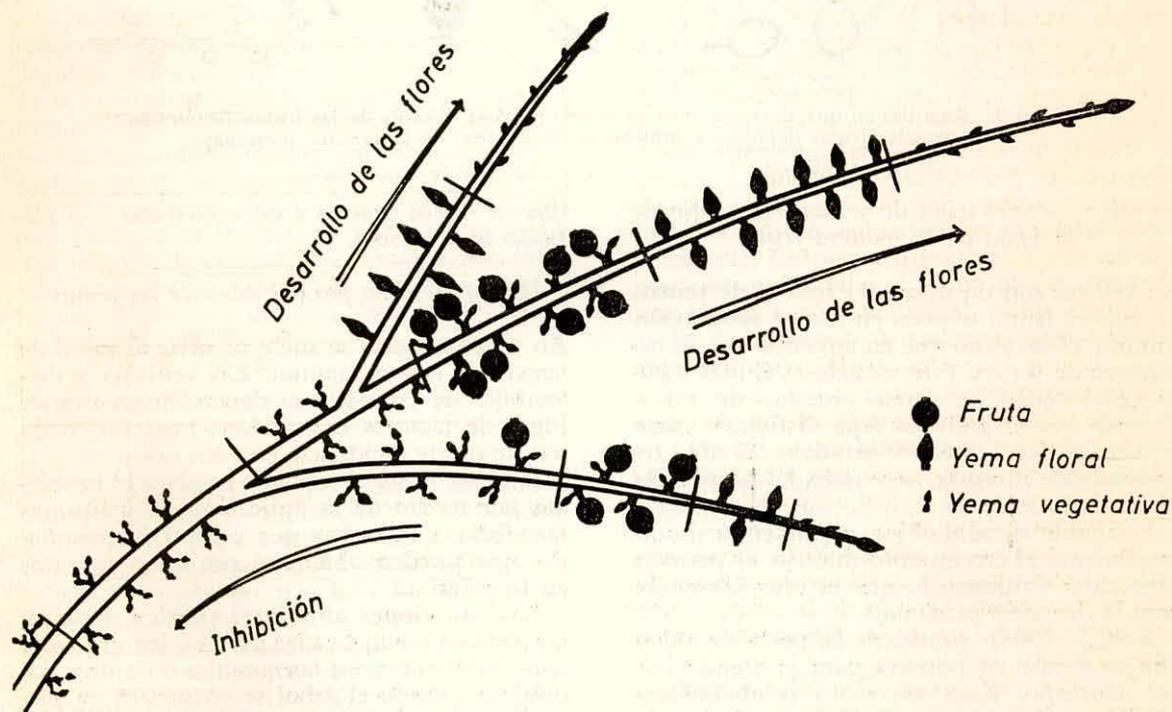


Figura 8. Desde las frutas hacia arriba se produce una floración regular y abundante. Anualmente, un crecimiento fuerte estimula la floración regular

efecto que tiene la fruta sobre la formación de brotes. Según ellos, cada kilogramo de fruta

reduce el crecimiento de los brotes en 80-90 cm. (figura 9).

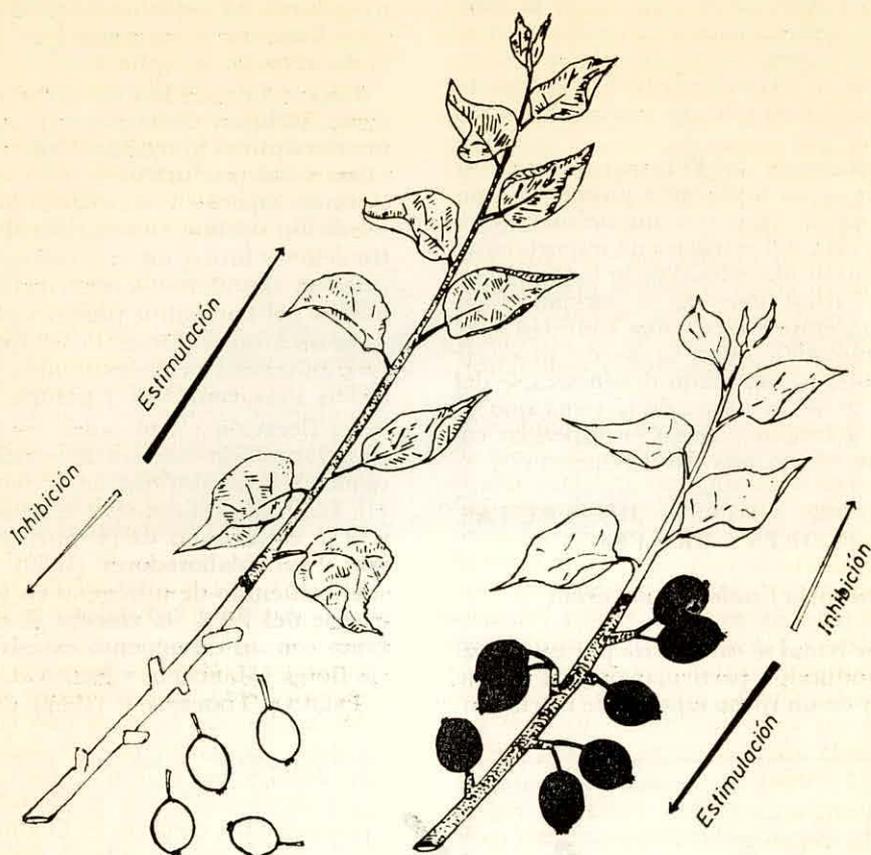


Figura 9. Ramillas en que el crecimiento en exceso provoca la caída de las frutas (izquierda); en otras las frutas dominan e inhiben el crecimiento de la ramilla (derecha)

El raleo o extirpación de yemas por medio de la poda de la madera frutal

En árboles con un número excesivo de yemas, la madera frutal se poda en mayor proporción durante el invierno que en aquellos con escaso número de yemas. Este método es el más seguro entre todos los demás sistemas de raleo, siempre que el podador sepa distinguir entre yemas florales y yemas vegetativas. Es muy recomendable eliminar, ante todo, las partes más viejas de las ramas.

Esta labor tiene el objeto de fomentar simultáneamente el crecimiento durante el período vegetativo siguiente, lo que es muy favorable para la floración próxima.

KOBEL (1954) considera la poda de raleo una medida muy positiva para la atenuación del añerismo. KOSENKO y sus colaboradores (1965) recomiendan también la regulación de la fructificación por medio de la poda. DI CRECCHIO (1963) señala también los éxitos obteni-

dos en olivos gracias a estas medidas con respecto al añerismo.

Otros métodos para el raleo de las yemas

En muchas zonas se suele recurrir al raleo de yemas en forma manual. Las ventajas y desventajas de este sistema dependen en primer lugar de factores económicos, pues los costos son de fuerte incidencia en estos casos.

Por esta razón se trata de resolver el problema por medio de la aplicación de máquinas sacudidoras. Aún hay que esperar los resultados que pueden obtenerse con estos aparatos en la práctica.

Las situaciones anteriores pueden ventajosamente ser reemplazadas por el raleo químico, aplicando sustancias hormonales o de otra naturaleza cuando el árbol se encuentra en plena floración. Pero este procedimiento rinde el resultado deseado sólo raras veces, pues para que constituya éxito no sólo se necesita bas-

tante experiencia, sino también una buena porción de suerte. Además, los efectos de la pulverización (aspersión) de raleo dependen de una serie de factores, tales como temperatura, horas de sol, humedad del aire, intensidad del viento, tamaño y cantidad de gotas, vigor vegetativo del árbol, variedad, período de floración y tamaño de la fruta. Fuera de esto quedan aún algunos puntos por aclarar en cuanto al transporte en el tejido vascular y a la función propiamente dicha de los agentes químicos usados en el raleo.

FULFORD (1960) expone que los experimentos de raleo químico rindieron muchas veces resultados insatisfactorios en Inglaterra, y sin embargo muchos otros autores se pronuncian favorablemente sobre este sistema, especialmente en EE.UU.

La naftalenacetamida ha dado buenos resultados en EE.UU. Otras sustancias producen frecuentemente reacciones secundarias indeseables y su efecto raleador depende demasiado de las condiciones ambientales. En los EE.UU. se usa el producto de valor insecticida conocido como Sevin (n-carbamato de sodio) con buen éxito (BATJER y WESTWOOD, 1960 y WILLIAMS y BATJER, 1964). Sin embargo, este mismo agente no dio ningún resultado positivo en los experimentos de GRIGGS e IWAKIRI (1962). Por otra parte, su valor insecticida lo hace muy tóxico para la abeja melífera y puede además favorecer el "russet".

Las concentraciones más usadas de naftalenacetamida son entre 20 y 75 mg. por litro de líquido. En una aplicación temprana hay que usar una concentración más débil. Si se aplica tres semanas después de finalizada la floración, su efecto es generalmente muy escaso. Sin embargo, no se ha logrado quebrar el añerismo en todos los casos de su aplicación y en varias ocasiones se ha informado sobre un desmejoramiento de la calidad de la fruta. Hubo casos en que frutas de damasco se partieron a causa de un tratamiento con ésta. FARMER, HAWKINS y ROBERTS (1958).

Estudio crítico sobre la producción de un huerto con buen rendimiento

En forma general puede estimarse la calidad y buena producción de un huerto, cuando frutas sanas, de buen tamaño y bien coloreadas asoman en abundancia por entre el frondoso follaje. Sin embargo, si se hace un estudio más minucioso para cada árbol y cada rama, se descubrirá una serie de defectos. Las llamadas zonas baldías, totalmente calvas o sólo cubiertas de follaje sin ninguna fruta, abren profundos abismos económicos en el panorama aparentemente suculento del manzanar. Puede por ejemplo calcularse que muchos árboles no lle-

gan sino al 30% de su verdadera capacidad de rendimiento, encontrándose en cambio otros árboles sobrecargados, cuyas ramas tienden a desgancharse, por crecimiento deficiente y agotamiento. Estos serán los "Frustrados" del año próximo que, habiendo perdido su equilibrio, van cayendo en forma alternativa de un extremo a otro.

Resumiendo, vemos que al fin de cuentas queda sólo un pequeño porcentaje de árboles que se encuentran en condiciones óptimas, es decir, que conservan el llamado equilibrio fisiológico.

Aun reconociendo que la fruticultura moderna tiene poco tiempo para fijarse en estas "menudencias", nos parece a veces muy conveniente analizar las causas de malas cosechas, para poder corregirlas hasta donde nos sea posible.

Para que la fruticultura nos dé un rendimiento satisfactorio es indispensable que la madera frutal y las flores que produzcan sean de la más alta calidad.

FRUTAS DE CALIDAD DERIVAN DE FLORES DE CALIDAD

Entre las numerosas flores de un árbol frutal encontraremos diferencias en su forma. Estas diferencias, son la causa que las flores tengan distinta capacidad para la fructificación. Flores débiles producirán frutas con tendencia a caer prematuramente o a producir una fruta pequeña. Un ejemplo es la fruta pequeña, de tallo largo que procede de una flor mal desarrollada (Fig. 10).

Características de la flor de calidad y de la flor de desarrollo anormal

Si las hojas que se desarrollan simultáneamente con una flor son pequeñas y débiles o extremadamente grandes y vigorosas, se trata de una yema de baja calidad. El follaje semifuerte es la característica de un desarrollo bueno y conveniente.

Pedúnculos muy largos o muy cortos indican mala calidad, los pedúnculos medianos pueden considerarse como normales.

De importancia especial es el tamaño del tallo de la flor, ya que a sus expensas se forma la fruta. Tálamos fuertes garantizan una buena fructificación (Fig. 11). Los embriones que más tarde formarán las pepitas de la manzana, al comienzo de la fructificación, fomentan el crecimiento. Tálamos muy pequeños albergan, por regla general, sólo un escaso número de embriones y, al mismo tiempo, una cantidad muy reducida de estambres, lo que lógicamente conduce a una fructificación deficiente (RUDLOFF y FEUCHT, 1957).



Figura 10. Frutas que se han desarrollado a partir de una flor bien desarrollada (derecha) y de una mal desarrollada (izquierda). Condiciones climáticas anormales y cultivos inadecuados producen con frecuencia flores mal conformadas

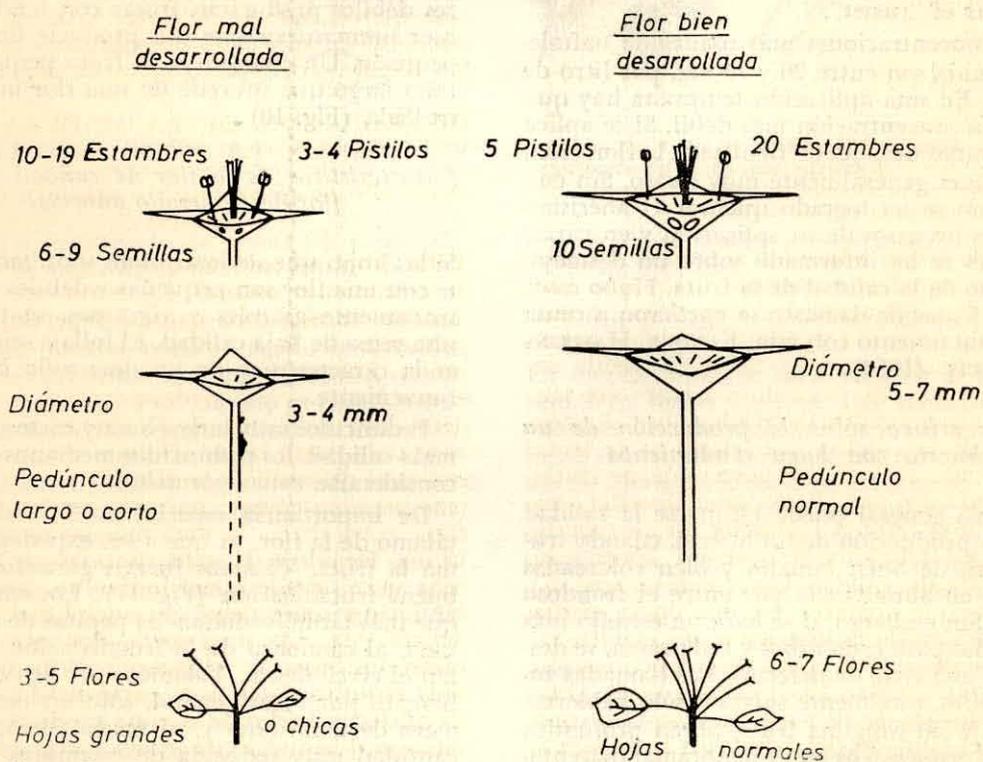


Figura 11. Esquema de flores de manzano bien y mal desarrolladas. Un crecimiento demasiado fuerte o débil favorece la formación de flores mal desarrolladas. La fertilización y el cultivo son factores que influyen más que el clima en la calidad de las flores (SILBEREISEN y FEUCHT, 1962)

En la figura 12 se muestra un ejemplar de fruta especialmente mala, procedente de una flor extremadamente deformada. Ejemplos como éste ocurren afortunadamente sólo en muy pocos casos y, por lo tanto, no se les puede atribuir ningún valor práctico.

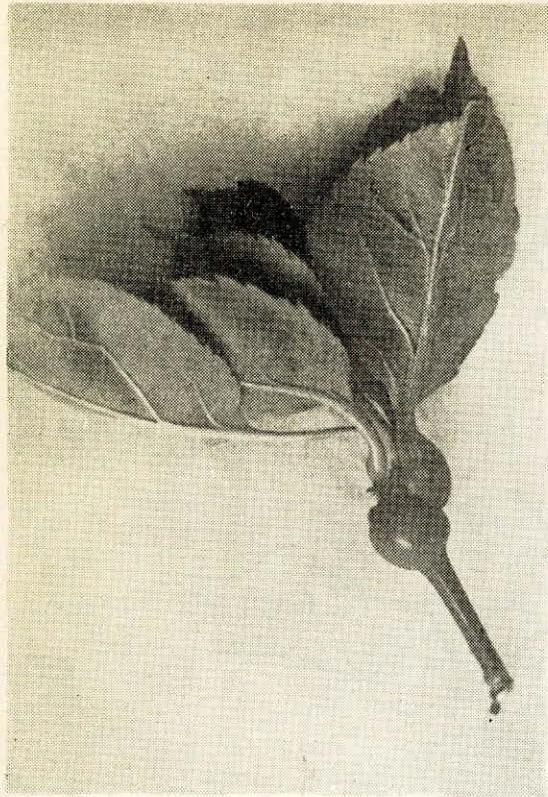


Figura 12. Máxima deformación de una fruta que deriva de una flor mal desarrollada. Un cultivo cuidadoso, sobre todo en lo referente a fertilización y poda, aumenta la calidad de las frutas

Pero de mayor importancia para la práctica son todas aquellas numerosas flores que aún merecen la calificación de "aceptables", o sea, la llamada categoría standard. Por regla general, el fruticultor práctico no se da cuenta de estos defectos, pues las deformaciones son tan pequeñas que son difíciles de descubrir. Recién después de la cosecha y al clasificar la fruta se sorprende ante el alto porcentaje de frutas tipo standard o país. Para poder cosechar una fruta de alta calidad y obtener un alto rendimiento, es indispensable que las flores sean también de alta calidad. Las "flores rezagadas", o sea, las que aparecen en una época tardía y cuyo desarrollo es deficiente, no pueden recuperarse durante la época de la fructificación (RUDLOFF y FEUCHT, 1957; LUCKE, 1958) (Fig. 13). Todos los detalles que en conjunto constituyen el cuidado del árbol, desde la fertilización hasta la poda, ejercen su influencia sobre la calidad de las flores.

WILLIAMS (1965) logró mejorar la calidad de las flores mediante fertilizaciones con nitrógeno aplicándolo hacia fines del verano y afirma que esto tiene cierta influencia sobre su capacidad de fructificación.

En realidad, el desarrollo selectivo de los distintos órganos de la flor necesita del agregado o de la formación de nuevas proteínas, de modo que es perfectamente comprensible que también en los meses de enero a marzo debe proporcionárseles la cantidad suficiente de N. La luz del sol en otoño fomenta la formación de combinaciones orgánicas nitrogenadas que más tarde emigran desde las hojas para ser absorbidas en parte por las raíces y por el tronco (BAXTER, 1965) y también por las yemas.

Para compensar la escasez de agua puede aumentarse el número de flores por yema y árbol por medio de una lluvia artificial (PACKER y colaboradores, 1963). El pistilo de la flor del olivo se desarrolla mal por falta de agua en la primavera (HARTMANN y HOFFMANN, 1963).

En otras especies, por ejemplo en el limonero, las yemas de la floración tardía se caracterizan por su reducido vigor y, según KLEIN y MONSELESE (1962) y ORTUÑO y colaboradores (1964) por un menor contenido de N. OLAND (1960) logró aumentar el contenido de N en los brotes frutales hasta abril por medio de aspersiones con uratos al 4% efectuados en marzo. Por otra parte, SALMANOV (1958) pudo aumentar el número de flores hasta un máximo de 69%, aplicando determinadas dosis de P y K a fines de febrero (grosella negra).

DISTRIBUCION DE LA MADERA MAS VALIOSA EN LA COPA DEL ARBOL

Desde la copa de crecimiento natural a la copa cultivada

Todo árbol no cultivado, desarrolla una copa de crecimiento natural. La estructura predominante en esta copa natural depende principalmente de la inhibición mutua entre los brotes. Entre dos brotes vecinos será siempre el más fuerte el que predominará sobre el más débil. El crecimiento de los brotes se orienta ante todo hacia la luz. De este modo se concentra el desarrollo y la distribución de las ramas preferentemente hacia la periferia de la copa, o sea, hacia la zona más favorecida por la luz. Debido a la gran cantidad de brotes, cada uno, mirado como individuo, tiene que ser forzosamente débil, una debilidad que le depara una vida muy corta. Por esta misma razón, los brotes en el interior de la copa son muy raquíuticos y en gran parte están muertos. El núcleo o centro de la copa produce un número muy reducido de frutas y sólo una zona muy estrecha en su periferia acusa una actividad normal.

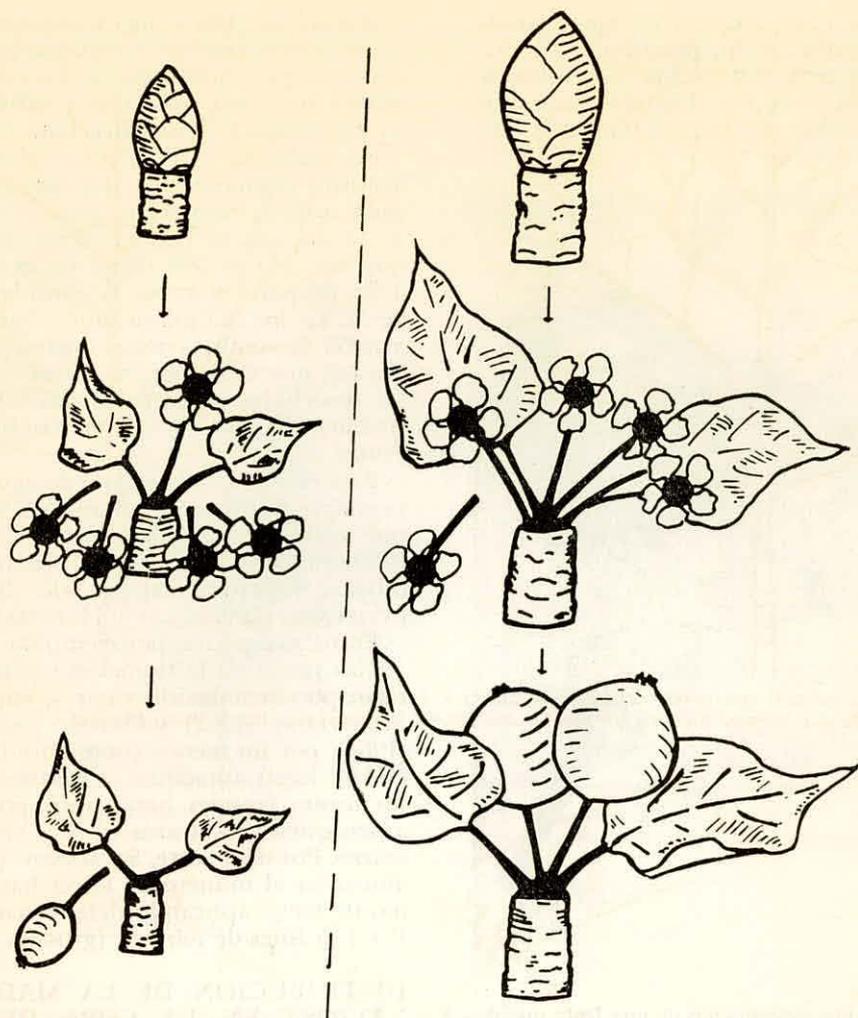


Figura 13. Una yema débil muestra una caída mayor de flores y frutas (izquierda). En cambio, una yema fuerte es capaz de retenerla (derecha).

Para una producción de fruta en escala comercial, o sea, para una fruticultura que dé un rendimiento económico satisfactorio, es evidente que una copa natural es absolutamente inapropiada.

La poda convierte la copa natural en copa de cultivo (Fig. 14), interfiriendo el principio de la inhibición mutua de los brotes. Se fomenta intencionalmente el crecimiento de determinados brotes, eliminando los demás que pudieran significar una competencia. De este modo se obtiene una estructura vigorosa. La reducción del número de brotes que contribuye al fortalecimiento de los que quedan, se emplea también en la poda de conservación y de fructificación. De esta manera se favorece la incidencia de la luz hasta el interior de la copa y se amplía considerablemente la zona más productiva del árbol.

Las zonas fértiles en la copa del árbol

Dentro de la copa puede observarse un deter-

minado ritmo de fertilidad, que se pone de manifiesto especialmente en ramas de varios años no podadas.

Por regla general, la productividad va disminuyendo desde las zonas exteriores, es decir desde las zonas más jóvenes, hacia las más viejas. Los brotes que florecen por vez primera producen el mayor número y la mejor calidad de flores y con esta potencia corre pareja una mayor capacidad de fructificación. La fuerza o capacidad de floración va disminuyendo gradualmente hacia las zonas más viejas de la copa. Lógicamente, la formación de frutas o fructificación sigue esta misma tendencia. Sólo por medio de una verdadera renovación de los brotes, partiendo desde el centro de la copa, puede compensarse la esterilidad del interior que se va haciendo más pronunciada año a año.

Muchas variedades de manzanos, perales y ciruelos dan flores terminales en brotes o dardos cortos de un año que, a su vez, se originan en el sector del brote de dos años. La fructifica-

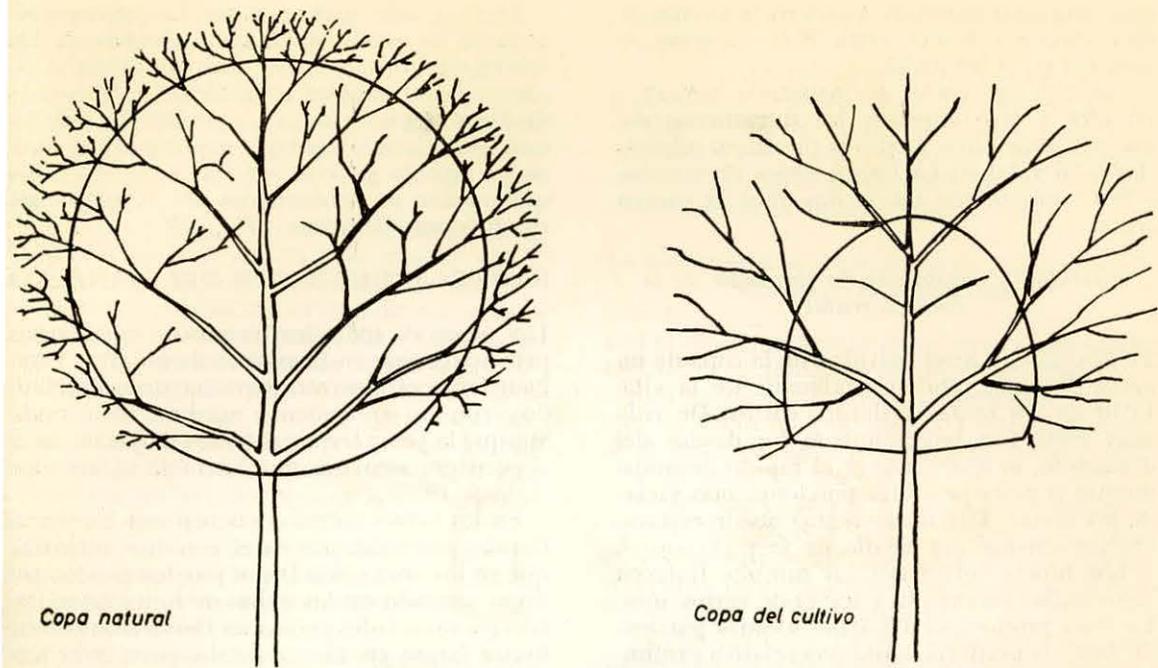


Figura 14. Copa natural con periferia muy ramificada y frondosa. Su centro improductivo es grande. Copa cultivada con menor número de ramas, con mayor crecimiento, luz y productividad

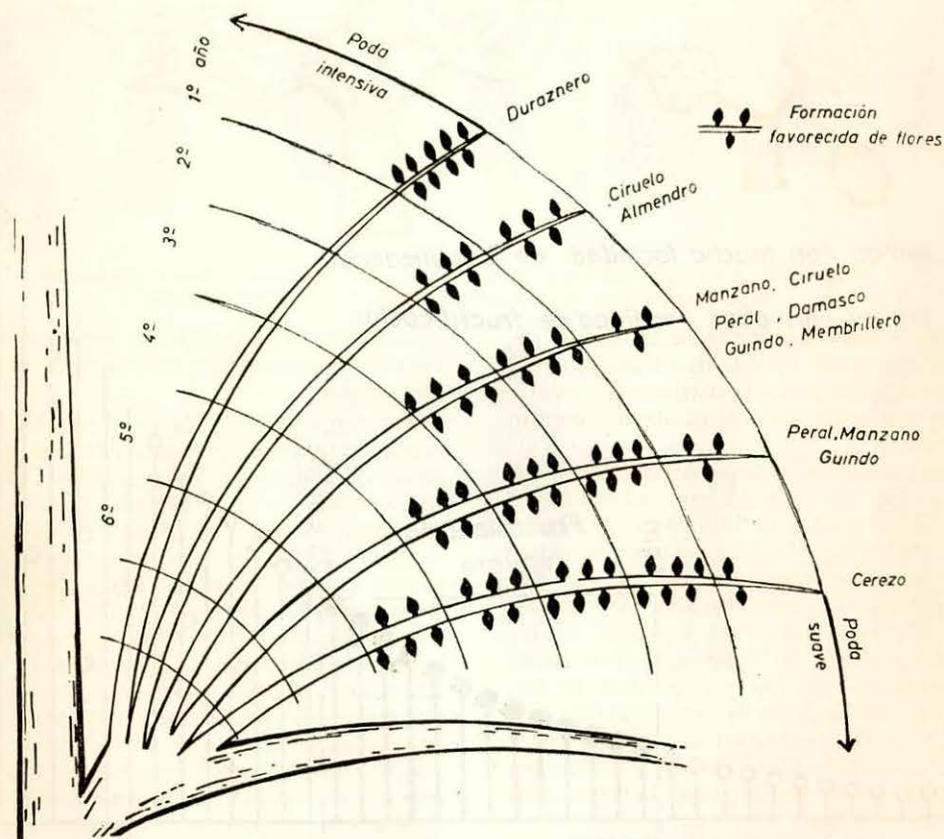


Figura 15. La facilidad de floración baja lentamente en la madera vieja. Esto es más notorio en el caso del duraznero y menos en el cerezo. Las otras especies ocupan lugares intermedios que varían según la variedad

ción comienza entonces recién en la sección de tres años del brote largo. Este esquema se muestra en la figura 15.

Algunas variedades de manzanos, perales y ciruelos y especialmente los durazneros, damascos, almendros y cerezos producen además flores laterales en los brotes largos de un año, y por consiguiente los de dos años ya cargan fruta.

Vitalidad y constancia de floración de la madera frutal

La fertilidad o productividad de la copa de un árbol depende fundamentalmente de la vitalidad de los brotes o dardos cortos. De vida muy corta son especialmente los dardos del duraznero, lo que conduce al rápido desnudamiento o despojo de las porciones más viejas de las ramas. Este decaimiento puede evitarse exclusivamente por medio de la poda anual.

Los brotes del cerezo, en cambio, florecen con regular constancia a través de varios años. La zona productiva del árbol alcanza partiendo desde la periferia, hasta una relativa profundidad dentro de la copa. Por lo tanto, el cerezo no necesita generalmente una poda tan intensiva como otras especies.

En el ciruelo, manzano, peral, damasco y almendro, la productividad satisfactoria de los brotes cortos se mantiene normal, según la especie y la variedad en las secciones de las ramas de dos y tres e incluso cuatro años. La renovación de los brotes tiene que seguir este esquema en su aspecto general, con las modificaciones que puedan ser aconsejables por el suelo y las condiciones climáticas (Fig. 15).

BROTOS FRUCTIFEROS DEL MANZANO

Las yemas de todos los frutales se encuentran principalmente en la madera de un año. También los brotes cortos, fuertemente comprimidos, con un crecimiento mínimo de 1 mm., aunque la yema terminal tiene el aspecto como si estuviera asentada en madera de varios años (LUCKE, 1958).

En los brotes cortos se encuentran las yemas florales generalmente en el extremo, mientras que en los brotes más largos pueden producirse flores también en las axilas de hojas laterales. Ciertas variedades producen flores laterales en brotes largos en mayor escala, pero éstas son de calidad inferior (LUCKE, 1958).

Las distintas variedades de manzanos producen la mayoría de las flores cualitativamente

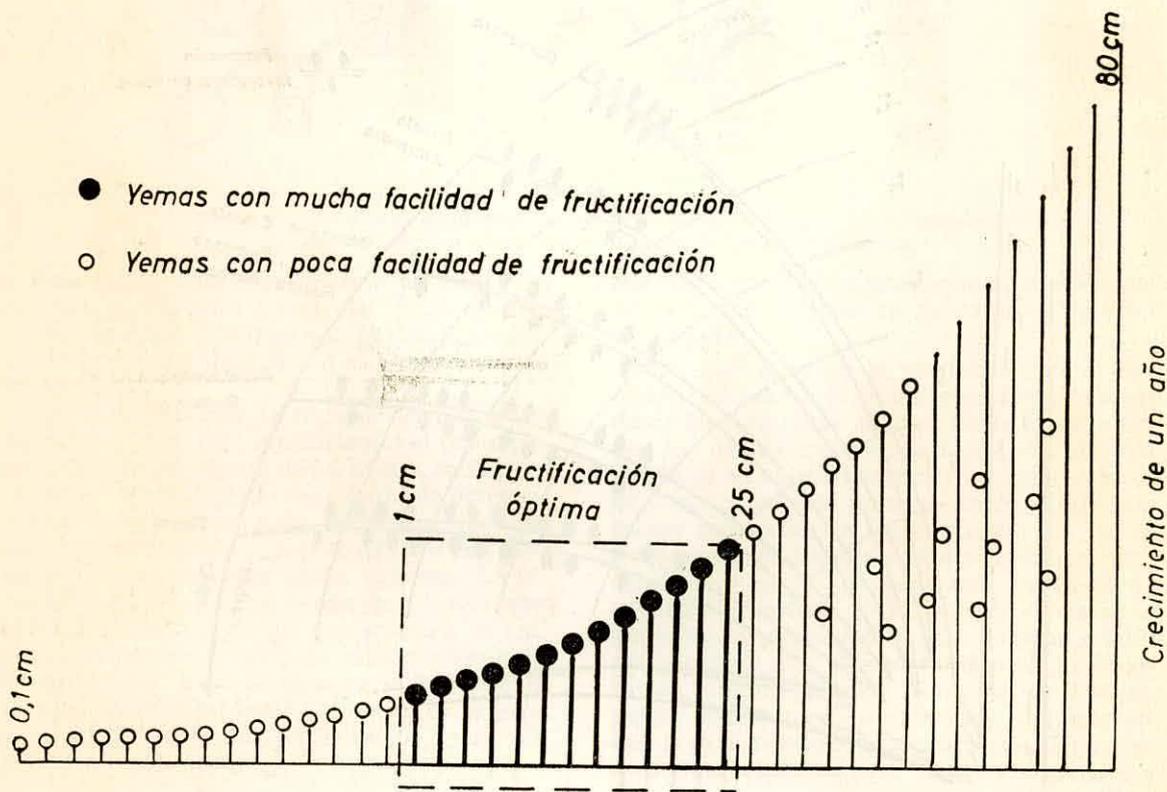


Figura 16. Zona de floración de ramas de manzanos. Las ramas comprendidas entre 1 y 25 cm. de longitud tienen la más alta fructificación. Este principio también es aplicable al peral

valiosas, que son las que rinden al fin las mejores cosechas, en brotes de un largo entre 1 y 25 cm. LUCKE (1958) dio a conocer este fenómeno detalladamente, tomando como ejemplo dos variedades de manzanos. La porción total de floración se extiende frecuentemente desde 0,1 cm. hasta más de 1 m. de largo (Fig. 16).

La zona de las yemas florales puede cambiar considerablemente de un año a otro en el mismo árbol. Bajo condiciones muy desfavorables puede presentarse el caso de que se produzcan flores en pocos brotes de 1 a 5 cm. de largo. Son éstos entonces los brotes más propensos y más seguros para la floración. Cuanto más brotes cortos de esta clase lleva el árbol, tanto más flores y frutas producirá, incluso bajo condiciones desfavorables. Estos brotes se encuentran preferentemente en la llamada madera joven.

Bajo condiciones muy favorables florecen en el mismo árbol también los brotes de más de 1 m. de largo e incluso puede darse el caso que florezca la madera de dardos cortos avejentada. Sin embargo, esta clase de brotes no proporciona, en uno de estos años de gran floración, un buen resultado. Son de poco valor e inne-

cesarios para obtener un rendimiento máximo (Fig. 17).

La zona de brotes florales es, hasta cierto grado, típica de determinadas variedades. Comprende en mayor escala los brotes largos en variedades tales como Delicious y James Grieve. Al revés, en la Reineta Champán, florecen casi exclusivamente los brotes cortos.

La madera frutal larga, fuera de la zona de los dardos frutales óptimos

Los brotes del manzano cuyo largo sobrepasan los 20-25 cm. florecen con menor frecuencia y menor escala mientras más vigorosos se desarrollan. La calidad de las flores y la capacidad de fructificar disminuyen en proporción inversa al largo de los brotes.

En los brotes largos de un año, se encuentran frecuentemente flores aun en las axilas de las hojas laterales. Su calidad es muchas veces más baja, de modo que tienen poca influencia sobre el rendimiento.

El valor práctico de las ramas largas en relación con la producción de frutas depende naturalmente de su propio vigor, pues la potencia vegetativa de un brote se transmite al



Figura 17. Fila ascendente de dardos de manzanos en crecimiento. Los más pequeños corresponden a dardos estériles. A medida que avanzan en crecimiento alcanzan un estado óptimo para la fructificación

año siguiente a los brotes jóvenes de los dardos laterales cortos. Si éstos se desarrollan demasiado débiles a causa de la falta de vigor del brote principal, sólo dispondrán de una capacidad de floración muy reducida.

Madera frutal en la sección de la ramilla de tres años

Esta sección de tres años de la rama se caracteriza por el hecho de que ya fructificó una vez, de modo que existe la posibilidad de que las sustancias nutritivas ya hayan sido consumidas en mayor o menor escala. Como la carga de fruta va aumentando en el resto del árbol,

gran parte de los brotes cortos de las especies añeras no son capaces de florecer. Según LEWIS, GOGGINS y HIELD (1964), un ciclo regulado por la fruta (tal como en mandarinas añeras), ya no dispone del material necesario para la floración de las yemas. En la sección de tres años de la rama se distinguen los brotes cortos más vigorosos por su mayor capacidad de floración, tal como ya se expuso con respecto a otras secciones o porciones del árbol. Según MATLOCK y CHILDERS (1954), las hojas de las ramas más fuertes del manzano disponen de mayor cantidad de P, K, Ca, Mg, y Mn que los brotes más débiles del mismo árbol (Fig. 18).

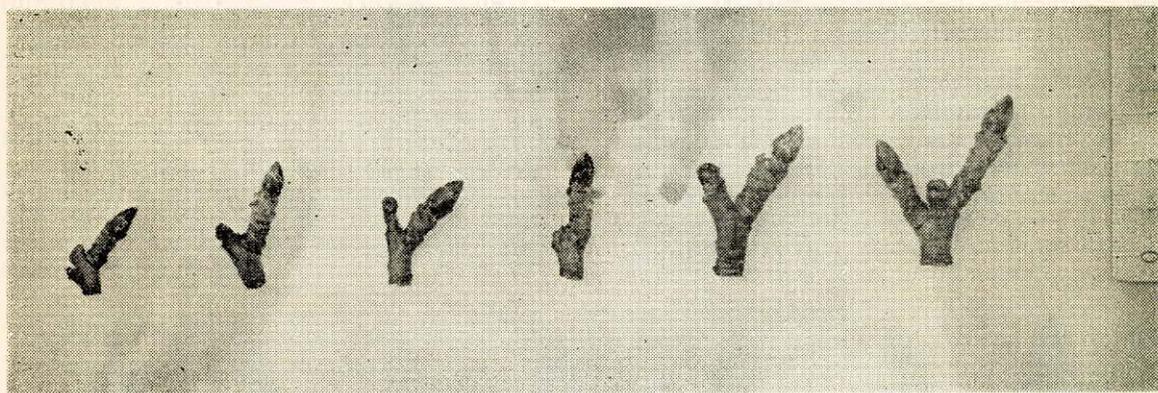


Figura 18. Dardos de una rama de tres años. Se muestra la primera etapa de bifurcación. Los sistemas débiles no producen flores, en cambio, los fuertes sí producen

Madera frutal en la sección de la rama de cuatro años

Esta sección cargó ya por segunda vez y, por lo tanto, su grado de agotamiento está, en muchos casos, en un estado bastante avanzado. La formación de flores se vuelve aún más escasa que la que puede observarse en la sección de tres años. Debido al mayor distanciamiento de la zona de crecimiento intensivo de la periferia de la copa, esta sección de la rama va entrando más y más en la zona de nutrición deficiente. Esto afecta naturalmente las condiciones necesarias para la formación de las flores y para el desarrollo de fruta abundante y cualitativamente satisfactoria.

En la figura 19 se muestran segmentos de brotes de las secciones de dos, tres y cuatro años de la rama. Los segmentos más jóvenes son capaces de diferenciar yemas florales, no así el del cuarto año, aunque en el mismo año no se haya formado ninguna fruta en este punto. Esto demuestra la decadencia de la capacidad de floración que se va generalizando en todo el árbol (RUDLOFF y LUCKE, 1960; NEUMANN, 1963).

Estas secciones de las ramas van quedando, gradualmente más y más en la sombra. MAY (1965) pudo comprobar que en la vid, bajo la influencia de la sombra, disminuye la capacidad de fructificación de la yema.

Sección de la rama con madera frutal de cinco y más años

La madera frutal de estas secciones ya cargó varias veces. Las frutas se agotan frecuentemente debido a sus grandes necesidades de sustancias nutritivas, especialmente de N, P, y K, las secciones más viejas de las ramas en escala bastante alta. A causa de este agotamiento disminuye notablemente el crecimiento de los brotes cortos, lo que a su vez afecta generalmente las condiciones que son necesarias para la formación de flores (LUCKE, 1958; RUDLOFF y LUCKE, 1958). Gran parte de las sustancias nutritivas, tales como P y K necesarias para la floración y también N emigran hacia donde la demanda es alta, desde los brotes más viejos hacia los más jóvenes. Las yemas terminales que aún puedan formarse son muy débiles y no son capaces de reconstituir, por sí mismas

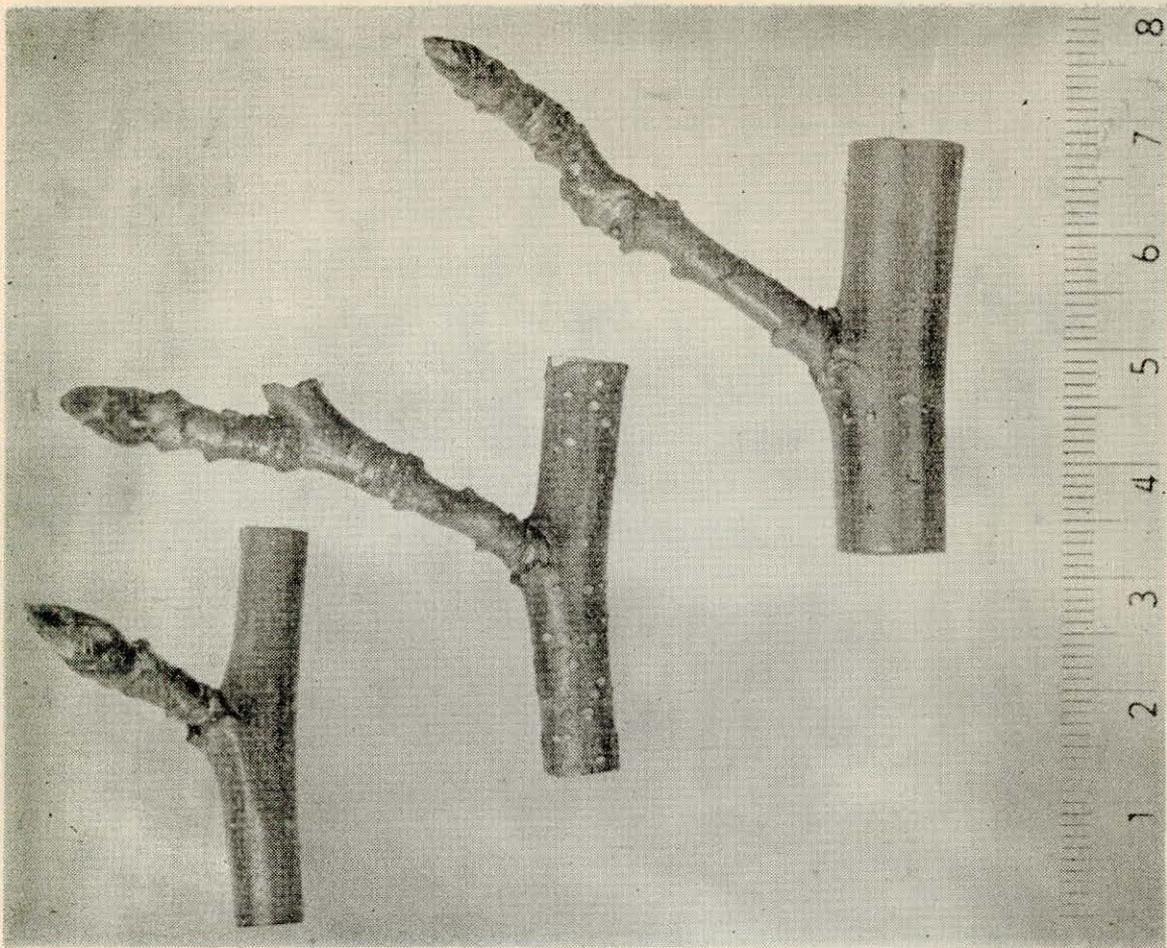


Figura 19. Dardos de ramas de 2, 3 y 4 años. La yema terminal de la rama de 4 años permanece vegetativa por inhibición basal. Las yemas de las otras ramas producirán flores. Según ESAJAN (1962), las ramas de manzanos de 2 años producen más hidratos de carbono y tienen una fructificación mejor que las ramas más viejas.

las sustancias necesarias ni atraerlas desde otros puntos. En caso que no haya suficiente disponibilidad de K y N, también se ve inhibida la formación de frutos en las secciones de cinco y más años de las ramas. Al presentarse esta decadencia de la capacidad de floración y de fructificación, debe comenzar inmediatamente la renovación de la madera frutal de aquellas secciones afectadas (Fig. 20) eliminando los centros frutales viejos.

Madera de dardos cortos

En las pomáceas, la madera frutal de varios años se convierte, por regla general, en madera de dardos cortos. La formación de flores en esta última es irregular y de menor calidad. Igualmente disminuye la fructificación en comparación con las secciones o porciones más jóvenes del árbol. Esto no se debe exclusivamente al débil desarrollo de los brotes cortos. Es consecuencia también de la falta de luz, del ago-

tamiento de las sustancias nutritivas, de los ataques por parásitos, animales y vegetales y finalmente también de la menor cantidad de abejas que es causa del decaimiento de la fructificación. Las numerosas bifurcaciones, los entrecruzamientos y los anudamientos con su corteza a veces agrietada y otras desprendida, son escondites predilectos y bien protegidos para colonias de una serie de parásitos.

El vigor de la madera de dardos cortos es mayor en algunas variedades y menor en otras. En la indispensable poda rejuvenecedora radial tendrá que tenerse presente el grado de agotamiento individual de cada árbol.

Una madera de dardos cortos y débiles produce yemas igualmente débiles, de las cuales naturalmente no pueden desarrollarse sino flores pequeñas (Fig. 21). El tamaño de la flor, como ya hemos dicho, influye lógicamente, a su vez, sobre el tamaño de la fruta (DENNE, 1963).

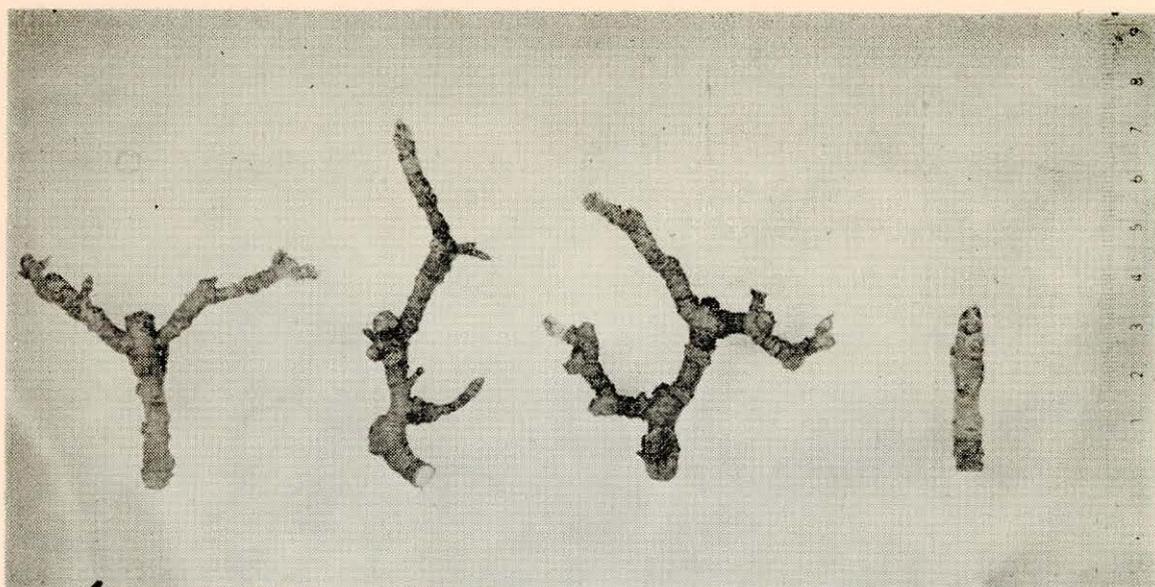


Figura 20. Formación fructífera vieja con numerosas ramificaciones. Ellas forman pocas flores que rara vez fructifican. A modo de comparación, a la derecha un dardo nuevo

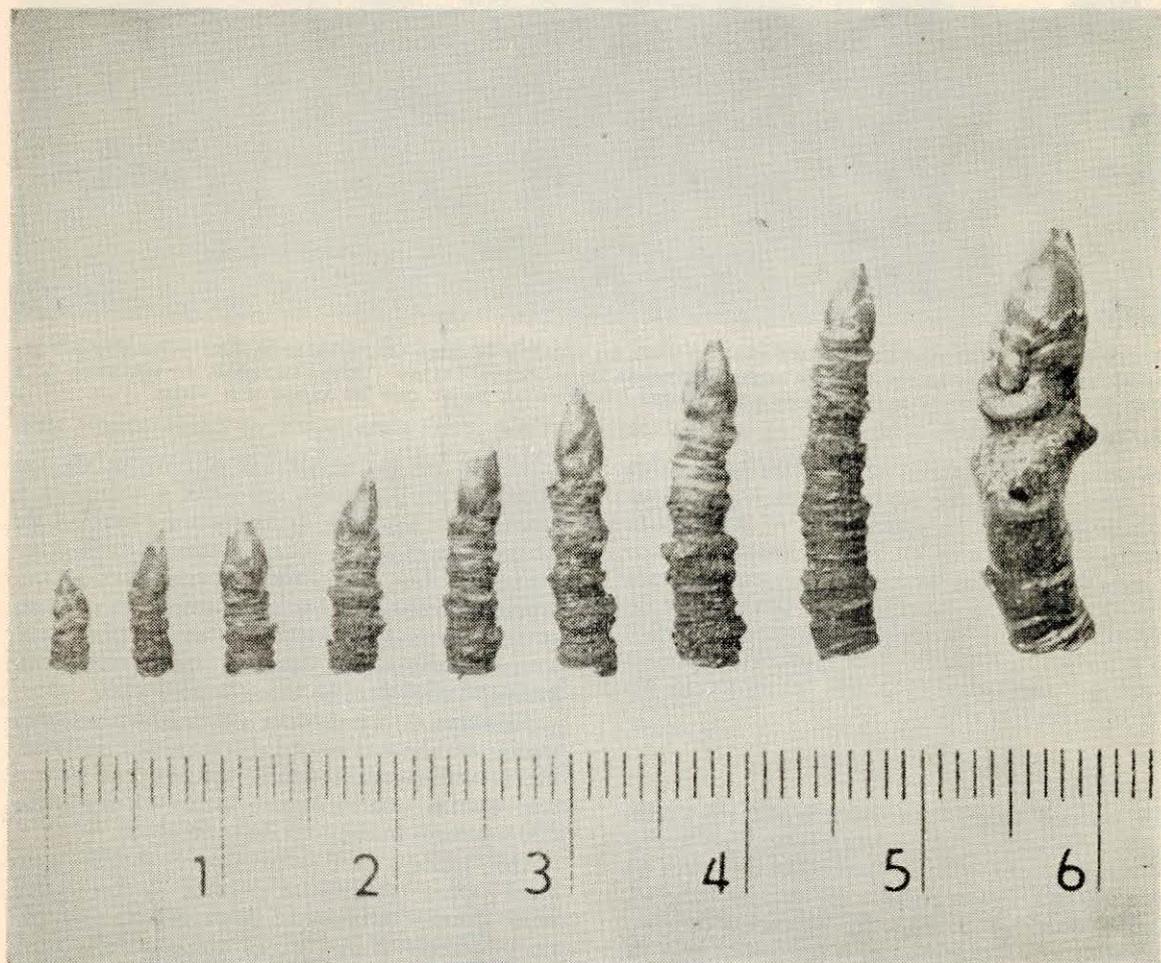


Figura 21. Dardos de madera vieja con un crecimiento anual de 1 a 2 mm., que no basta para la floración. Como comparación, a la derecha un dardo vigoroso con yema floral en madera nueva. El abono con N, P, K produce más flores y los árboles muestran menos añerismo (MÖHRING, 1964)

Circulación de la fertilidad en la copa del árbol

De todo lo expuesto se deduce que la fertilidad depende del ritmo de crecimiento de ramas y tallos. La copa del árbol alcanza su mayor productividad en la llamada madera joven. Partiendo de ésta y siguiendo en dirección hacia la madera más vieja, la productividad o fertilidad va disminuyendo gradualmente (Fig. 22).

Una rama cuyo crecimiento sigue año tras año con el mismo ritmo demuestra la circu-

lación desde las zonas de máxima a las de decadente fertilidad de manera perfecta. La inhibición del crecimiento de una rama causa la interrupción de esta circulación. Sin embargo, el principio mismo de la circulación no se interrumpe. La distribución de las flores y frutas en el árbol que a primera vista puede parecer caótica, puede encauzarse hacia un orden sencillo a base de los fenómenos característicos ya discutidos.



Figura 22. Los dardos de alta calidad colocados en ramas de 2 años producen al año siguiente un mayor número de frutas. La figura muestra una rama cuya parte basal tiene 3 años y está cargada de frutos. La porción distal de 2 años producirá al próximo año

La poda del árbol se convertirá entonces en una práctica lógica y sencilla si se efectúa tomando en consideración las fluctuaciones de la capacidad de floración propias de la rama (Fig. 23).

Vigor del dardo. Principio determinante de la fructificación

De lo anterior se concluye que la productividad de los dardos aumenta desde la madera vieja hacia la nueva. Una vez que empieza la fructificación, las frutas ejercen una inhibición sobre las yemas; cuanto más se repite la inhibición en el transcurso de los años, mayor es la inhibición del crecimiento y de la fructificación, hasta llegar a un envejecimiento to-

tal. Se puede frenar este proceso por medio de la poda, produciendo dardos nuevos y vigorosos (Fig. 24).

LOS BROTES FRUTALES DEL PERAL

La estructura general del peral es en muchos aspectos similar a la del manzano. Consecuentemente, las flores se distribuyen en forma muy parecida sobre los mismos grupos de brotes. Hay algunas variedades que son capaces de producir flores con relativa facilidad incluso en brotes muy largos. Pero cada árbol dispone sólo de un número limitado de estos brotes tan vigorosos, de modo que en la práctica son más bien de poco interés.

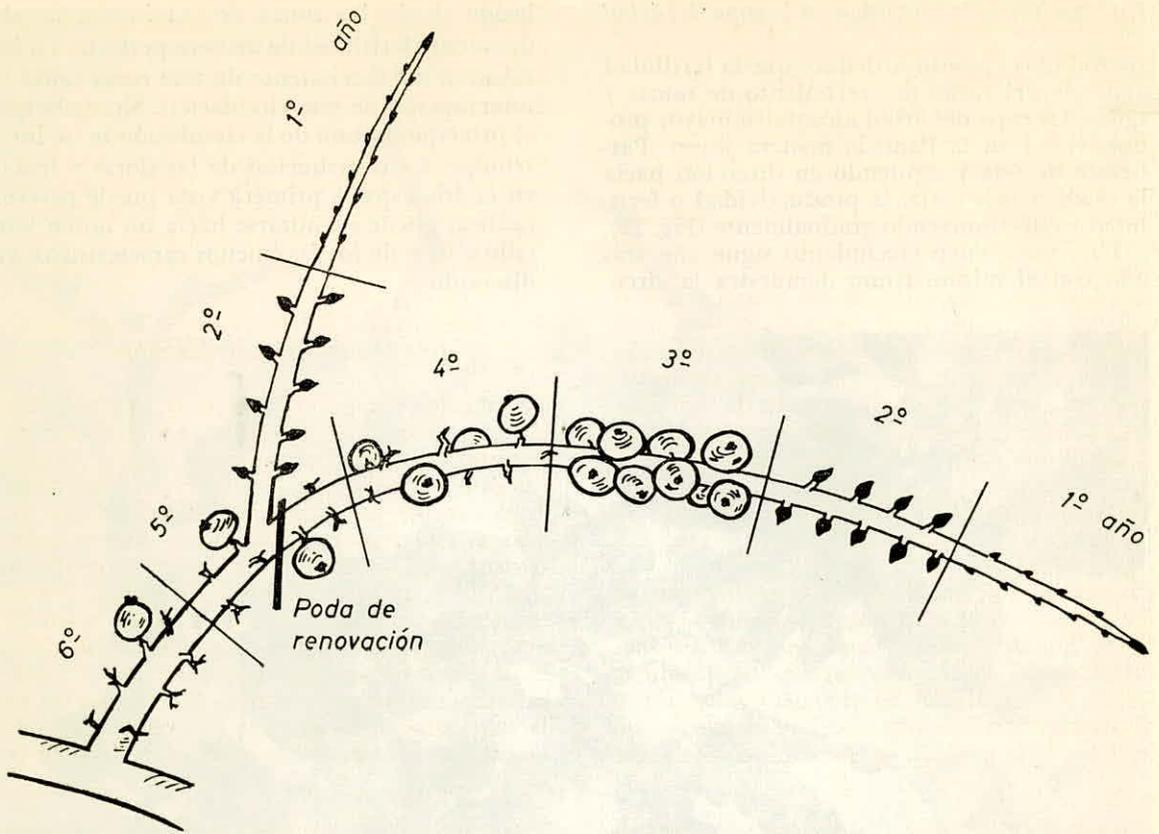


Figura 23. La fructificación disminuye en la madera vieja. El rejuvenecimiento de las ramas sirve para alcanzar la fructificación óptima

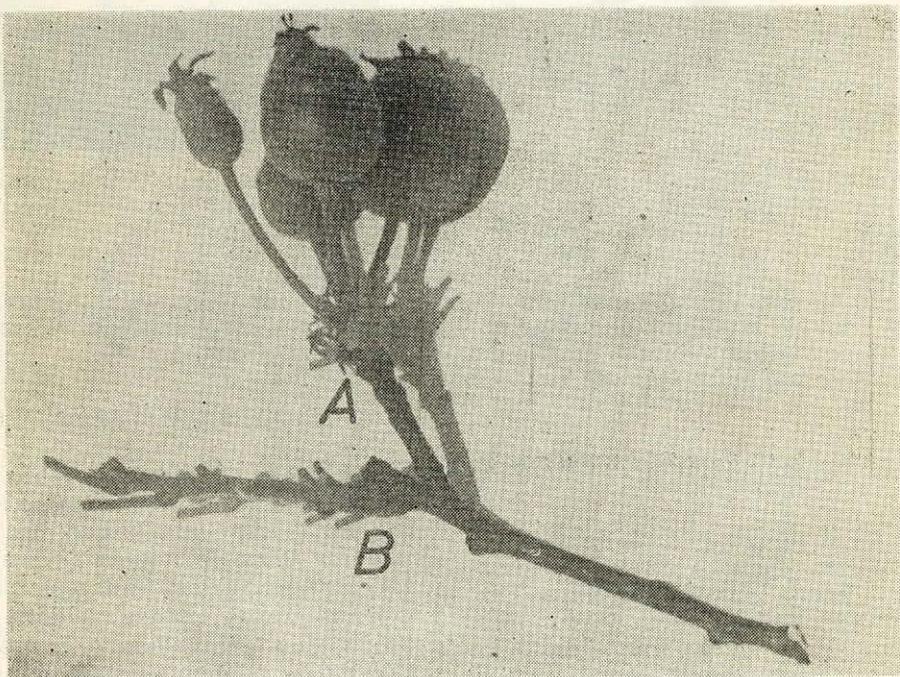


Figura 24. El dardo más fuerte (A) de la bifurcación produce frutos; en cambio, el otro (B) permanece vegetativo, produciendo una ramilla

La masa principal de flores económicamente importante la encontraremos, al igual como en el manzano, en los brotes cortos y en la madera frutal de un largo de 1 a 30 cm.

En la práctica es de mayor importancia evitar que se produzcan los brotes cortos más débiles que acusan un crecimiento de algunos milímetros, pues esta clase de brotes cortos puede adquirir numéricamente un significado considerable cuando la condición general del árbol es débil. Por ejemplo después de un año de abundante carga, los dardos frutales débiles quedan inhibidos en su crecimiento y forman yemas foliares. Sólo un número muy reducido de ellos es capaz de atraer las sustancias nutritivas necesarias para la formación de una flor. En la figura 25 se muestra un ejemplo de algunos brotes cortos.

La madera frutal en la sección de dos años de la rama

En esta sección del cargador se encuentran, al igual como en el manzano, los dardos más valiosos. Siendo brotes jóvenes que aún no han cargado (Fig. 25), son capaces de producir flores de alta calidad. El nitrógeno y los hidratos de carbono necesarios para la formación de la flor (OGAKI, 1963) se encuentran, por regla

general, acumulados en mayor cantidad en estas regiones del árbol. Por lo tanto, la floración que en parte depende de la presencia de estas sustancias nutritivas, es especialmente abundante en estas partes. El fósforo, otra sustancia nutritiva importante y necesaria para la formación de la flor y de las frutas, se desplaza, dentro de la copa del árbol, preferentemente hacia las ramas más vigorosas (MOCHIZUKI, 1963). Estas ramas son generalmente los brotes más jóvenes y los brotes cortos de un año.

La madera frutal del peral en las secciones de tres y cuatro años de las ramas

Los dardos del peral comienzan a fructificar en las secciones de tres años. En el punto de incisión de la fruta se forma una bolsa de producción vigorosa que, a su vez, produce otros brotes cortos. Si esta sección de tres años es vigorosa, este vigor se transmite al nuevo brote corto de tal modo que es capaz de producir una flor fértil. Si en la bolsa de producción se encuentra un brote corto muy débil, se forma generalmente una yema vegetativa (Fig. 26).

El grado de agotamiento de la madera frutal aumenta hacia la sección de cuatro años de la rama que ya ha cargado dos veces. Además, en esta parte es mayor la inhibición basal. Si la

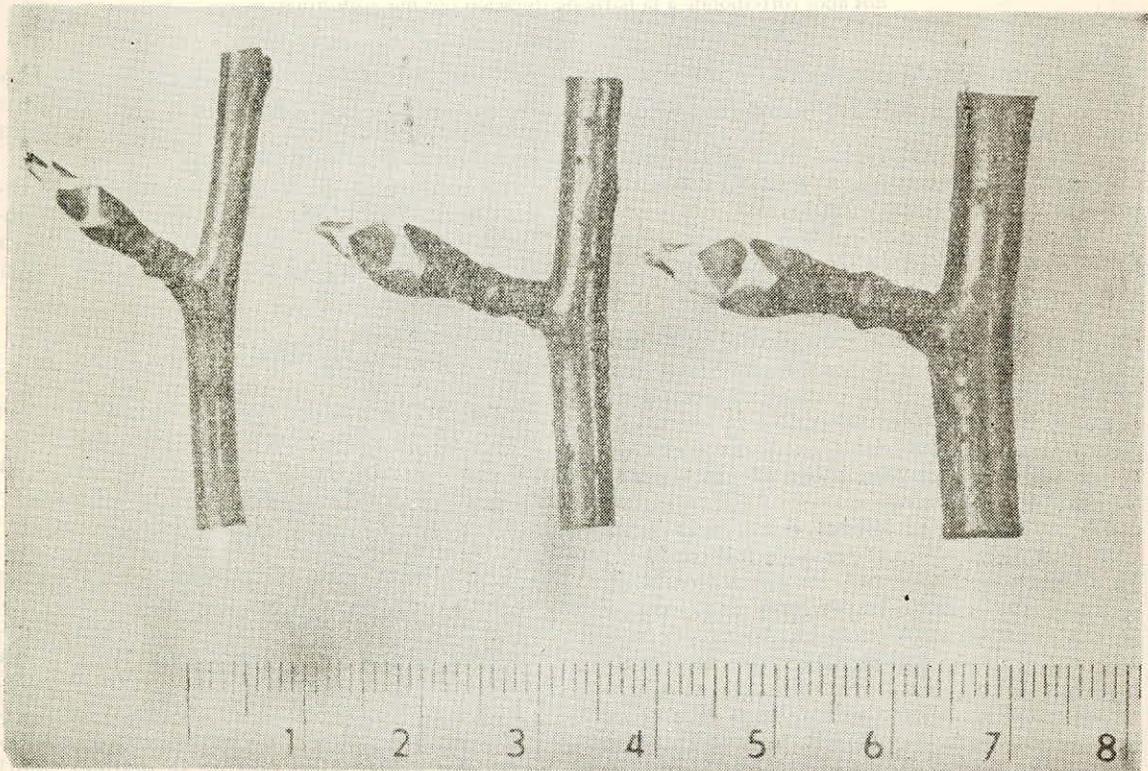


Figura 25. Tres sectores de ramas de la misma edad en que el vigor de crecimiento ha sido diferente. El vigor y la facilidad para fructificar están directamente relacionados con el grosor de la rama

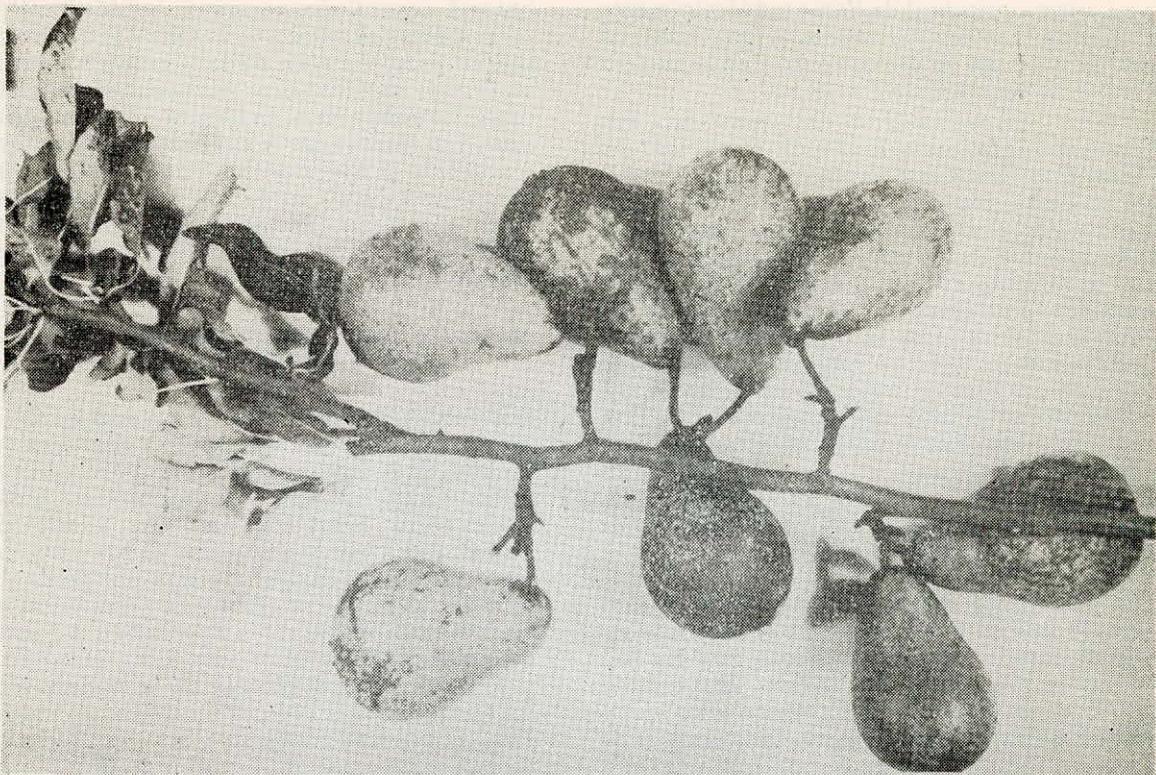


Figura 26. Rama de peral de tres años con gran facilidad de fructificación (se han sacado las hojas). El sector de dos años corresponde a la parte de floración óptima (con hojas)

respectiva sección de la rama es de por sí muy débil, entonces se producen preferentemente yemas vegetativas.

La capacidad de floración en el peral disminuye generalmente hacia las secciones más viejas de la rama (FEUCHT, 1961).

La madera frutal en la sección de cinco años o más de la rama

Como ya se explicó en el ejemplo del manzano, el vigor de los brotes cortos disminuye en proporción a la edad de la respectiva sección de la rama. El agotamiento debido a la fructificación y la inhibición básica natural ejercen un efecto inhibitorio común sobre el crecimiento de los dardos frutales.

En noviembre y diciembre, o sea, en la época del crecimiento de la fruta o de inducción de las flores respectivamente, los elementos N, P, K y Mg fluyen hacia la periferia de la copa y se van concentrando preferentemente en mayor escala en esta región. Las partes basales de la copa acusan generalmente un nivel más bajo de aquellos elementos y la falta o escasez de uno de ellos agrava el déficit, pues justamente esta escasez en la base de la rama permite que las porciones más jóvenes y activas del árbol tengan para su consumo una mayor cantidad

del material necesario para su crecimiento. La falta de luz y la mayor población de parásitos contribuyen al debilitamiento de la madera frutal en el interior de la copa.

La madera de dardos cortos envejecida y senil pierde finalmente toda fertilidad o productividad que pueda considerarse de alguna importancia para el rendimiento del árbol (Fig. 27).

MEMBRILLO

El membrillo produce flores en las axilas de las ramas largas. Esas mismas yemas florales producen al brotar una ramilla fuerte que en su extremo lleva la flor. La misma ramilla produce también yemas florales y en ellas se efectúa el mismo proceso al año siguiente.

Con el transcurso de los años estas ramillas siguen debilitándose. Mientras más fuerte es la rama madre más años viven las ramillas fructíferas que tuvieron su origen en ella. Por eso conviene efectuar cada año una poda al membrillo para estimular su desarrollo vegetativo.

La madera agotada hay que eliminarla como en todos los frutales, porque la madera débil no es capaz de soportar hasta la madurez las frutas grandes del membrillo.

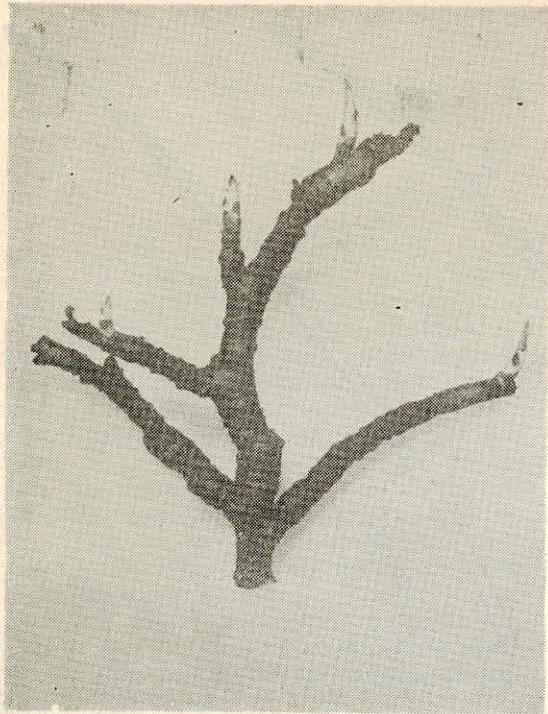


Figura 27. Dardos viejos de peral con poca facilidad de floración. El crecimiento es débil debido a una nutrición deficiente

Muchos productores creen que el membrillo, es autofértil; en realidad sólo existen algunas variedades autofértiles (SCHANDERL, 1965). En esos casos se debe plantar un membrillo autofértil junto a uno que no lo es (Fig. 28).

INFLUENCIA DE LA POSICION VERTICAL Y HORIZONTAL SOBRE LA FERTILIDAD

El estudio de este tema interesará mayormente sólo a aquellos que no se contentan con una generalización superficial del problema, pues la influencia de la posición de la rama con respecto a la formación de las flores es sólo limitada. Varios son los factores que actúan simultáneamente. Entre ellos mencionaremos los siguientes: la distribución de las sustancias nutritivas entre los brotes de diferente edad del árbol; la carga del brote en años anteriores; la edad del árbol; su especie; el suelo en que arraiga; la potencia o el vigor del crecimiento del año anterior y del presente; y, finalmente, la posición favorable o desfavorable del brote con relación a los brotes vecinos. Es muy raro que un brote vertical sea idéntico a otro. Lo mismo puede decirse de los brotes horizontales. Naturalmente, las diferencias son más acusadas aun entre un árbol y otro y de huerto en huerto.

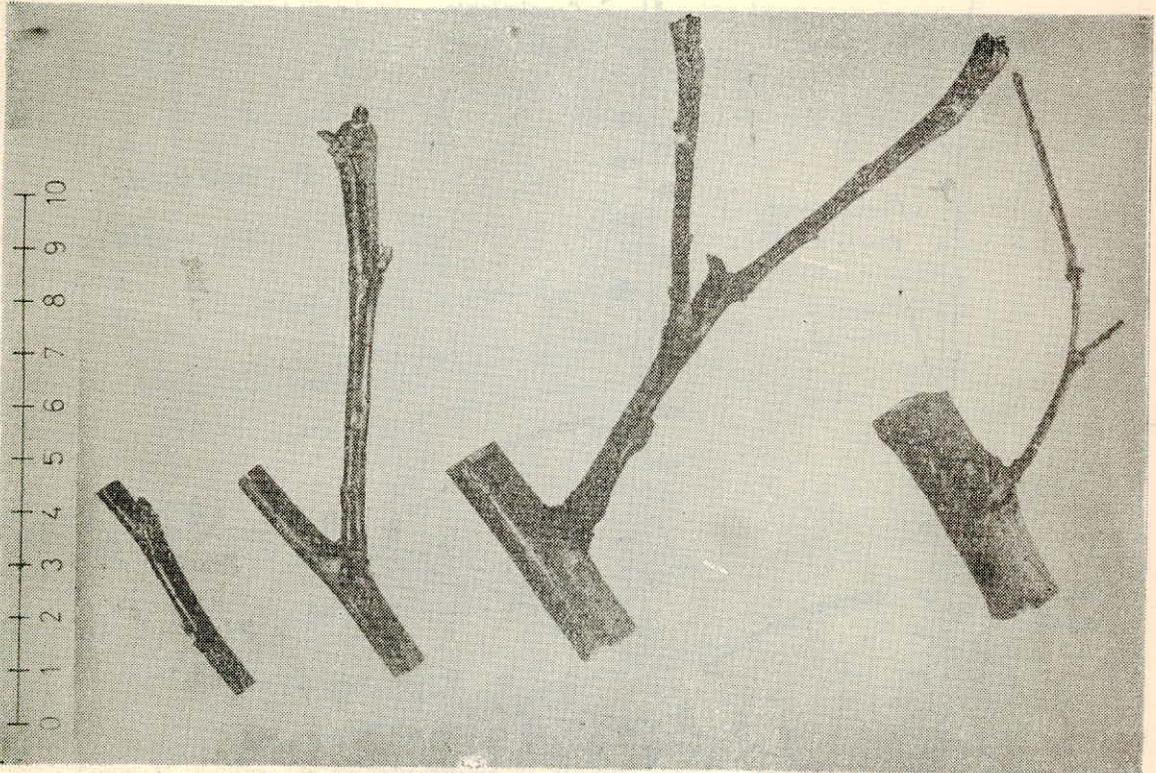


Figura 28. Sectores de ramillas de membrillo de un, dos, tres y cinco años (de izquierda a derecha). En la última se observa, que está perdiendo su crecimiento.

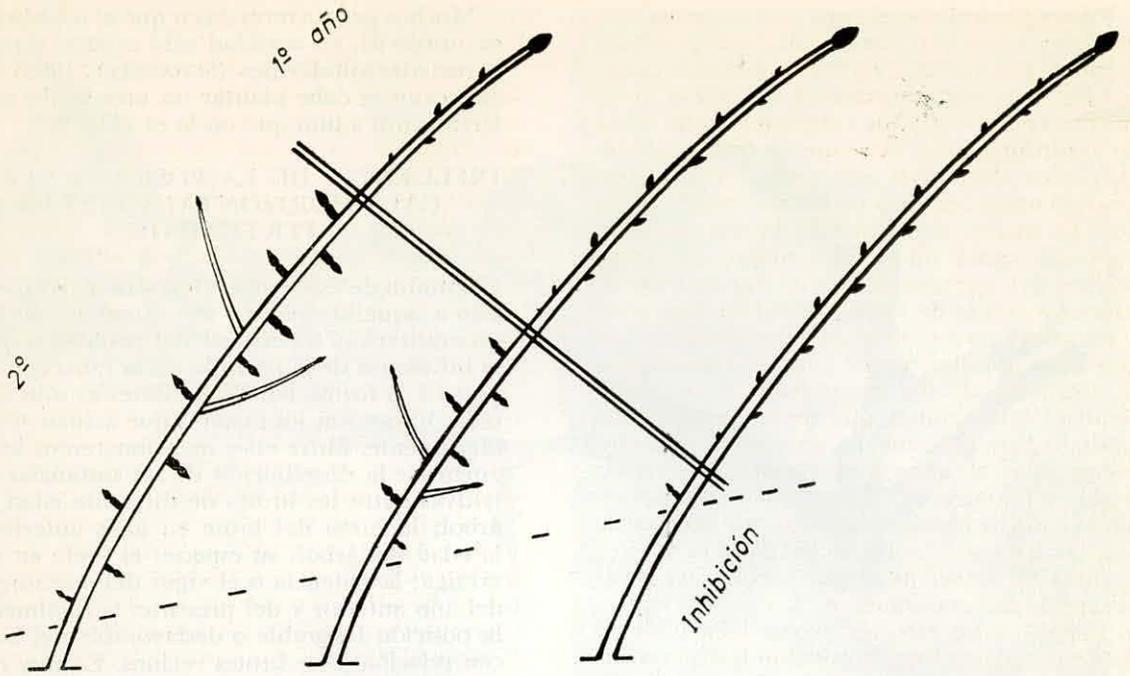


Figura 29. La relación entre el crecimiento de un año y el de años anteriores, determina el grado de inhibición de los dardos y, en consecuencia, influye en el desarrollo floral. Estos principios son válidos para ramas horizontales y verticales

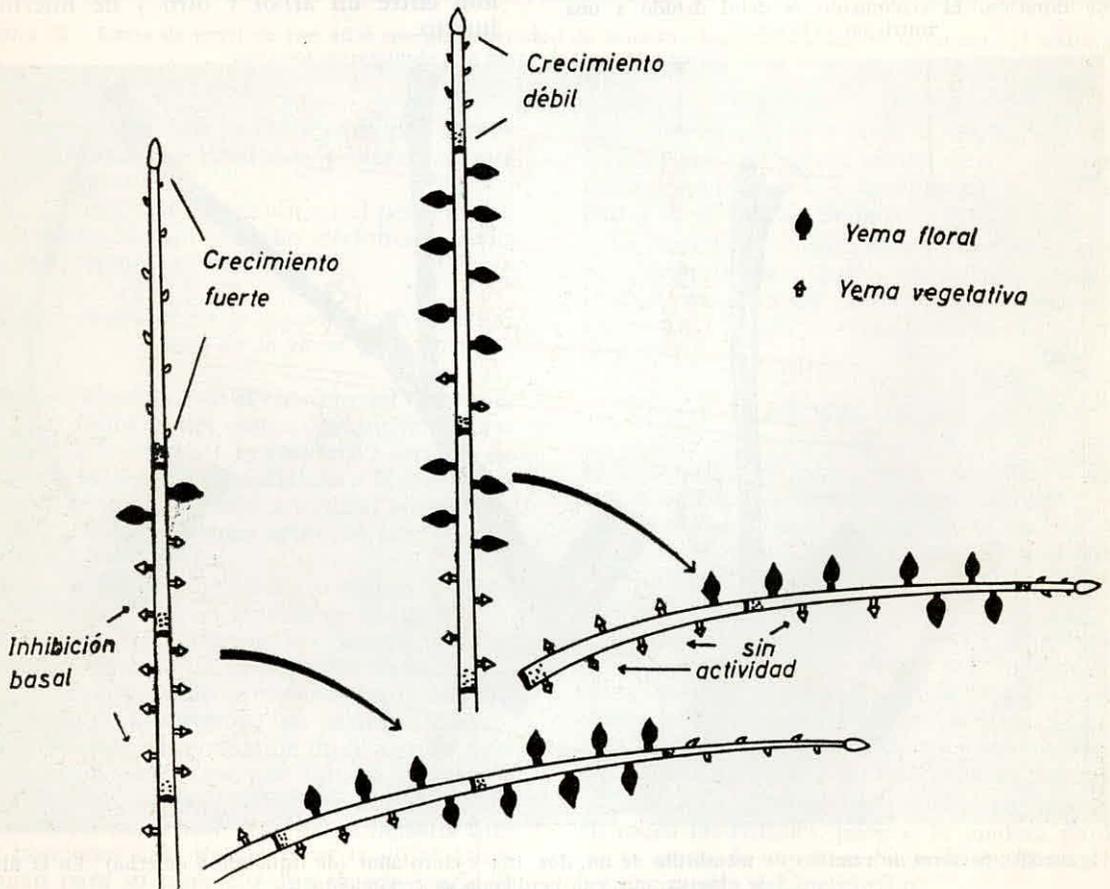


Figura 30. El efecto de inclinar las ramas en forma horizontal depende del grado de agotamiento, del crecimiento anual, y de la competencia de las ramas adyacentes. Los árboles jóvenes reaccionan mejor que los viejos

Puede presentarse el caso, por lo tanto, que un brote horizontal con mucha fruta produzca menos flores que uno vertical con menor carga, o bien, un brote horizontal de escaso crecimiento en los dos años anteriores y que acusa en el último año un crecimiento fuerte, produce menos flores que un brote vertical cuyo crecimiento se efectuó en forma inversa (Fig. 29). El amarre horizontal de brotes verticales vigorosos causa un debilitamiento del crecimiento del extremo del brote. Por esta razón, todos los brotes de asiento basal en esta rama y los brotes cortos anteriormente inhibidos, reciben un impulso mayor para su crecimiento. Si este estímulo del crecimiento se mantiene dentro de los límites que incluyen los brotes óptimos para la floración, entonces podrá afirmarse que el amarre horizontal ha tenido éxito (WAREING y NASR, 1958; LONGMAN, 1961). Sin embargo, con mucha frecuencia pueden formarse brotes no florescentes muy vigorosos en la vecindad del vértice del brote amarrado horizontalmente.

Debido a los factores arriba mencionados, los brotes obligados a la posición horizontal reaccionan a veces de modo muy distinto (LIEBS-

TER, 1960; HILKENBAEUMER, 1961; LUCKE, 1961) (Fig. 30).

Según los trabajos de WAREING y sus colaboradores (1965), en el ciruelo y en el cerezo no se observa ninguna reacción con respecto a una floración más abundante a causa del amarre horizontal.

ENGLERT (1961) pudo comprobar en manzano que una inflorescencia más fuerte se produce sólo si se amarran horizontalmente los brotes en noviembre. Además, señala que en variedades de gran floración, el amarre horizontal no tiene sino una influencia muy escasa sobre la cosecha.

En vista de que los brotes verticales crecen muchas veces con mayor fuerza que los horizontales, la inhibición de sus brotes cortos es tan fuerte en sus secciones más viejas que no se produce formación de flores.

Los brotes de orientación horizontal que llevan en su zona inferior algunas yemas, pierden buena parte de su capacidad de crecimiento y de floración. En cambio, queda favorecido el crecimiento de algunas yemas ubicadas en su zona superior. Estas pueden formar flores o, si son bastante fuertes, pueden servir incluso

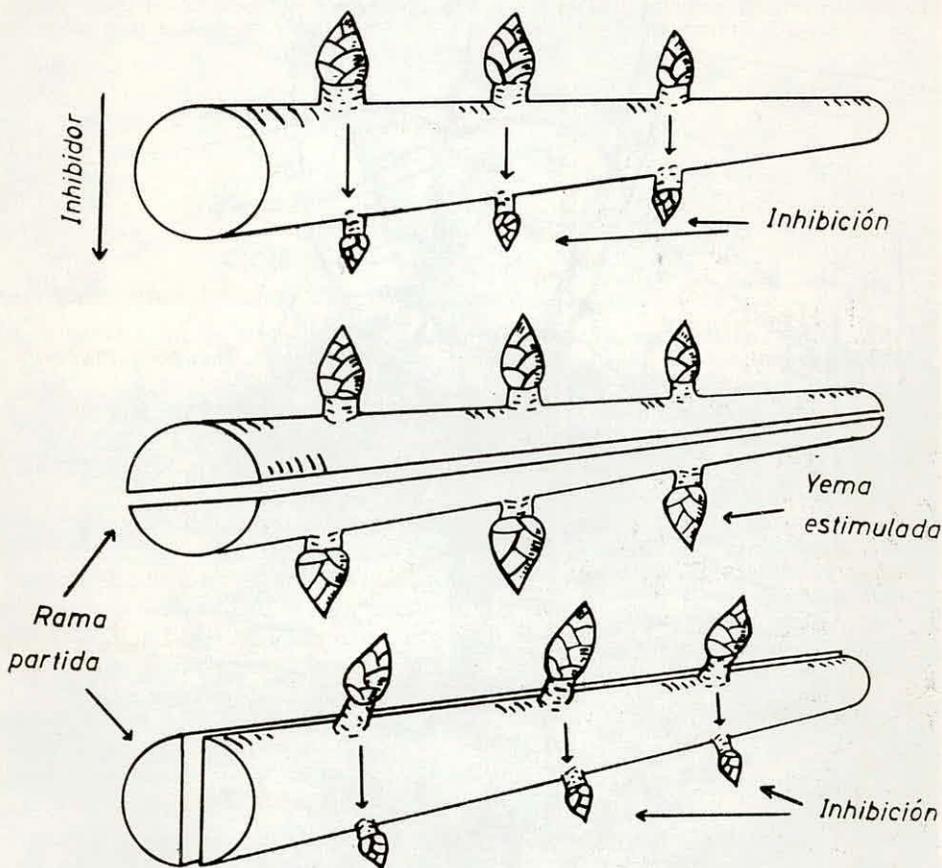


Figura 31. Esquema de los experimentos de MULLINS (1964). Un inhibidor que impide el desarrollo de las yemas se moviliza de arriba hacia abajo. Por eso las yemas de las partes basales de las ramas quedan más chicas, aunque la rama esté en posición vertical. Al partir una rama horizontal se anula el efecto del inhibidor hacia abajo

para la renovación posterior generando un brote nuevo.

MULLINS (1964) pudo comprobar, en una serie de experimentos originales, que cierta sustancia inhibidora del crecimiento se desplaza dentro de los brotes siguiendo la fuerza de gravedad. Esto se supone que es la causa de que en los brotes horizontales son siempre las yemas de la cara inferior las que están más expuestas a la inhibición. En las ramas verticales, en cambio, lo son las yemas de las secciones basales de la rama que son las más débiles (Fig. 31).

En las ramas horizontales puede acumularse mayor cantidad de sustancias nutritivas que en

las verticales, seguramente a causa de que las horizontales han crecido menos. NEUMANN (1962) encontró más minerales en el crecimiento nuevo de ramas horizontales que en el de ramas verticales.

La fuerza y el caudal del flujo de sustancias nutritivas depende en primer lugar del respectivo consumo de las partes afectadas. Aquellas porciones del árbol que acusan un mayor consumo atraen hacia sí grandes cantidades para satisfacer sus necesidades de materias nutritivas (ZIEGLER, 1964). Por lo tanto, las materias minerales fluyen hacia arriba o hacia abajo indistintamente, pero siempre hacia aquellos puntos de mayor demanda y consumo, de mo-



Figura 32. Arbol joven cuyas ramas principales se han llevado a un ángulo mayor colocando entre ellas palos extendidos. Las ramas secundarias se han colocado en posición horizontal para estimular la fructificación

do que la posición vertical y horizontal del brote es de importancia secundaria. Igualmente las sustancias nutritivas pueden desplazarse en gran escala hacia los brotes verticales, en caso que sea exigido por el crecimiento o la fructificación. Las sustancias nutritivas se desplazan o emigran hacia todos aquellos puntos del manzano en que la actividad de los tejidos las requiera (QUINLAN, 1964) (Fig. 32).

Los árboles jóvenes de crecimiento vigoroso responden al amarre horizontal frecuentemente con una mejor formación de flores, no sucede así en los árboles viejos o envejecidos. En éstos, el efecto es en la mayoría de los casos exactamente el opuesto. Los brotes verticales forman aquellas bases fuertes de dos años, desde las cuales se desarrollan más tarde los brotes cortos de gran capacidad de floración en el orden óptimo de 1 hasta 20 cm. (Fig. 33).



Figura 33. Los árboles viejos necesitan estimular su crecimiento mediante ramas verticales, pues ellas producen dardos que logran fructificar, como se ve en este manzano de 60 años

FUNCION DE LA ESTRUCTURA DEL ARBOL CON RESPECTO A SU FERTILIDAD

El amarre de ramas en árboles jóvenes y de crecimiento vigoroso (Fig. 34) discutido en los párrafos anteriores, conduce a una fertilidad más temprana, pero, aplicado en exceso, puede causar el debilitamiento de toda la estructura del árbol. Fuera de su función como cuerpo de apoyo para las ramas frutales, la estructura del árbol, es decir, sus componentes son de gran importancia para el almacenamiento o acumulación de sustancias nutritivas. Los frutales son árboles longevos que necesitan, tanto para pasar el invierno como para el rebrote primaveral, de cantidades considerables de sustancias de reserva. En la primavera, el árbol tiene que producir y alimentar, del material de reserva, un sinnúmero de hojas, hasta que éstas sean

capaces de realizar los complejos procesos de la acumulación.

OLAND (1959), GOUNY y CLAIRE-HUGUET (1964) y BAXTER (1965) señalan la necesidad e importancia de la formación de reservas en todos los frutales. Cuanto mayor sea la sustancia de reserva acumulada en el manzano, tanto mayor será la nueva brotación (HARLEY, REGEIMBAL y MOON, 1958). Por otra parte, cuanto mayor sea la fuerza de los brotes frutales en el manzano, tanto mayor será la carga de frutas (URIU y LILLELAND, 1959). Mientras más grande sea el armazón de un árbol, mayor será la cantidad de sustancias de reserva que podrá acumular (GRUPPE, 1961). Según PRIESTLEY (1962), estas reservas están distribuidas en las raíces y en el tronco y brotes. Durante el rebrote, o sea, al comienzo de la actividad primaveral, un tercio de las reservas de N va hacia los centros de crecimientos (YOKOMIZO y colaboradores, 1964).



Figura 34. Manzano sobre pie de semilla formado según sistema palmeto, el armazón está formado por un eje y dos ramas principales en forma de Y. Las ramas secundarias que salen del eje del armazón se han inclinado hacia abajo, para adelantar la edad de producción

RYUGO y DAVIS (1959) describen para el duraznero la demanda de reservas (almidón) por la carga de frutas y la función de la estructura del árbol como almacén de sustancias nutritivas después de la cosecha. La fruta consume, como máximo, entre el 40 y el 50% de las sustancias nutritivas producidas. Después de la cosecha, el contenido de almidón en la madera aumenta más o menos de 5 a 10 y 13% (Fig. 35).

MILLER (1959) efectuó una experiencia valiosa sobre el ángulo óptimo de las ramas con respecto al desganche, llegando a la conclusión de que a más ángulo corresponde menos porcentaje de desganche (Fig. 36).

Para evitar el desganche en un árbol ya formado, se deben ampliar los ángulos de las ramas principales cuando esté recién plantado, esto se puede lograr colocando un trozo de madera entre la rama y el eje principal (Ver Fig. 34) o bien, inclinando la rama afectada con rafia (esto último es muy aconsejable en árboles con hábito vegetativo muy cerrado especialmente en el caso de perales).

EL FRUTAL DE CAROZO

En la práctica hay dos puntos importantes en cuanto a las yemas de los frutales de carozo:

- 1) Todas las yemas laterales de los brotes cortos reprimidos florecen;
- 2) Las yemas florales no producen ninguna hoja.

Esto significa que una pronunciada debilidad del crecimiento conduce, en los frutales de carozo, al agotamiento rápido del árbol a causa de la escasa formación de hojas.

Por lo tanto, el brote corto del frutal de carozo tiene que estar acompañado forzosamente por un brote largo de hojas.

Brotes fructíferos cortos

GUINDO DULCE (CEREZO)

Inflorescencia de los brotes cortos del cerezo

El cerezo tiene una gran capacidad de floración y, al mismo tiempo, una relativa perseverancia en este aspecto. La carga frutal influye sobre la formación de flores en escala menor que en las pomáceas. Una vez que se han formado las yemas laterales en los brotes



Figura 35. Una cosecha máxima exige al duraznero la mitad de los hidratos de carbono, RYUGO y DAVIS (1959). A la derecha, se presenta en negro la gran cantidad de almidón almacenada después de la cosecha en el almacén del árbol. De importancia vital es la acumulación de reservas para el damasco

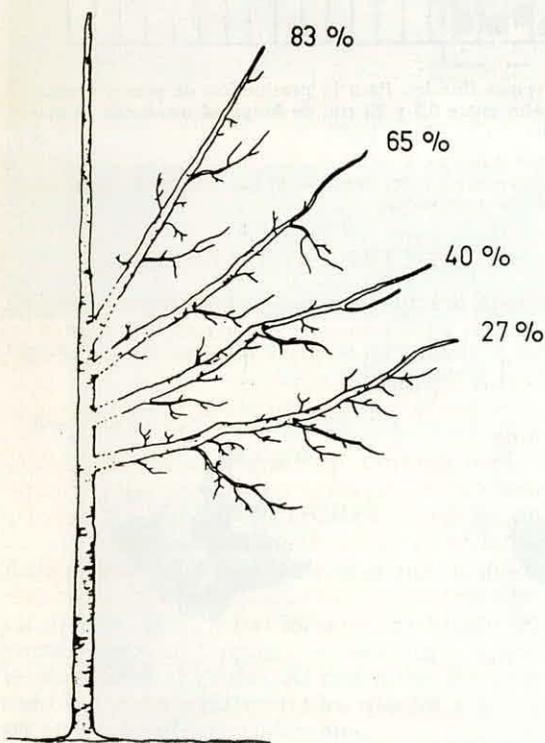


Figura 36. Porcentaje de desganche de las ramas de un árbol. Se observa que mientras más pequeño sea el ángulo formado por las ramas principales mayor es el porcentaje de desganche. El ángulo más conveniente es entre 45 y 60° (porcentaje de desganche estudiado por MILLER, 1959)

cortos reprimidos, éstos pocas veces dejan de florecer. La producción será menor en los brotes cortos de desarrollo débil. Estos brotes débiles generan casi siempre sólo una yema terminal vegetativa, pero ninguna yema floral lateral (Fig. 37). Es sabido que esto ocurre con mucha frecuencia en el interior de la copa.

En la madera joven puede presentarse el caso que los brotes cortos estén tan inhibidos que la formación de las flores quede considerablemente afectada (GOETZ, 1962). La decadencia de la vegetación en la madera frutal joven no es igual en todas las variedades.

El descuido en la poda y en la fertilización, un clima desfavorable y una nutrición deficiente son factores que pueden conducir a una decadencia prematura de la vegetación en las secciones de tres, cuatro y cinco años de las ramas (Fig. 38).

El brote corto del cerezo se distingue de otras especies frutales especialmente por su longevidad. Es ésta una de las principales razones del por qué se encuentra incluso en el interior de la copa una cierta cantidad de flores o de frutos respectivamente. Hay brotes cortos de diez años y aún más que conservan su capacidad productora. Las yemas que se desarrollan en ellos acusan muy pocas diferencias en comparación con las yemas en la madera frutal más joven. Forman de 2 a 4 flores cuya capacidad fructífera se distingue muy poco de aquella de la madera joven (FEUCHT, 1959).

A pesar de todo lo anteriormente dicho, la cosecha del cerezo depende en primer lugar de la productividad de las porciones más jóvenes

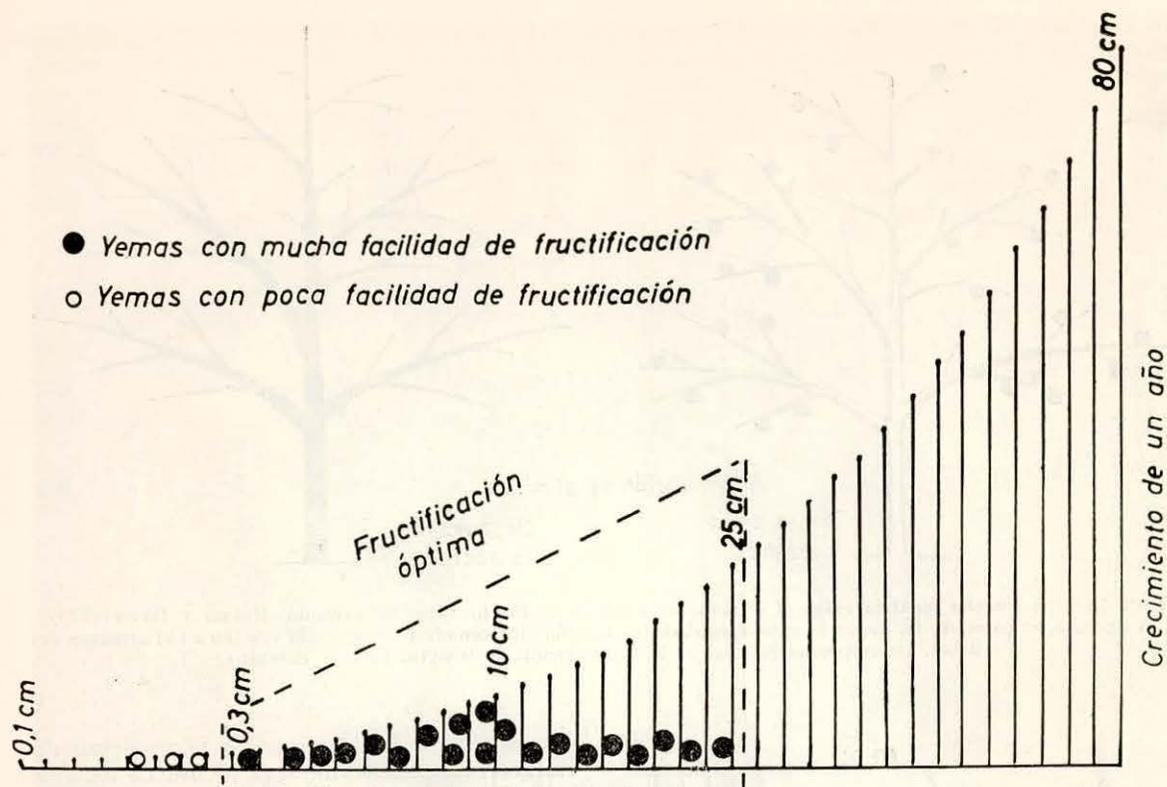


Figura 37. Los dardos cortos del cerezo tienen en su mayoría yemas florales. Para la producción de yemas vegetativas se necesitan ramas medianas y largas. Los dardos comprendidos entre 0,3 y 25 cm. de longitud producen la mayor parte de la cosecha



Figura 38. Dardos cortos de guindos. Mientras más vigorosos mayor cantidad de yemas florales

de las ramas. En ella se desarrollan brotes cortos que llevan una cantidad mucho mayor de yemas frutales que los dardos más viejos. Los brotes cortos de alta capacidad de fructificación en las secciones de dos y tres años de la rama se presentan en mayor cantidad, cuanto más fuerte sea el desarrollo de la sección respectiva de la rama (Fig. 39).

Como se ve, la cosecha o el rendimiento frutal del cerezo depende ante todo del grado de su crecimiento que, por otra parte, no deberá sobrepasar un determinado estado de condición óptima. Un crecimiento excesivo sustraería a los órganos fructíferos las sustancias nutritivas indispensables para su maduración.



Figura 39. Dardos cortos en ramas de 2 años que producen muchas flores (izquierda). Dardos de madera más vieja que producen menos flores y al fin perecen (derecha)

Brotes fructíferos cortos y largos

Los brotes cortos o dardos

GUINDO ACIDO

Zona fructífera de los brotes en el guindo ácido

La distribución de las flores en los brotes del guindo no es en ningún caso idéntica a la que se observa en el cerezo. Al contrario, son ante todo los brotes semifuertes los que forman flores en cantidades considerables.

Los brotes cortos del guindo se comportan de manera muy similar a los cerezos. Forman abundante cantidad de flores, mientras sus yemas terminales producen hojas y eventualmente un brote débil. De esta manera, estos brotes cortos se mantienen activos durante años (Fig. 40).

Los dardos florales del guindo se presentan frecuentemente en forma de rosetas o ramillete que suelen llamarse también "brotes bouquet". Cuanto más vigorosos son, mayor cantidad de flores producen. En vista de que el vigor del dardo depende de la vitalidad o de la fuerza de crecimiento de la sección respectiva del brote que lo lleva, un buen crecimiento de estos brotes promete una abundante formación de flores.

Sin embargo, la vitalidad del guindo no debe exceder ciertos límites, pues al sobrepasarlos se inhibirían demasiado los dardos de las secciones de tres o más años de las ramas.

Los dardos mejor desarrollados se encuentran, tal como en las especies ya discutidas, en la madera de dos años. Abundan en esta parte



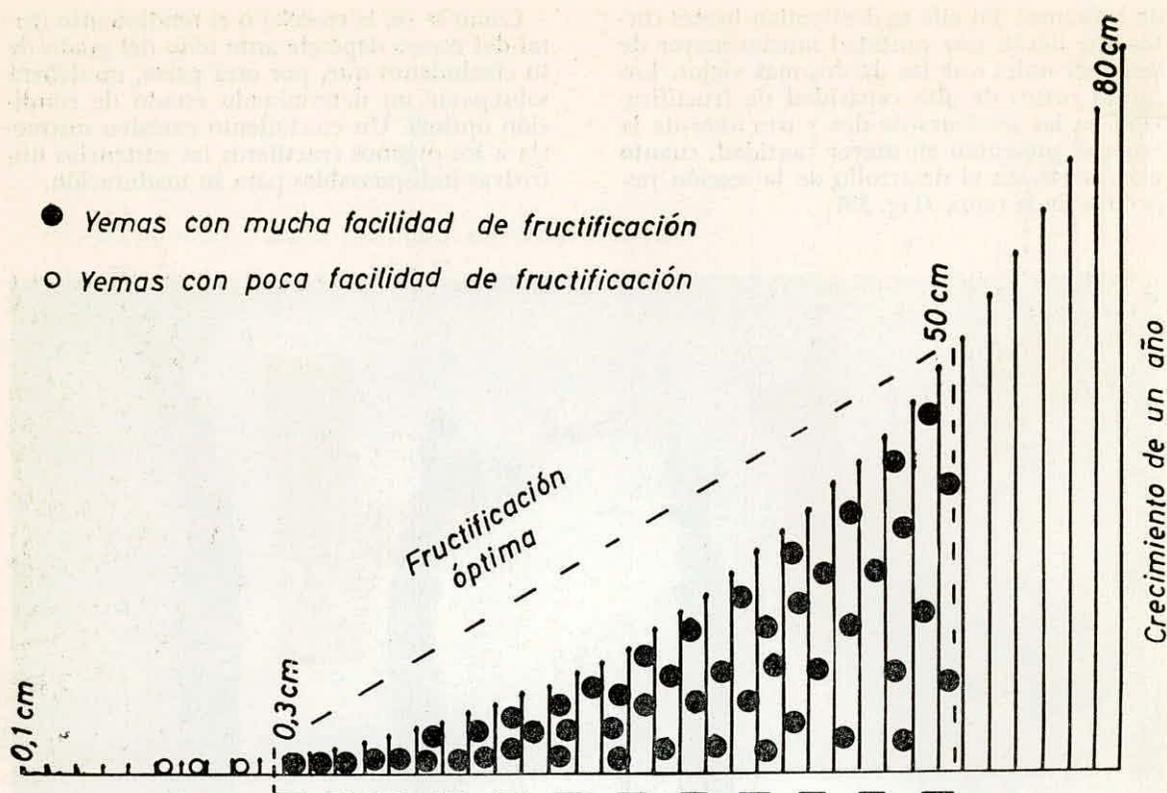


Figura 40. Zona de floración en ramas de guindos. Los dardos y ramas de vigor medio fructifican (FEUCHT, 1961)

y tienen un extraordinario poder de fructificación. Acercándose a la sección de tres años de la rama se va manifestando cierta inhibición. Los dardos nuevos son en parte más delgados o más cortos y, por lo tanto, la formación de flores es menor (Fig. 41).

Esta tendencia aumenta hacia la madera de cuatro o más años. La importancia económica de la producción frutal, está ligada a las partes o zonas más jóvenes de la rama.

Brotos largos

Los brotes largos del guindo ácido aportan una considerable porción de la cosecha. Por ejemplo, en el Morello (guinda negra), los brotes entre 25 y 60 cm. de largo llevan una cantidad sorprendente de flores, desapareciendo las yemas vegetativas. La escasa formación de hojas conduce muchas veces al agotamiento del árbol. Sólo los brotes largos muy vigorosos vuelven a producir una mayor cantidad de yemas vegetativas. Por lo tanto, en muchos casos es conveniente que el crecimiento del guindo sea vigoroso y podar o recortar sólo algunos pocos brotes largos vigorosos. No vale la pena podar los brotes más cortos que 30 cm. pues no reaccionan en la forma deseada. Generalmente tienen en su centro una sola yema de brote dé-

bil o ninguna. REICHEL y MEIER (1961) y SCHULZ (1959) recomiendan que se limite la poda a unos pocos brotes largos (Fig. 42).

CIRUELOS

Los brotes cortos

Los brotes más vigorosos se encuentran en la sección de dos años de la rama. Las flores que en ella se desarrollan tienen una alta capacidad de fructificación. Además, son justamente estas las secciones de la rama en que se desarrolla la madera frutal en gran abundancia.

Hacia la madera más vieja disminuye el crecimiento y la capacidad productiva (Fig. 43). Disminuye también el número de flores por brote corto pero sin afectar su calidad. Por otro lado, WAUGH, citado por GARDNER, BRADFORD y HOOKER (1952), afirma que en árboles jóvenes de ciruelos pueden formarse pistilos mal desarrollados, y por lo tanto la cosecha se verá disminuida.

En la sección de cinco años de la rama, la inhibición puede llegar a un extremo tal que el brote corto, como individuo, incluso muere. En consecuencia el ciruelo también necesita una renovación o rebrote anual, para que su fertilidad se renueve en la madera joven.

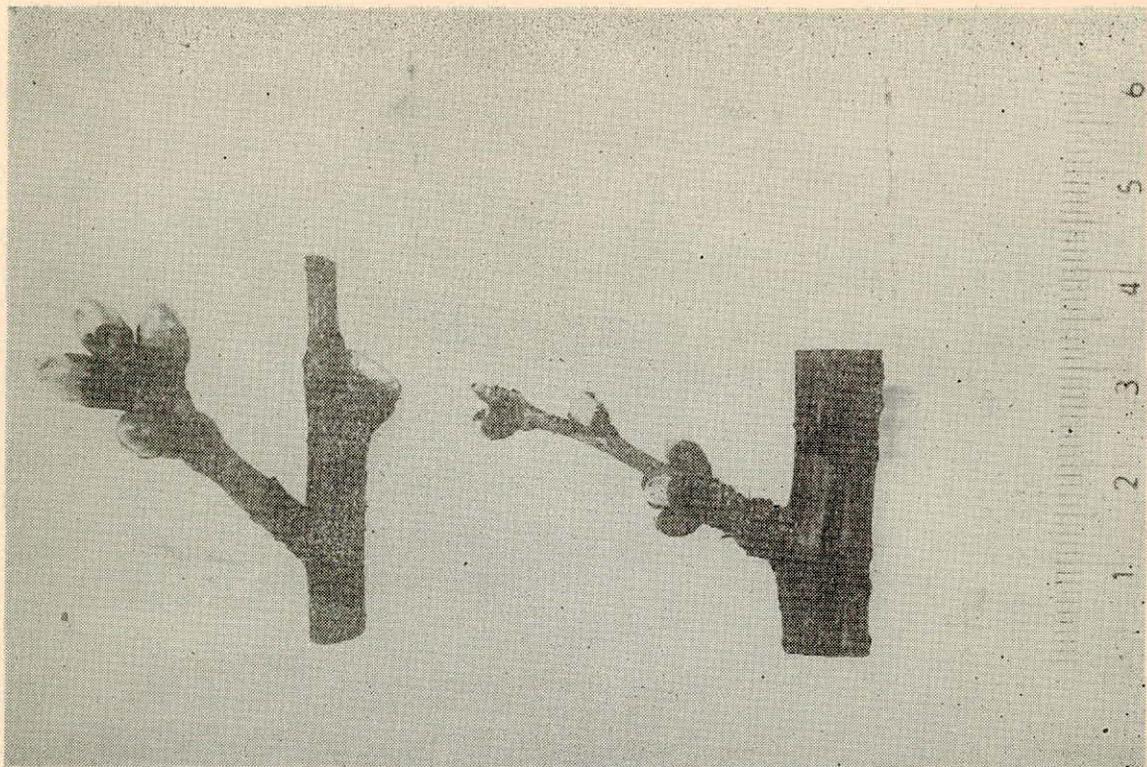


Figura 41. Ramillas cortas de guindo de un sector de dos (izquierda) y tres (derecha) años. El mejor desarrollo está en el sector más joven. Por eso el árbol exige un rejuvenecimiento constante

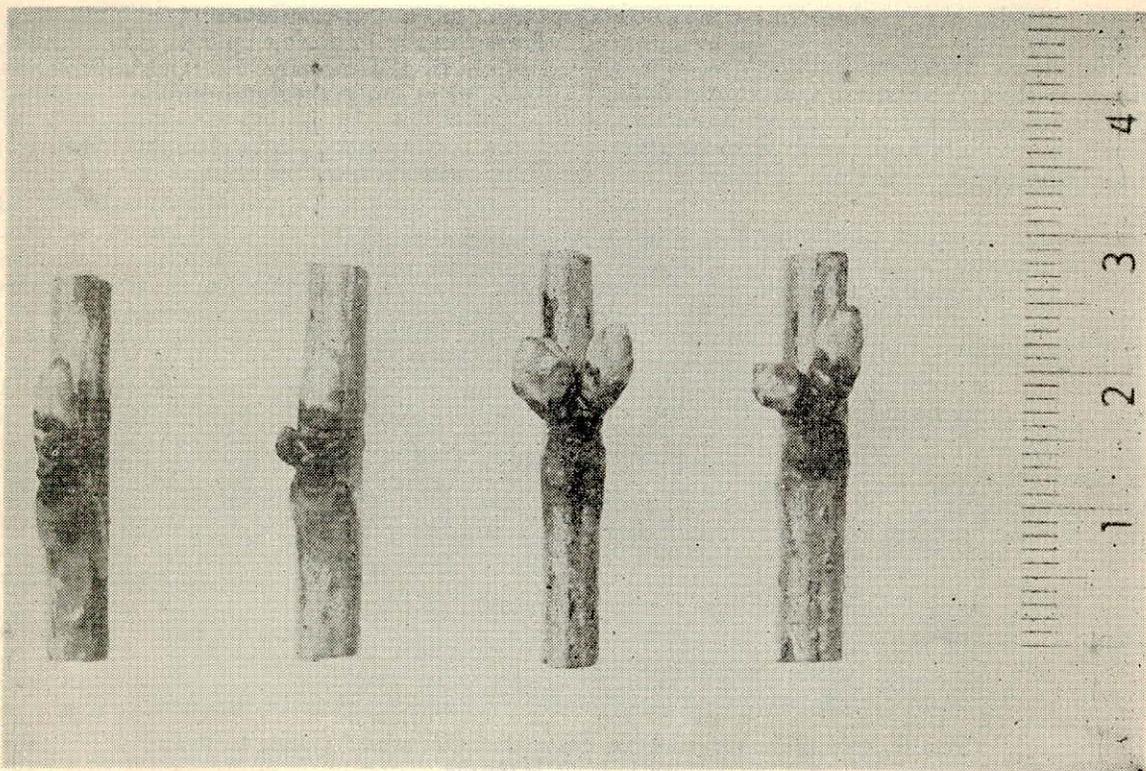


Figura 42. Sectores de ramillas largas de guindo ácido. Los dos sectores de la izquierda llevan yemas vegetativas (alargadas). El siguiente es floral (yemas redondas) y el último sector lleva una yema vegetativa (alargada) y floral (redonda)

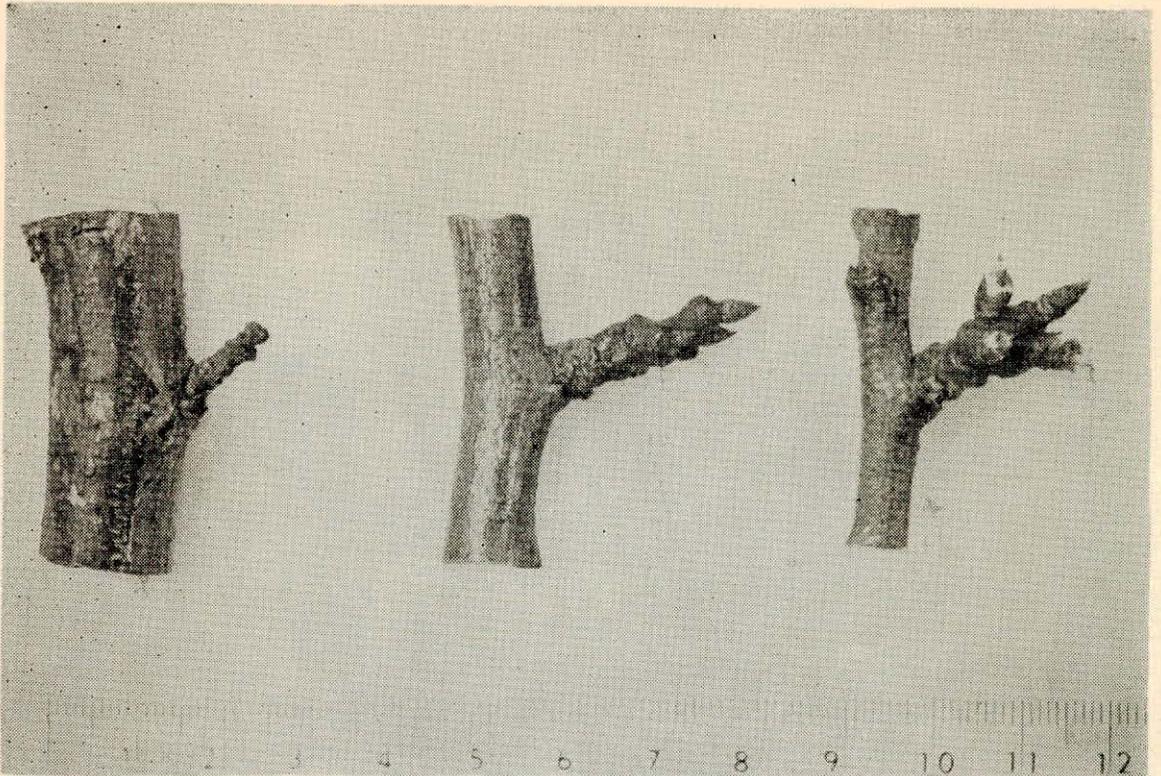


Figura 43. Dardos cortos colocados en ramas de ciruelos de 2, 3 y 4 años (de derecha a izquierda). A medida que aumenta la inhibición de los dardos disminuye la fertilidad

No sólo el número absoluto de los brotes cortos o dardos, sino también su largo influye sobre el rendimiento. Por ejemplo, en la variedad Nancy Mirabelle son los dardos más largos los que producen mayor cantidad de flores y son justamente ellos los que se encuentran a su vez, en la madera más vigorosa (Fig. 44). Como puede verse en la variedad Nancy

Mirabelle, el crecimiento influye favorablemente sobre el rendimiento. De manera similar se comportan por ejemplo, la ciruela Ontario o la Claudia italiana. En cambio, otras variedades se limitan generalmente a pocas flores en la base del dardo independiente de su largo. Naturalmente, estos ejemplos tienen validez absoluta sólo para el lugar en que se en-

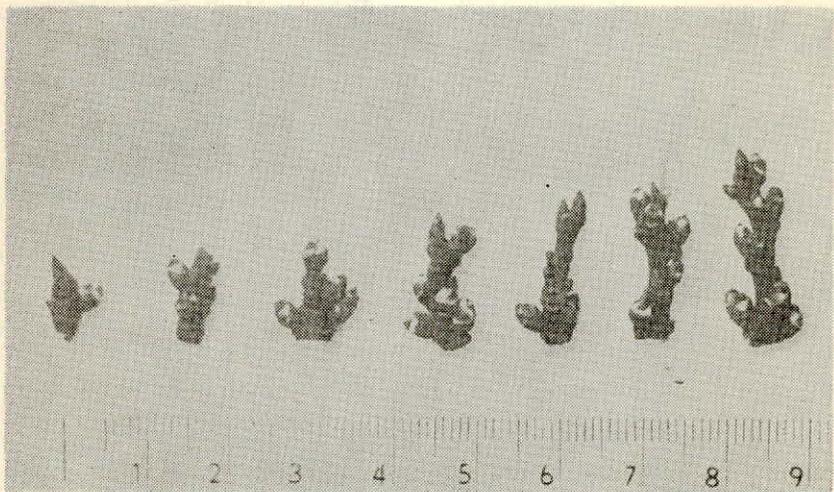


Figura 44. Dardos cortos de mirabolán. Un crecimiento vigoroso aumenta las flores y, por lo tanto, la cosecha

cuentra el árbol o la huerta. Influencias climáticas y condiciones del suelo son factores que evidentemente pueden variar la floración de modo más o menos perceptible.

Según RIERA (1953), se puede hacer una diferenciación de variedades japonesas y europeas en cuanto a la formación de los dardos. En el primer caso son de más corta vida y la poda debe ser más profunda para estimular la renovación de los brotes. Lo contrario sucede en las variedades europeas (Fig. 45). Cuando el clima durante la floración es seco y caluroso

como ocurre muchas veces en la Zona Central de Chile se produce una fructificación abundante que puede conducir a un añerismo de los árboles. Los árboles con muchas frutas en los cuales no se produjo inducción floral tienen más Ca en sus brotes que aquellos en que se ha producido (FEUCHT y ARANCIBIA, inédito).

Esto concuerda con los ensayos de RICHTER citado por GARDNER y colaboradores (1952), según el cual las yemas vegetativas de los ciruelos contienen más Ca que las yemas florales.

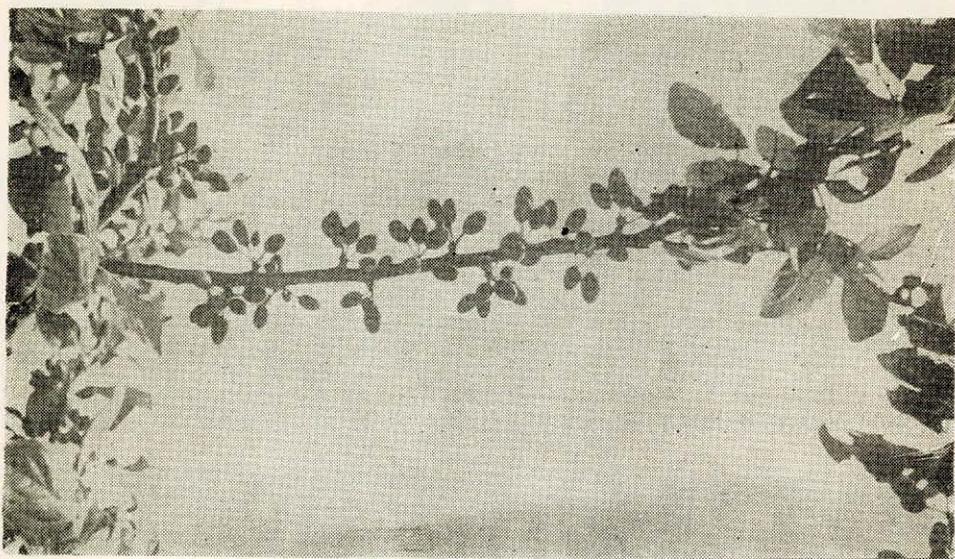


Figura 45. Rama de ciruelo de tres años, que en la mayoría de las variedades tiene la mayor parte de la cosecha

El brote largo

En ciruelos japonés y europeo tiene el brote largo de un año una gran importancia económica debido a su contribución a la cosecha, aunque no en todas las variedades. En las respectivas huertas en que se hicieron las investigaciones se nota en los brotes largos de Reina Claudia y de la ciruela "Buhler" la ausencia o escasez de flores. Otras variedades, en cambio, por ejemplo la ciruela Ontario o Reina Victoria producen muchísimas flores en el brote largo de un año. Estas variedades tienen una marcada tendencia al agotamiento o a un crecimiento demasiado débil a través del año y, por lo tanto, hay que dedicarles un cuidado y atención especiales (Fig. 46).

DAMASCO

En el damasco, el crecimiento de los extremos de la copa es mediano. Por lo tanto, la renovación de los brotes en el interior de la copa no necesita de un recorte muy intensivo. Incluso

los brotes cortos en la madera vieja son de buena longevidad y tienen bastante capacidad de floración.

La zona de floración predominante se encuentra en el damasco generalmente en un brote largo y en dardos de uno a tres años. De ahí resulta que es indispensable que se renueven los brotes constantemente, pues la madera vieja dispone sólo de una fertilidad más restringida (Fig. 47).

Un crecimiento débil conduce en el damasco a una reducida formación de hojas, con el consecuente agotamiento del árbol. La madera débil de un año no produce ningún brote en el año siguiente, de modo que no se forman ni flores ni frutas, es decir, se desyema.

Sólo los brotes largos vigorosos son capaces de conservar su fertilidad durante varios años. Nacidos en la sección de dos años de la rama generan brotes cortos que, a su vez, producen yemas florales y vegetativas y conservan eventualmente su poder productor durante uno o dos años más (Fig. 48).

La figura siguiente demuestra esquemática-



Figura 46. La madera vigorosa y joven produce muchas y grandes frutas. La parte de la rama que tiene pocas hojas corresponde al sector de tres años. Al empezar la inhibición disminuye la productividad

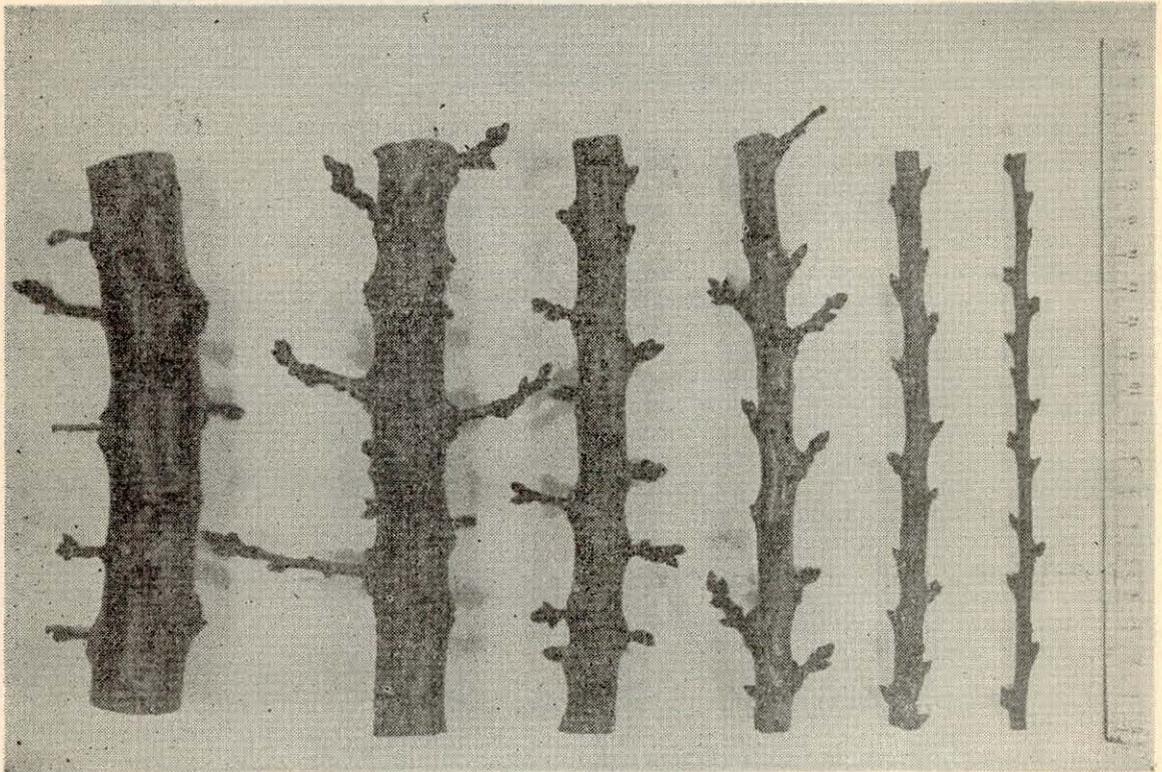


Figura 47. Las dos últimas ramas de la derecha que producen muchas yemas florales y vegetativas, son de un año. Las dos siguientes son ramas de dos y tres años con muchas flores. Por último a la izquierda ramas de cuatro y cinco años cuyos dardos empiezan a morir

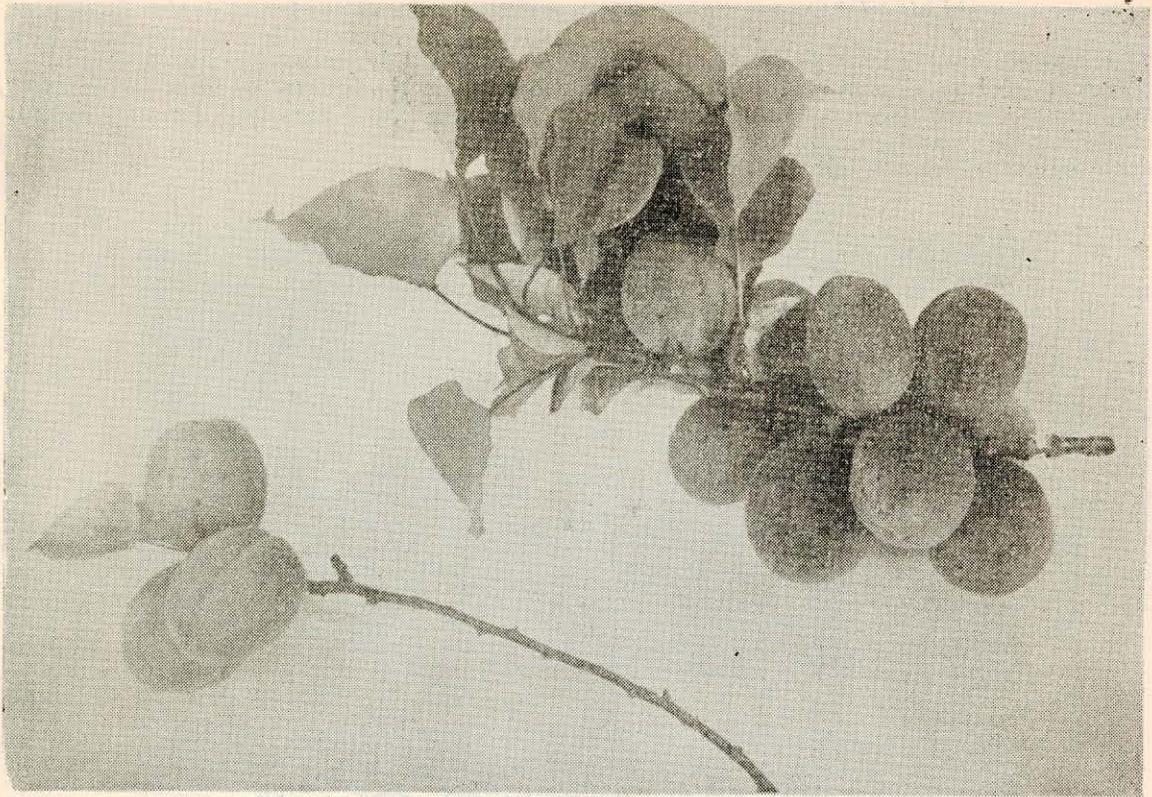


Figura 48. Abajo: Rama débil de damasco con yemas laterales muertas, sólo la yema terminal ha alcanzado a brotar y fructificar. Arriba: Ramas más fuertes que siguen con su actividad con respecto a las yemas laterales. Por otra parte, el poder procreador de un brote vigoroso de un año se transmite también a los brotes laterales cortos que, por lo tanto, son capaces de producir yemas florales y vegetativas de gran vitalidad y llegar a la formación de frutas (Fig. 49).

Por otra parte, el poder procreador de un brote vigoroso de un año se transmite también a los brotes laterales cortos que, por lo tanto, son capaces de producir yemas florales y vegetativas de gran vitalidad y llegar a la formación de frutas (Fig. 49).

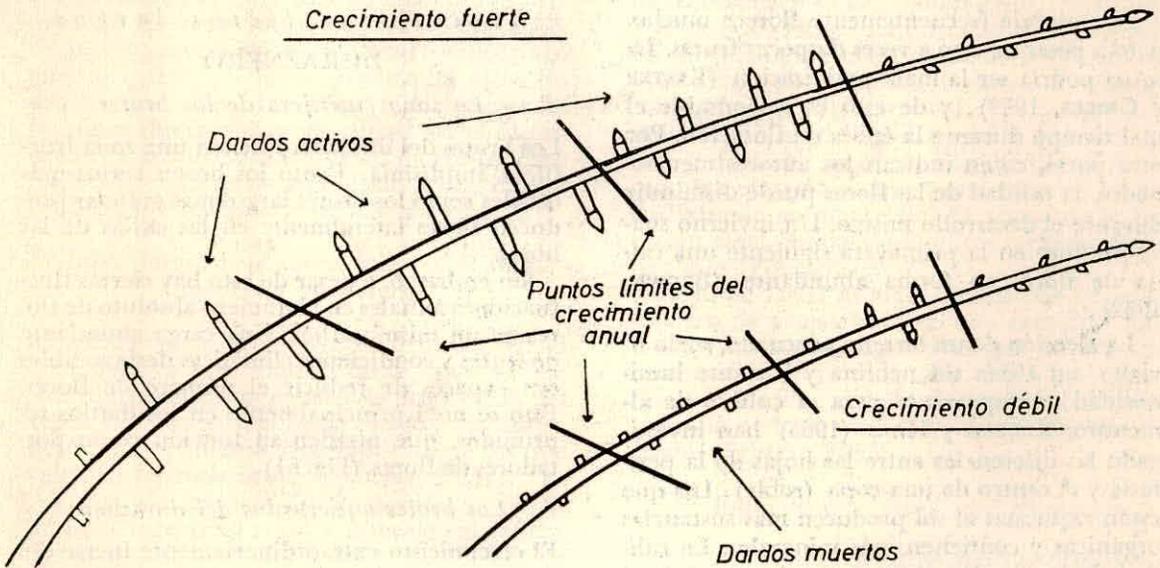


Figura 49. Un crecimiento débil de la rama madre conduce a un crecimiento débil de los dardos laterales. Por otro lado un desarrollo vigoroso se traslada al crecimiento lateral

ALMENDRO

El almendro lleva muchas yemas florales laterales en las ramas largas de un año. Como estas ramas además tienen una cantidad apreciable de yemas vegetativas, son capaces de producir gran cantidad de frutas. Al año siguiente

existen en las ramas largas dardos fuertes los cuales se mantienen dos o tres años activos y fructifican. Por eso conviene mantener el almendro en condiciones de buen crecimiento, como una ayuda para impedir un añerismo (Fig. 50).



Figura 50. Ramillas de almendro. De izquierda a derecha: Sector de una ramilla larga de un año con yemas vegetativas y florales. Ramilla corta de un año con flores laterales. Tercera y cuarta ramillas con yemas muertas

Esta especie frecuentemente florece mucho, pero a pesar de esto a veces da pocas frutas. La causa podría ser la mala polinización (KESTER y GRIGGS, 1959), y de esto es responsable el mal tiempo durante la época de floración. Por otra parte, como indican los autores mencionados, la calidad de las flores puede disminuir durante el desarrollo mismo. Un invierno suave produce en la primavera siguiente una caída de flores en forma abundante (BROWN, 1952).

La elección de un terreno adecuado, suelo liviano, un clima sin neblina y bastante luminosidad es importante para el cultivo de almendro. KAUSCH y HAAS (1965) han investigado las diferencias entre las hojas de la periferia y el centro de una copa (roble). Las que están expuestas al sol producen más sustancias orgánicas y contienen más minerales. La calidad de los dardos disminuye mientras más al centro de la copa se encuentren.

Brotos fructíferos largos

DURAZNERO

La zona fructífera de los brotes

Los brotes del duraznero tienen una zona fructífera amplísima. Tanto los brotes cortos más débiles como los brotes largos más grandes producen flores lateralmente en las axilas de las hojas.

Sin embargo, a pesar de esto hay ciertas fluctuaciones anuales en el número absoluto de flores en un mismo árbol. Una carga abundante de frutas y condiciones climáticas desfavorables son capaces de reducir el número de flores. Esto se nota principalmente en los dardos reprimidos, que pierden su función como portadores de flores (Fig. 51).

Los brotes anticipados del duraznero

El crecimiento extraordinariamente fuerte del duraznero produce brotes anticipados que salen de brotes de un año muy vigorosos,

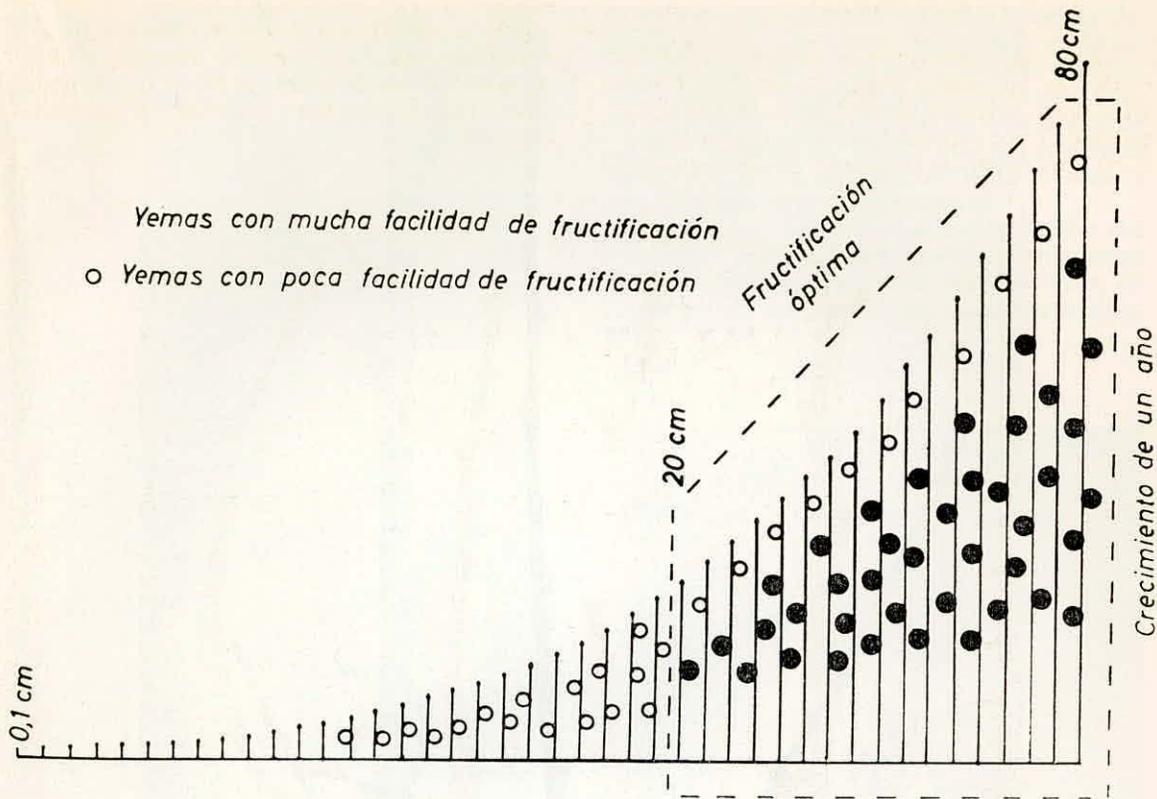


Figura 51. Zona de floración de ramas de duraznero. Las flores de ramas vigorosas poseen una mayor facilidad de fructificación

Estos brotes anticipados desarrollan numerosas yemas florales. Pero estas flores son de baja calidad e incluso a veces deformadas. Su capacidad fructífera es mínima (FEUCHT, 1955). Por lo tanto, hay que eliminar estos brotes prematuros. En todo caso debe hacerse una poda de recorte severa en los durazneros de crecimiento fuerte, pues son justamente éstos los árboles que tienen tendencia a desyemarse en las zonas interiores de sus copas. En el duraznero el traslado de la actividad de crecimiento hacia los brotes de un año produce una inhibición en las zonas básicas de la copa (Fig. 52).

El brote largo, la madera frutal más importante del duraznero

Al contrario de otras especies frutales, en el duraznero es ante todo el brote largo el que contribuye en mayor escala a la producción del árbol. Por esta misma razón son sólo los durazneros de crecimiento vigoroso y fuerte los que valen en la fruticultura (FEUCHT, 1955).

Exceso de fruta, escasa formación de hojas, período vegetativo corto y falta de sol conducen al agotamiento del duraznero. A pesar de que el duraznero tiene una extraordinaria capacidad de floración, aquellos factores reducen

igualmente el número de flores. En vez de yemas florales se desarrollan entonces sólo yemas vegetativas débiles que producen hojas pequeñas. Una fuerte caída de flores en primavera es la consecuencia del agotamiento (ASHIZAWA y KURETANI, 1961). La cantidad de flores puede sufrir una merma a causa de temperaturas muy altas durante el día y especialmente durante la noche (HIRAI y col., 1961). Los mismos investigadores señalan que la fertilización con P fomenta la formación de flores, pero que una extrema sequía o una excesiva humedad atrasan su desarrollo. El atraso de la floración en el duraznero significa menor calidad de flores (FEUCHT, 1955).

El brote largo produce, junto con un gran número de yemas florales, una cantidad suficiente de yemas vegetativas que impiden el agotamiento del árbol (Fig. 53). Las yemas florales situadas al lado de las yemas vegetativas son de buena calidad y fructifican en alto grado (FEUCHT, 1955).

El brote frutal "falso" del duraznero

Los brotes débiles del duraznero se distinguen a veces por un exceso de flores, mientras las hojas disminuyen. Las ramas en el próximo

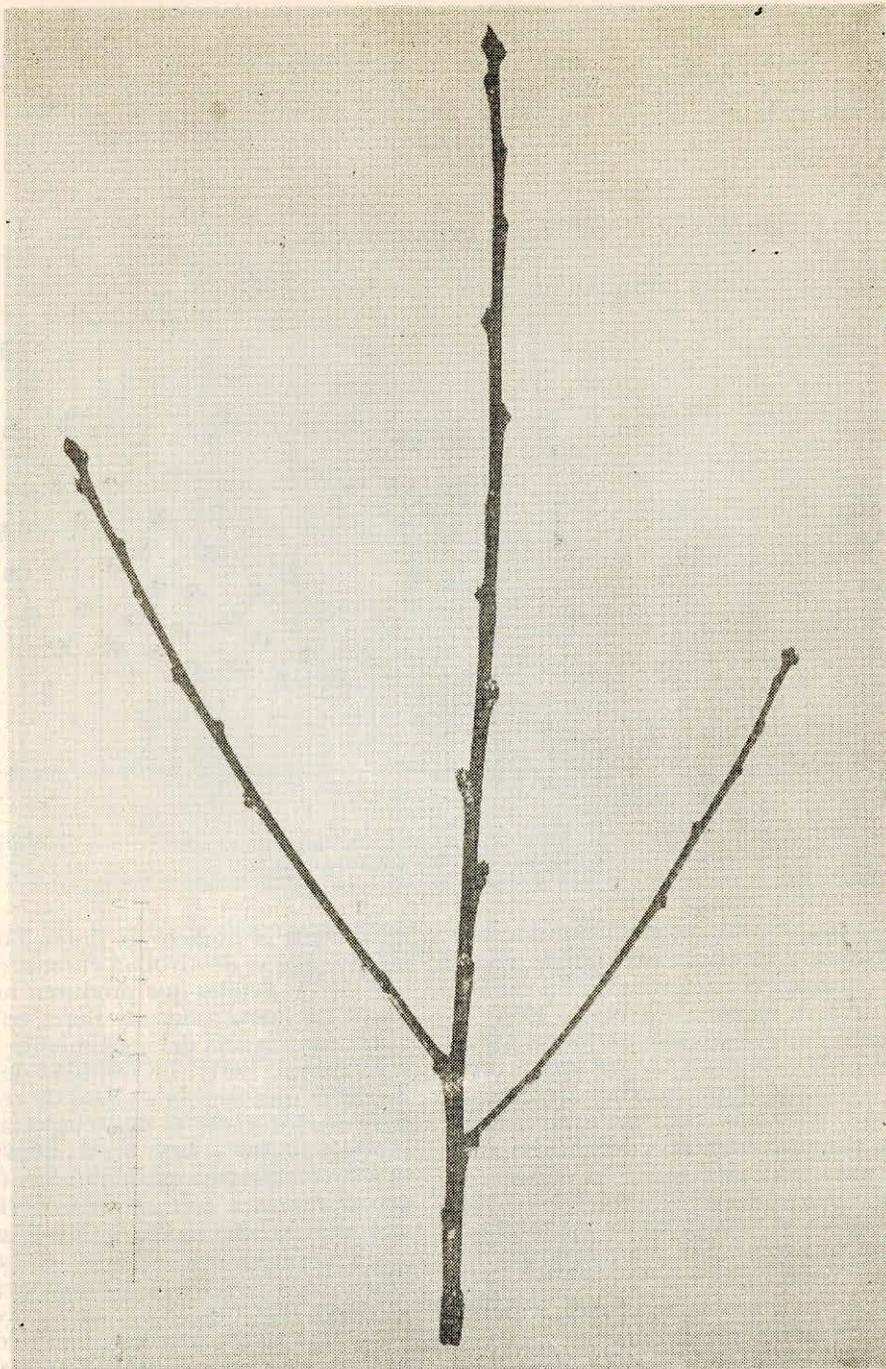


Figura 52. Ramas vigorosas de duraznero producen ramillas anticipadas. Las flores de las ramillas anticipadas son de mala calidad

período vegetativo están expuestas a la inhibición en su desarrollo. Las yemas axilares están en su mayoría atrofiadas, de manera que no hay posibilidades que se desarrollen brotes cortos laterales. Comienzan entonces a desyemarse. Por lo tanto, esta clase de brote es improductivo y debe ser eliminado de la copa del

árbol (Fig. 54). Ocurre exactamente lo mismo a causa de falta de frío (WEINBERGER, 1950).

El brote corto reprimido

Entre aquellos brotes cortos de los frutales, el brote reprimido ocupa un lugar aparte, de-

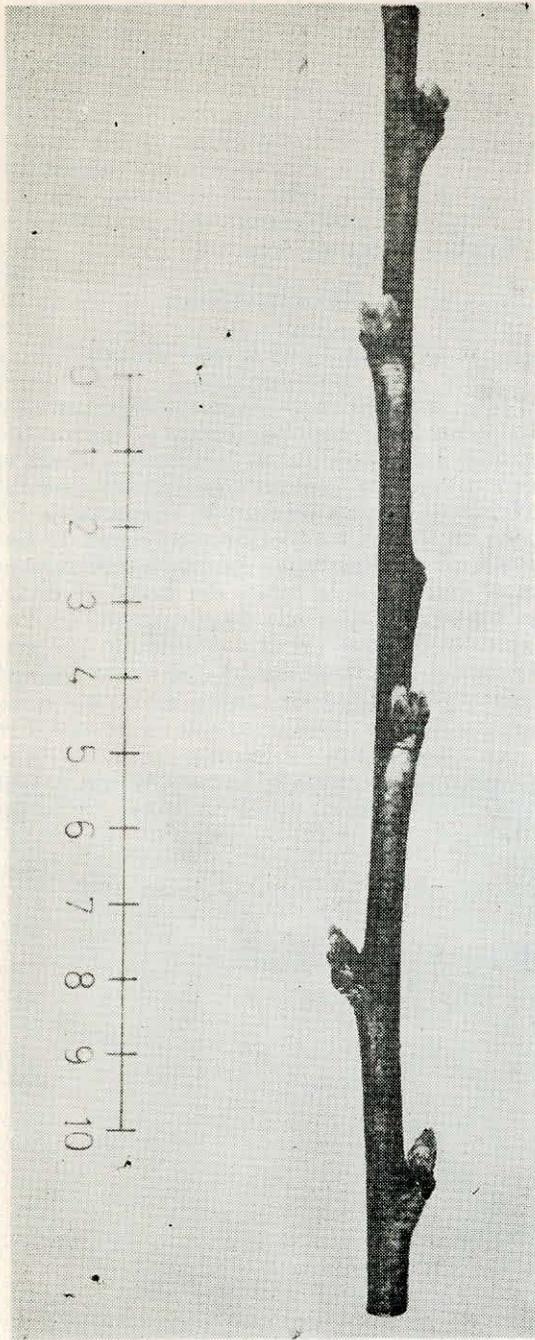


Figura 53. Las ramas largas de durazneros producen numerosas flores y hojas, por lo tanto, tienen mayor producción que las ramillas

bido a su efímera vida. La yema terminal de hojas que eventualmente pudiera ser la base para un futuro crecimiento, es muchas veces tan débil que no tiene la fuerza suficiente para seguir desarrollándose. Tampoco ocurrirá un futuro crecimiento desde sus yemas laterales,

ya que de ellas sólo saldrán yemas florales llamadas "ojos dormilones". Esta clase de brote corto se seca generalmente pasado el período de vegetación siguiente y muere. Había fructificado una vez. En cambio, recordémonos de los brotes cortos del cerezo que muchas veces siguen creciendo durante unos 10-15 años y que aún entonces cargan frutas.

La vida tan breve de los brotes débiles del duraznero, característica de esta especie, exige forzosamente un recorte anual intensivo y, en consecuencia, una poda más bien severa (Fig. 55).

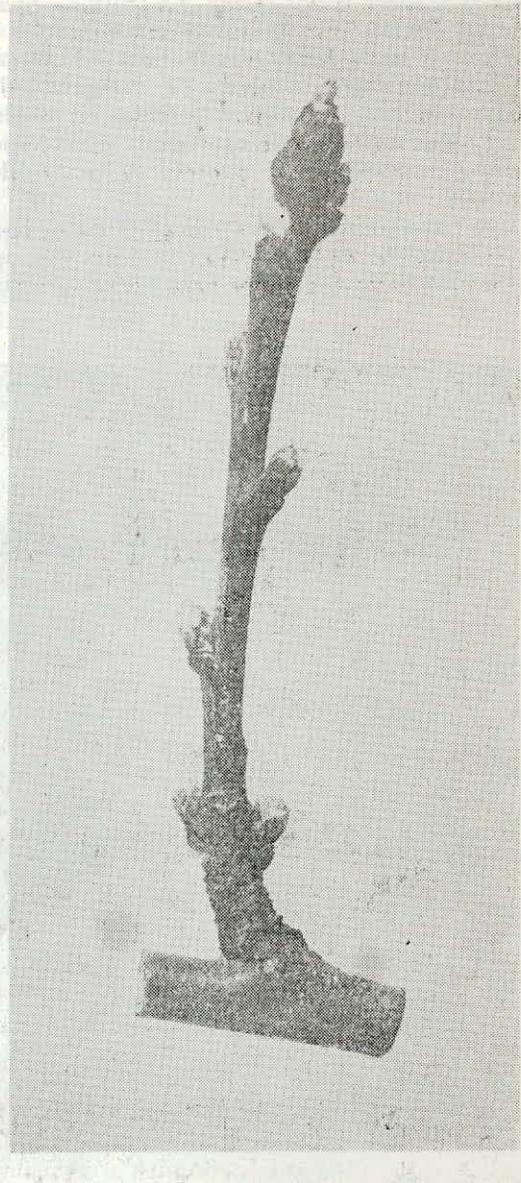


Figura 54. Ramilla de duraznero que produce muchas flores y pocas hojas; por eso se agota muy rápido

LA NUTRICION DE LA MADERA FRUTAL

La descripción de los fenómenos morfológicos propios de la madera frutal nos demostró las considerables diferencias que existen entre los brotes de alta y baja calidad. Estas diferencias se manifiestan ante todo en su poder de crecimiento.

Las diferencias en el crecimiento se deben en parte a buena o mala alimentación de los diferentes brotes.

Como queda dicho, en los frutales en general y sobre todo en las especies añeras, la fruta en gestación tiene una influencia decisiva sobre la madera frutal vecina. La fruta es capaz de inhibir el flujo de sustancias minerales y orgánicas hacia los dardos frutales más cercanos. Ahora bien, la escasez de cualquiera de estas sustancias nutritivas produce en determinados puntos donde ocurre el metabolismo una perturbación del proceso de desarrollo normal.

El conocimiento de la demanda de sustancias minerales de la madera frutal nos proporciona los datos necesarios para poder suminis-

trar al frutal por medio de un fertilizante bien dosificado, el nivel óptimo de sustancias nutritivas para la formación de flores y frutas.

A continuación trataremos de sintetizar en forma breve todos los conocimientos recogidos hasta el presente. Desafortunadamente nos daremos cuenta que existen muchos puntos no aclarados hasta la fecha, de modo que una serie de ellos de gran importancia para la práctica deben ser estudiados.

NITROGENO

Su distribución en la copa del árbol

El flujo o la afluencia de N se dirige primordialmente hacia aquellos puntos de mayor demanda. Estos puntos son las frutas jóvenes y los extremos de los brotes en crecimiento. El crecimiento de los brotes y la afluencia de N están en íntima correlación. Las flores de las pomáceas se desarrollan preponderantemente en el extremo o la punta del brote, es decir en lugares de afluencia de nitrógeno. En los capítulos anteriores se dejó establecido que son los dardos más vigorosos los que tienen mayor capacidad de floración.

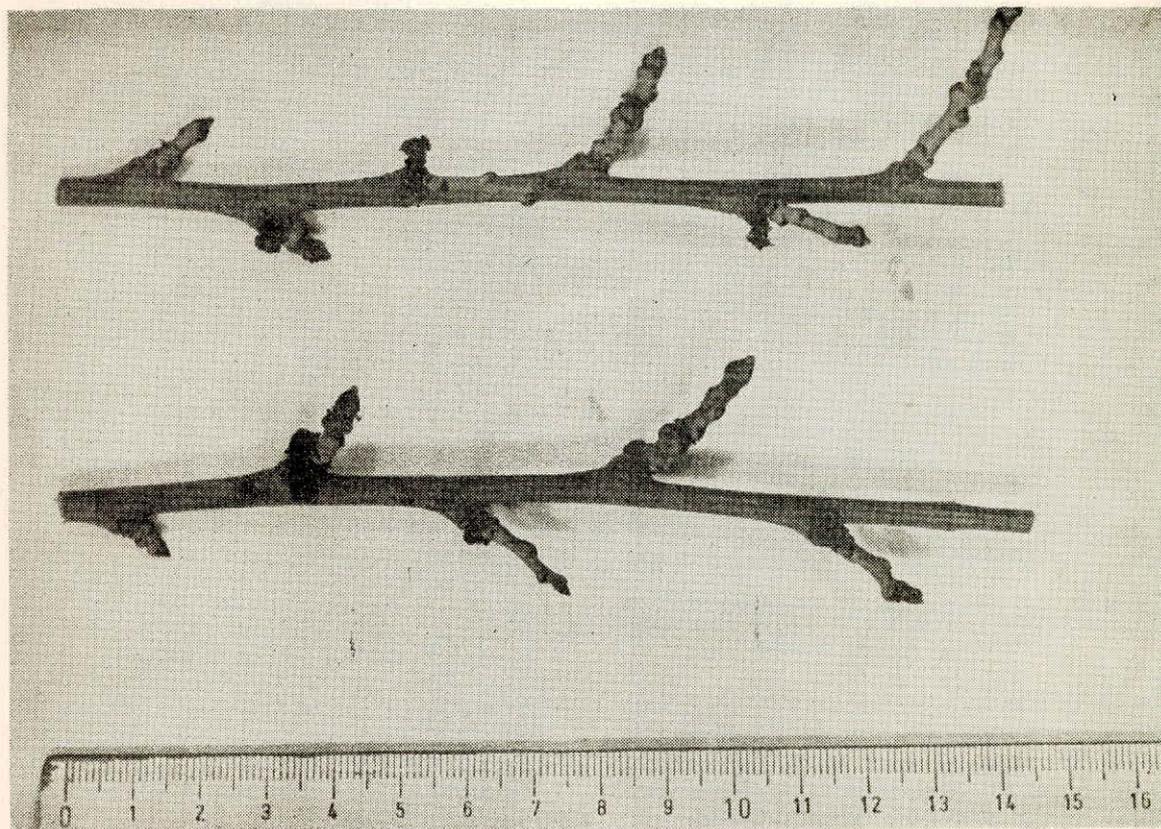


Figura 55. Dardos de duraznero con yemas laterales y terminales muy inhibidas. Estos dardos son inútiles.

Una gran carga de fruta tiene como consecuencia una acumulación de N en las hojas de los brotes largos (CAIN y BOYNTON, 1948; EMMERT, 1954; MASON, 1955; LAMB, GOLDEN y POWERS, 1956). Esto se explica teniendo presente que asimilan más que las hojas de árboles sin fruta (KAZARIAN y col., 1963).

Por otra parte, en el naranjo las hojas en inmediata vecindad de la fruta contienen menos N que aquellos que se encuentran a mayor distancia de ella (EMBLETON y col., 1963). Es indudable que las frutas jóvenes demandan grandes cantidades de nitrógeno, pues los compuestos solubles de N desempeñan un papel decisivo en la formación de la fruta (GOUNY y HUGUET, 1964). MURNEEK, citado por KRAMER y KOSLOWSKI (1960), menciona un ejemplo de la distribución de N en un árbol en que la carga de fruta era normal. El consumo de N se divide en tres tercios repartidos más o menos uniformemente para la formación de madera, hojas y frutas (Fig. 56).

El nitrógeno y la floración

La inducción floral trae consigo una mayor actividad de las yemas (THOMAS, 1963). Esta actividad exige la presencia de proteínas y de otras sustancias nitrogenadas (COLLINS y col., 1963). El nitrógeno sirve además para la activación de potasio y fósforo (HAERDTL, 1963)

necesarios para la formación de la flor. Esto coincide con el hecho de que las yemas florales brotan ante todo en los dardos más vigorosos de las pomáceas, mientras que los brotes cortos más débiles se mantienen con mucha mayor frecuencia estériles o se pliegan al añerismo (LUCKE, 1958; RUDLOFF y LUCKE, 1960; EITEL, 1961).

OSTROUHOV (1952) destaca la influencia positiva del nitrógeno con respecto a la formación de proteínas y a la floración. KOBEL (1954) informa detalladamente sobre la posibilidad de fomentar la floración por medio del abono de N, siempre que se cuide de que el abono no se aplique en cantidad tan abundante que el crecimiento llegue a ser excesivo. FRITZSCHE y sus colaboradores (1964), encontraron que una dosis mediana de N favorece en el cerezo la floración. En cambio, disminuyendo o aumentando esta dosis pudieron observar que la cantidad de flores era menor.

Pero tal como pudo observarse en miles y miles de casos, en las especies añeras, ni los árboles mejor alimentados ni los más hermosos brotes cortos produjeron flores, cuando la carga frutal era excesiva. La fruta joven tiene un inmenso poder de absorción de nitrógeno (NITSCH, 1965). Esto provoca un déficit de N en las yemas vecinas a las frutas. Quedan más chicas y forman únicamente hojitas. Fenómenos similares pueden observarse en otras plan-

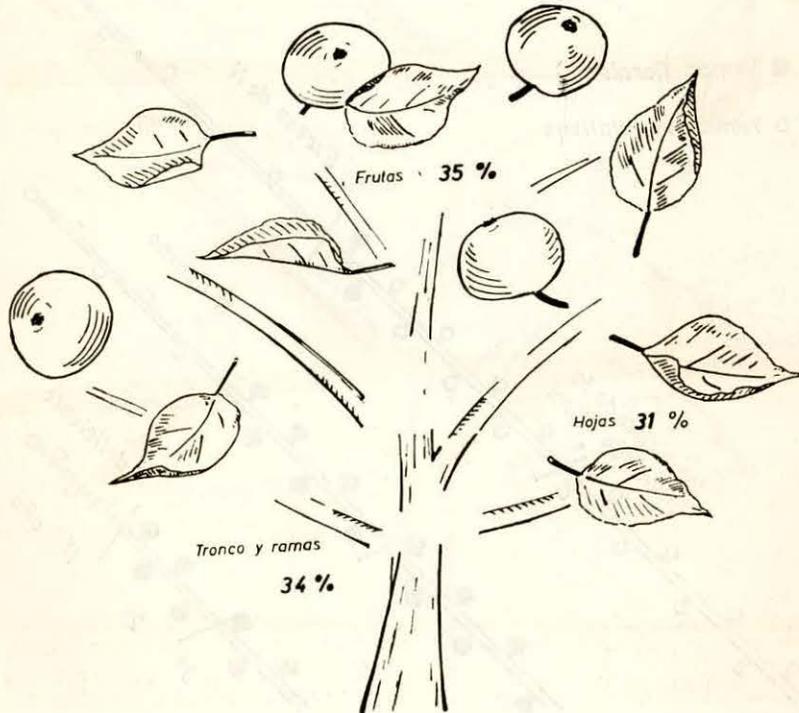


Figura 56. Un ejemplo de la distribución del N en diferentes órganos del manzano

tas. CHAMPAGNAT (1961) y GREGORY y VEALE (1957) deducen que la inhibición del crecimiento no sólo se debe a los procesos controlados por inhibidores, sino también a la escasez de N.

ALLEWELDT (1964) obtuvo en la vid, por medio de abono con N, un aumento de la floración.

Unos experimentos para conseguir por medio de determinadas dosis de N que las variedades añeras de manzano produjeran una cosecha constante y regular, no dieron ningún resultado positivo (WEEKS y SOUTHWICK, 1956). BOYNTON y sus colaboradores (1950) observaron que al alternar desde una floración débil a una fuerte ocurre un aumento del contenido de N en los dardos frutales. Pero en presencia de un añerismo fuerte no ocurre esto.

La nutrición y la fertilización de nitrógeno con respecto a la fructificación

Durante mucho tiempo el "miedo al nitrógeno" era en la fruticultura una verdadera pesadilla que empañaba los sueños florales. Fruticultores muy competentes habían sobrestimado los experimentos botánicos efectuados con otras plantas, por ejemplo siemprevivas (KLEBS, 1918) y los habían aplicado a los frutales. Las sales nutritivas, especialmente las que llevan

nitrógeno, eran consideradas, al contrario de los hidratos de carbono, como inhibidores de la floración.

En aquellos tiempos de cultivo la fruta colgaba incluso de la madera de dardos cortos y aun en árboles empalizados. El abono de N, fomentando los indeseables brotes largos, tenía efectivamente un efecto desfavorable sobre la madera de dardos cortos debilitando en ella su capacidad de floración.

Hoy en día, por falta de tiempo para que se cuide el árbol con dedicación, con el fin de formar sólo madera de dardos cortos con cuidado y paciencia, se prefieren los brotes largos jóvenes y vigorosos. Brotes numerosos y de fuerte crecimiento sólo pueden obtenerse por medio de una alimentación con N.

No hay ninguna duda que las yemas florecen aun en árboles no fertilizados. Pero la exhibición floral que ofrecen es sólo de corta duración, pues tanto el árbol como la madera frutal envejecen rápidamente y en consecuencia disminuye la fructificación. Por otra parte, una fertilización exagerada de N puede aumentar el crecimiento de los brotes largos de un año de tal manera que pronto las partes de dos y de tres años se verán afectadas y expuestas a un cierto efecto inhibidor. Los dardos que se encuentran en estas partes y que normalmente son de buena capacidad de floración, estarán sometidos a mayor inhibición y no

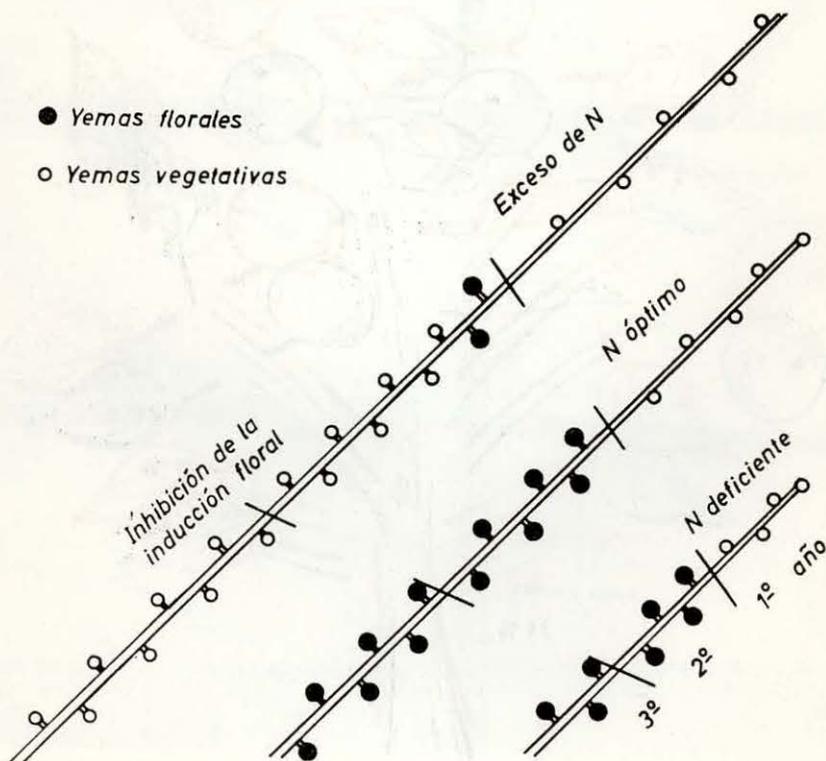


Figura 57. Ni un nivel de N excesivo, ni un nivel deficiente conducen a la formación de flores, en el caso de las pomoides

florearán. Son justamente las especies de crecimiento más fuerte las que, por causas naturales, están más expuestas a estos fenómenos de inhibición. La producción frutal es otro factor que incrementa el efecto inhibitorio y los árboles comienzan luego a alternar.

Por lo tanto, son especialmente las especies añeras las que necesitan más que otras de una inteligente dosificación de N. El crecimiento debiera ser siempre igual, año por año. De este modo se podría obtener, en la sección de dos años de la rama, que la vitalidad de los dardos frutales sea lo más pareja posible, fomentando con ello la capacidad o disposición de floración.

No debe olvidarse que una fertilización casi exclusiva de N empeora en todo caso la situación. Ante todo, puede desequilibrar la proporción de fósforo en hojas y brotes. SMITH (1962) publicó una serie de trabajos, en los cuales se confirma este tema. LABANAUSKAS, EMBLETON y JONES (1957) afirman que una dosis excesiva de N aplicada a los citrus es capaz de reducir el porcentaje de cinc, cobre y boro (Fig. 57).

Una brotación adelantada y la correspondiente terminación temprana de la misma, fa-

vorece las condiciones necesarias para la formación de flores, pues la disminución de la actividad coincide con la formación de las flores.

En general, en las pomáceas y en las bayas la mayor capacidad de floración se concentra en aquellas yemas que acusan un determinado grado de actividad (LENZ, 1961). En estas yemas no hay escasez de nitrógeno. YAMAZAKI y MORI (1957) observaron que una privación de N en noviembre y diciembre disminuye la floración en el manzano. AMBARCAMJAN (1958) obtuvo en el damasco, por medio del abono de P y N, un 43% más de flores en comparación con los demás árboles participantes en un experimento controlado. HILKENBAEUMER y SCHRODT (1965) obtuvieron una floración más abundante por medio de dosis adicionales de N durante el verano.

El volumen de la dosis de N depende naturalmente del crecimiento del árbol y tiene que estar de acuerdo con él. Tanto la fertilización excesiva como la escasa de N aminora el rendimiento. En el palto, EMBLETON y colaboradores (1959) encontraron que el valor óptimo de nitrógeno en las hojas era de 1,8% en lo que a fertilidad se refiere. Tanto un conte-

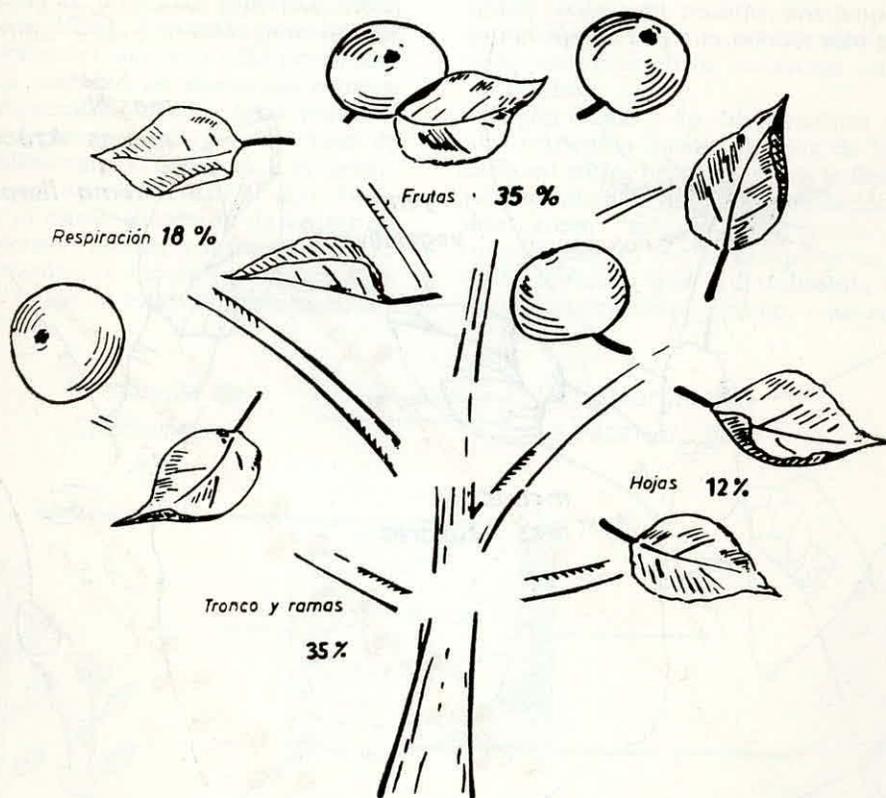


Figura 58. Un ejemplo del consumo de carbohidratos en manzanos (HEINICKE citado por KRAMER y KOSLOWSKI, 1960). El tronco y las ramas exigen un 35% de los carbohidratos. De ese 35% las yemas sólo requieren una pequeña fracción

nido mayor (2,4%), como uno menor (1,2%) de nitrógeno, produjeron una disminución del rendimiento. BALLINGER (1958) expone que el blueberry (*Vaccinium myrtillus*) tiene un comportamiento parecido.

Ultimamente, FRITZSCHE y otros (1964) pudieron confirmar, por medio de experimentos de fertilizaciones en manzanos, que tanto el exceso como la escasez de nitrógeno disminuyen el número de flores. Una dosis mediana de N acomodada a las necesidades de la especie y a las demás condiciones locales, tiene las mejores probabilidades para que el manzano mantenga un ritmo parejo de fertilidad acompañado de un alto rendimiento (KOBEL, 1954) (Fig. 58).

HIDRATOS DE CARBONO

Distribución de los hidratos de carbono en la copa del árbol

La incidencia de la luz es naturalmente más intensa en las porciones más jóvenes de la copa, o sea, en la periferia, que en su interior. Es ésta también la zona de mayor floración. La luz produce un efecto estimulante sobre la yema (MAY, 1965), pues proporciona ante to-

do la energía necesaria para la activación de las sustancias fosforadas y nitrogenadas necesarias para el proceso de la inducción floral. EISENHUT (1959) pudo comprobar que el lado sur de la copa del tilo producía más flores que el lado norte (ambos referidos al hemisferio norte). La copa del tilo es más frondosa que la de cualquier frutal, y por lo tanto, la luz no puede penetrar al interior de la copa con la misma intensidad. Los brotes y la fruta en desarrollo ejercen un fuerte efecto de absorción sobre los hidratos de carbono (BACHOFEN y WANNER, 1962; HALE y WEAVER, 1962). Una producción frutal muy abundante produce un agotamiento en el resto del árbol, especialmente sobre sus partes básicas. La consecuencia es el envejecimiento. La fruta requiere de gran cantidad de sustancias nutritivas justamente en noviembre y diciembre que es el período crítico de la inducción floral (Fig. 59).

Los hidratos de carbono y la formación de flores

Son pocos los temas de fruticultura discutidos a base de material argumentativo y de tantos y tan arraigados prejuicios, como son los que

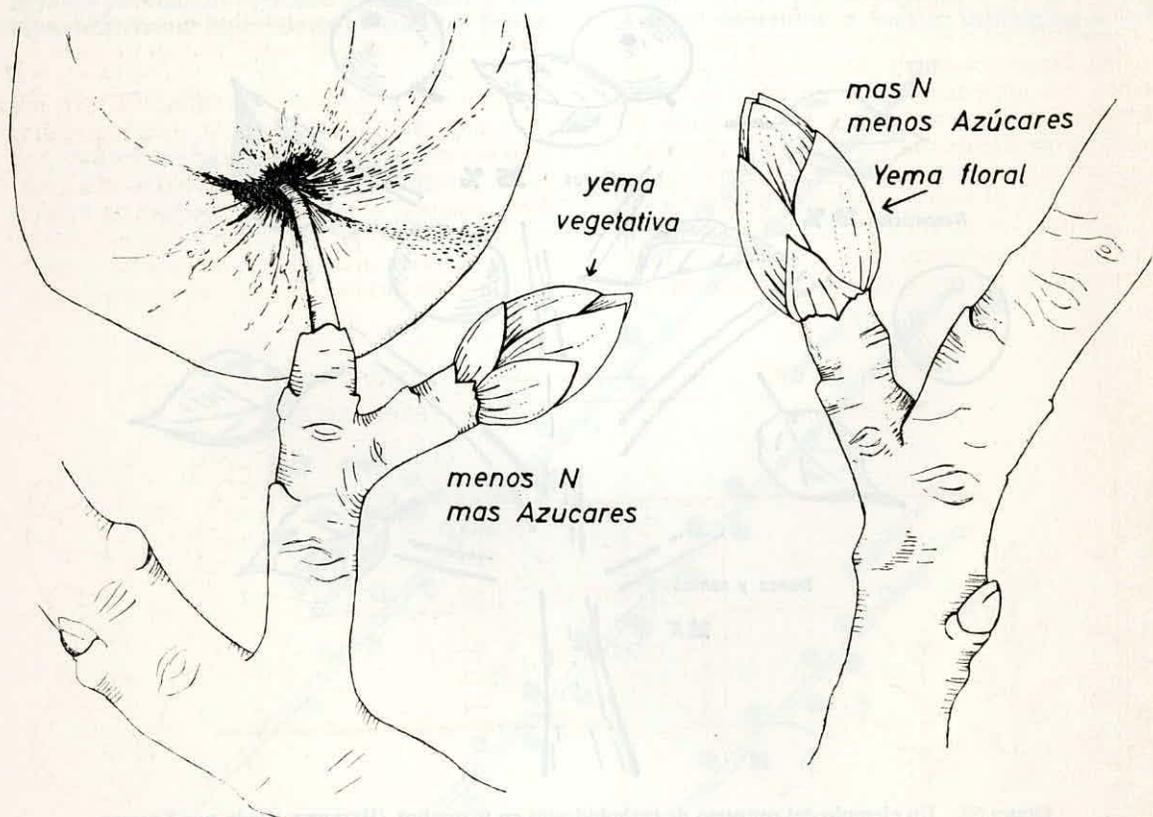


Figura 59. Las yemas con inducción floral contienen en los meses de noviembre y diciembre más N y menos hexosas (azúcares) que las yemas vegetativas (sin inducción floral)

se refieren a las relaciones hipotéticas entre las sustancias nutritivas y la formación de las flores.

Animados por ciertos experimentos botánicos, algunos investigadores en EE. UU. decidieron dedicarse a este problema, partiendo de la hipótesis que las futuras yemas florales debían contener más azúcar (sustancias nutritivas) que las yemas vegetativas. Sin embargo, los resultados fueron negativos. Las yemas florales contenían menos azúcar, lo que demostró que la hipótesis no era verdadera.

Los experimentos que ya se habían efectuado con respecto a toda clase de dardos frutales, se repitieron en las yemas terminales, verdaderos órganos de formación de flores (FEUCHT, 1964). Pero también en este caso, se constató que las yemas florales contenían menos glucosa y menos levulosa que las yemas vegetativas. Esto permite suponer que el azúcar es reducido y transformado inmediatamente después de haber llegado a las yemas florales.

Hay distintas posibilidades de introducir el azúcar en el proceso metabólico. Por ejemplo, la síntesis de proteínas depende de los productos de la reducción de los azúcares. Pudo comprobarse efectivamente un descenso del nivel de azúcar en los tejidos celulares, proporcional al de la síntesis de proteínas (SUGIURA, 1962; YEMM y FOLKES, 1954). Teniendo presente que las yemas florales del manzano y del peral, contienen mayor cantidad de sustancias nitrogenadas es comprensible que en estas yemas se encuentren en menor escala las dos clases de azúcares predominantes (levulosa y glucosa). Las suposiciones con referencia al alto contenido de N y al escaso contenido de azúcar en las futuras yemas florales, consideradas antiguamente antagónicas, toman un aspecto lógico miradas a la luz de estos descubrimientos.

Entre los azúcares y las sustancias nitrogenadas existe una estrecha relación de naturaleza metabólica. A un aumento de sustancias nitrogenadas corresponde una disminución de azúcares.

Al estimular el metabolismo en las yemas florales se intensifica su respiración. Este aumento de la respiración significa, a su vez, un mayor consumo de azúcar. En resumidas cuentas, esto quiere decir que las yemas florales necesitan de la cantidad suficiente de hidratos de carbono (azúcares) como materia prima para mantener su respiración y para la síntesis de proteínas.

Como puede verse, aquella fórmula que incluye a los hidratos de carbono en la formación de flores y que quedó esculpida en piedra por los fruticultores, mantiene su validez. Sólo falta agregar que los azúcares se reducen en proporción a la aceleración de la respiración y a la formación de sustancias nitrogenadas. Los hidratos de carbono son el comienzo y no el término de los procesos de la formación de las flores (Fig. 60).

HOFFMANN, cit. por PRIESTLEY (1962), reconoce plenamente estos hechos, al expresar que el azúcar y las proteínas son necesarias para la formación de las flores. KOLOMIEC (1952) señala en sentido más amplio que la formación de flores es posible sólo gracias a la alta concentración de sustancias nutritivas en las células.

Según OGAKI y sus colaboradores (1963), un alto contenido de nitrógeno y de hidratos de carbono en los brotes favorece la floración. Suponen, además, que la acumulación de almidón, como "sustancia iniciadora", produce otras sustancias que toman parte en el proceso de la floración que es de absoluta necesidad. Ya con anterioridad, HARLEY y sus colaborado-

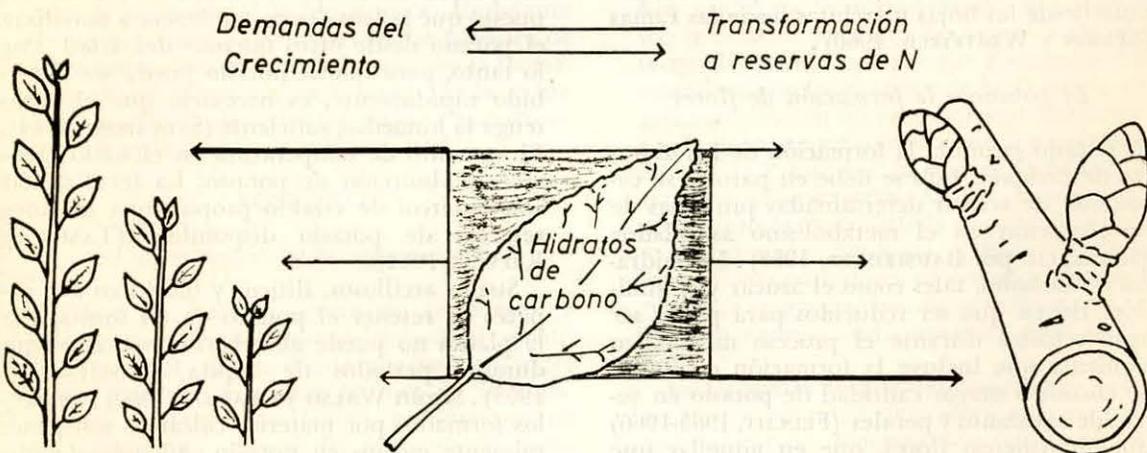


Figura 60. En los árboles frutales hay una verdadera competencia por los hidratos de carbono entre el crecimiento y la reserva de N. (OLAND, 1963)

res, cit. por KOBEL (1954), defendieron este mismo punto de vista.

Sin embargo, al reflexionar sobre este tema debe tenerse presente que las cantidades de hidratos de carbono que se almacenan en las yemas son muy pequeñas, comparadas con la cantidad total que produce el árbol.

POTASIO

Su distribución en el árbol

El potasio se considera generalmente con gran poder de desplazamiento, pues puede fluir o moverse con igual facilidad hacia el extremo de los brotes o en dirección de las raíces. OLAND (1963) destaca su buena movilidad dentro de la corteza del árbol. En el período de crecimiento primaveral fluye en primer lugar hacia las regiones de mayor crecimiento, es decir, hacia los órganos más jóvenes del árbol. El potasio movilizado durante todos estos movimientos, proviene en parte de los tejidos de reserva del árbol y de las raíces. Debido a esto, MASON y WHITFIELD (1960) encontraron en el período crítico de la inducción floral, o sea en noviembre y diciembre, más potasio en los brotes jóvenes que en las regiones más viejas de la copa del árbol.

Esto quiere decir que las porciones de mayor capacidad de floración contienen más potasio durante el período de inducción floral.

Por otra parte, debido a la movilidad relativamente amplia del potasio, existe el peligro que, en caso de deficiencia de K, se produzca un empobrecimiento rápido de las porciones interiores de la copa, por migración de este elemento hacia las partes más jóvenes de ella. En consecuencia, el interior de la copa experimenta una merma en su productividad.

Recién en otoño, antes de la caída de las hojas, ocurre una remigración de parte del potasio desde las hojas marchitas hacia las ramas (MASON y WHITFIELD, 1960).

El potasio y la formación de flores

El potasio estimula la formación de los hidratos de carbono. Esto se debe en parte a su capacidad de activar determinadas proteínas de fermentación en el metabolismo asimilador (SCHEK, cit. por BAUMEISTER, 1958). Los hidratos de carbono, tales como el azúcar y el almidón, tienen que ser reducidos para poder ser aprovechados durante el proceso metabólico siguiente que incluye la formación de flores. Se encontró mayor cantidad de potasio en yemas de manzanos y perales (FEUCHT, 1965-1966) que produjeron flores, que en aquellas que produjeron sólo hojas, a base de peso seco o por yema.

El potasio favorece la síntesis de fosfatos activos necesarios para la formación de flores. Además, se acumula como agente activador del metabolismo en aquellas partes donde ocurre división de células (SCHMALFUSS, 1936). Para la formación de flores es indispensable la diferenciación de nuevos complejos celulares. Además, favorece la síntesis de proteínas y aumenta la actividad de las enzimas. Ambos procesos son importantes para la inducción floral y diferenciación floral. La escasez de potasio puede traer consigo una sobresaturación de azúcar, debido a la disminución del consumo de esta última (BAUMEISTER, 1958). Como ya queda dicho, las yemas vegetativas de los brotes cortos alternantes contienen mayor cantidad de azúcar y su actividad es menor en comparación con la de las futuras yemas florales.

MOEHRING (1963) pudo comprobar, bajo determinadas condiciones experimentales, que el potasio es capaz de favorecer la formación de flores en el manzano. En frutales cuya producción sobrepasa el término medio es dudoso si el potasio provoca siempre aquellos fenómenos, máxime tomando en consideración que este elemento afluye ante todo a las frutas.

Nutrición y fertilización de potasio con respecto a la fructificación

Una dosificación adecuada de potasio debe considerarse como condición previa para que la floración sea suficiente en frutales. Para que el potasio sea de utilidad efectiva, debe estar a disposición de las yemas en noviembre y diciembre. Según BARBIER y TROCME (1963) la fertilización con potasio provoca un efecto más rápido que el potasio depositado como reserva en el suelo. Especialmente en frutales de abundante cosecha puede recomendarse que se aplique un abono adicional en primavera, puesto que la fruta tiene tendencia a movilizar el potasio desde otros órganos del árbol. Por lo tanto, para que el potasio pueda ser absorbido rápidamente, es necesario que el suelo tenga la humedad suficiente (SALVADORI, 1964). El aumento de temperatura en el suelo favorece la absorción de potasio. La fertilización con estiércol de establo proporciona mayores reservas de potasio disponible (TAMM y KRZYCH, 1964).

Suelos arcillosos, iltícos y biolíticos son capaces de retener el potasio de tal forma que la planta no puede absorberlo, especialmente durante períodos de sequía (TORSTENSON, 1963). Según WALSH y CLARKE (1950), los suelos formados por materias calcáreas son generalmente escasos en potasio. Además, debido a su contenido de arcilla son capaces de fijar el potasio. Los autores mencionados consideran

que los mejores suelos para manzanos son aquellos que contienen poca arcilla. Los suelos pobres en oxígeno tampoco son apropiados para un abastecimiento suficiente de potasio para los árboles que en ellos crecen.

La escasez de potasio puede conducir a un exceso de calcio (GRUPPE, 1961). Esto es totalmente inadecuado si se toma en consideración el alto porcentaje de calcio en las yemas vegetativas. Por otra parte, la fertilización con potasio es capaz de restringir la absorción de calcio (BARBIER y TROCME, 1963). Un nivel alto de potasio en las hojas está ligado, según REUTER, SMITH y SPECHT (1949), a un nivel bajo de calcio, incluso en donde las raíces se extienden en un sustrato rico en materias calcáreas. Este hecho pone claramente de manifiesto el verdadero efecto de la fertilización con potasio. Bajo otras condiciones experimentales, la fertilización con potasio no acusó ningún efecto sobre el nivel de Ca (QUIDET y RICHARD, 1964).

La fertilización con potasio favorece en primer lugar el crecimiento de brotes y frutas (BRADFORD, GARDNER y HOOKER, 1950), a pesar de que también hay excepciones en este sentido. Esto significa que la fertilización con potasio no llega necesariamente a las yemas, especialmente en variedades y árboles de abundante cosecha. Las hojas vecinas a las frutas contienen frecuentemente menos potasio (CAIN y BOYNTON, 1948; LAMB, GOLDEN y POWER, 1959; MASON, 1955; EMMERT, 1959; McLUNG y LOTT, 1959). Lo mismo puede observarse con respecto a las yemas (FEUCHT, 1965). Una fertilización con potasio muy abundante, que no era capaz de aumentar el tamaño de las frutas ni el volumen de la cosecha, aumentó sin embargo el contenido de potasio en hojas y frutas (BUENEMANN, 1965), pero no en la corteza ni en la madera del árbol (BARDEN y THOMPSON, 1962). Aún queda por aclarar hasta dónde la fertilización abundante de potasio pueda favorecer, en las especies de abundante cosecha, simultáneamente la formación de las flores, sin entorpecer la absorción y la actividad de otras sustancias nutritivas, por ejemplo de Mg (DE HAAS, 1965).

FOSFORO

Su distribución en la copa del árbol

El flujo de fosfatos ocurre en noviembre y diciembre hacia los puntos de mayor consumo del árbol (SATO, citado por SMITH, 1962). Estas son las zonas más jóvenes de la copa. MASON y WHITFIELD (1960) encontraron en los brotes más nuevos del manzano mayores cantidades de P que en las ramas más viejas y que en el tronco. Como puede apreciarse,

las zonas de mayor floración de la copa acusan el nivel de fosfatos más alto. En el manzano (ROGERS y col., 1953) o en el peral (BATJER y WESTWOOD, 1958), disminuye el porcentaje de fosfatos desde las hojas de las partes más jóvenes hacia las hojas de las partes más viejas.

Donde hay escasez de fosfatos, son generalmente las partes basales de la copa las primeras que muestran síntomas de decadencia; son justamente las partes que alternan más. En los lugares en que la carga frutal es mayor, se presenta una demanda de fósforo más alta, pues la fruta absorbe este elemento con relativa rapidez (Fig. 61).

Los fosfatos y la formación de flores

Es evidente que el consumo de fosfatos de la fruta influye sobre el contenido de P en los brotes cortos vecinos, pues se ha observado que éstos disponen de un nivel de P muy bajo, formando únicamente yemas vegetativas (FEUCHT, 1965). En cambio, las futuras yemas florales se destacan ya en diciembre, o sea en el período crítico de su desarrollo, por un nivel de P alto (FEUCHT, 1965). De este modo se confirma una antigua suposición recogida en la práctica por medio del análisis químico. KOBEL (1954) pudo señalar ya anteriormente, basado en experimentos de fertilizaciones, el efecto positivo del P con respecto a la formación de flores, lo que fue confirmado últimamente por PFAFF (1963).

Se ha demostrado experimentalmente que el P se acumula con gran rapidez en el tejido activo (WILLIAMS y DOWRICK, 1958; MASON, 1958; REINKEN, 1963). Además, los iones fosfatos tienen la capacidad de activar la absorción de Mg. Más adelante se demostrará que el magnesio es indispensable para la formación de flores. Finalmente, los fosfatos sirven como elementos formadores de varias sustancias (ácidos nucleicos, fosfoproteínas), que también son necesarios para que las yemas puedan florecer. Es esta la razón porque KANDELER (1964) considera que los procesos de la floración están relacionados con un metabolismo fosfórico. La producción de proteínas se inhibe más por la escasez de P que por la escasez de hidratos de carbono (BAUMEISTER, 1958). Esto es de especial interés en la síntesis de proteínas durante la floración. SIRONVAL (1961) señala que los fosfatos, portadores de energía, son necesarios para la producción de proteínas que, a su vez, son factores indispensables para la floración.

En las yemas florales del manzano se encuentra mayor cantidad de fósforo que en sus yemas vegetativas. KOLESNIKOW (1958) encontró en la madera fructífera mayor cantidad de P que en las hojas y ramas. El fósforo se mueve

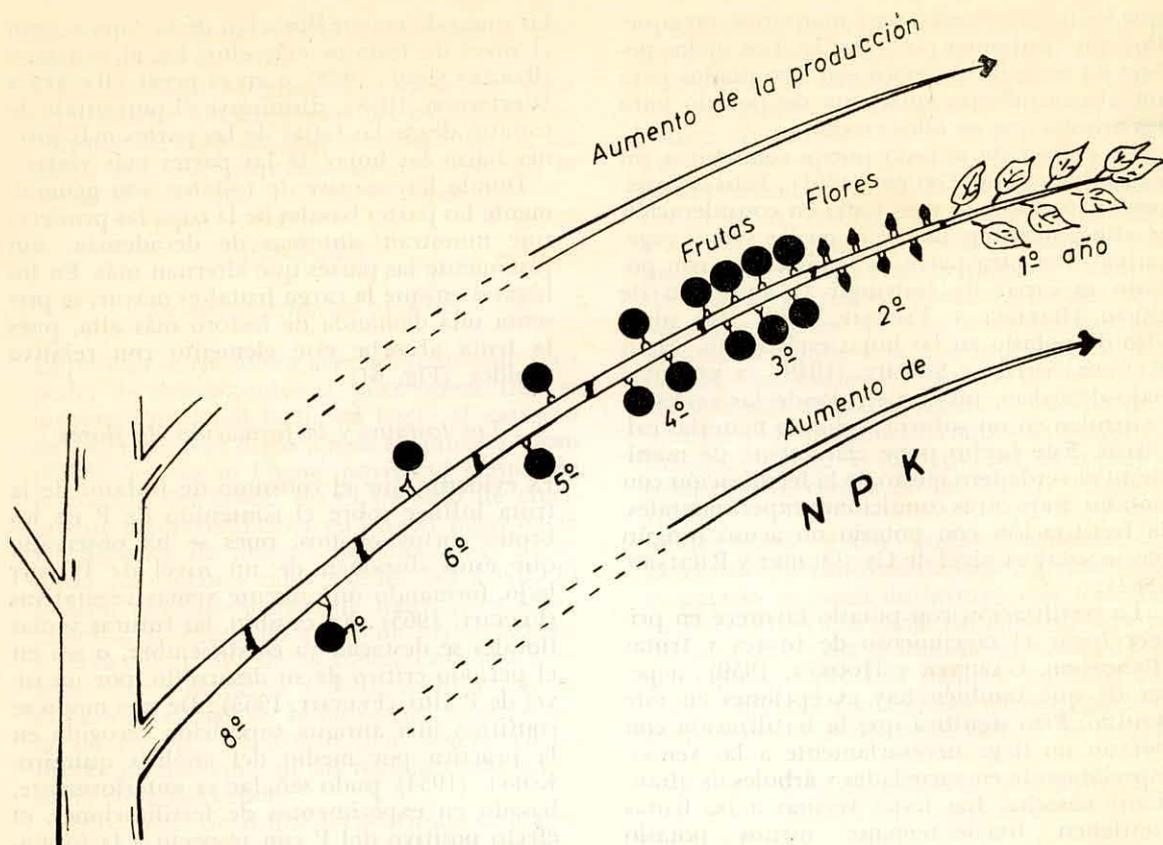


Figura 61. El crecimiento nuevo se distingue por una mayor producción y por un aumento en la cantidad de N, P, K

preferentemente hacia yemas activas (WILLIAMS y DOWRICK, 1958).

En la época de la inducción floral, en diciembre, las futuras yemas florales son más activas que las vegetativas. El proceso de diferenciación en las yemas exige un metabolismo más intensivo (Fig. 62).

Nutrición y fertilización de fosfatos con respecto a la fructificación

Según REINKEN (1963), una buena producción media de varios años, relacionada con un elevado número de flores y una fertilidad satisfactoria, está ligada a un abastecimiento suficiente de fosfatos. En esto coincide con FLEISCHER (1963), quien dice que la escasez de P es causa de una excesiva caída de frutas y de una baja fertilidad. Por otra parte no es recomendable que se exageren las dosis de P (REINKEN, 1963). Una fertilización excesiva con P reduce cuantitativamente, en las hojas, los microelementos Cu, Mn y Zn (LABANAUSKAS y col., 1960).

La escasez de P retarda en la primavera la

brotación de los árboles. Esto puede tener resultados negativos en la formación de las flores. La escasa humedad del suelo en la primavera y la falta de precipitaciones son causas de escasez de P (SALVADORI, 1964). Sólo en octubre favorece la lluvia la movilización del fósforo, siendo menor su efecto en noviembre. (FERGUSON, 1964). Árboles bien abastecidos de P asimilan más en el otoño (REINKEN, 1963). Esto es importante no sólo con respecto a la productividad y a la recolección misma de la fruta, puesto que después de la cosecha las yemas pueden recibir el abastecimiento necesario de las hojas. Con esto mejora su calidad.

La cantidad de abono fosfatado (entre 50 a 80 kg P/Ha.) depende parcialmente de la clase del suelo. El calcio, hierro y aluminio son capaces de fijar el P del suelo, haciéndolo inaccesible para los árboles (KNICKMANN, 1963). El guano favorece la disponibilidad de fósforo. Bajo condiciones muy desfavorables de clima y de suelo puede aplicarse, con relativo éxito, una pulverización o aspersión de fosfatos. KONAKAHARA (1956), pudo reducir el año-

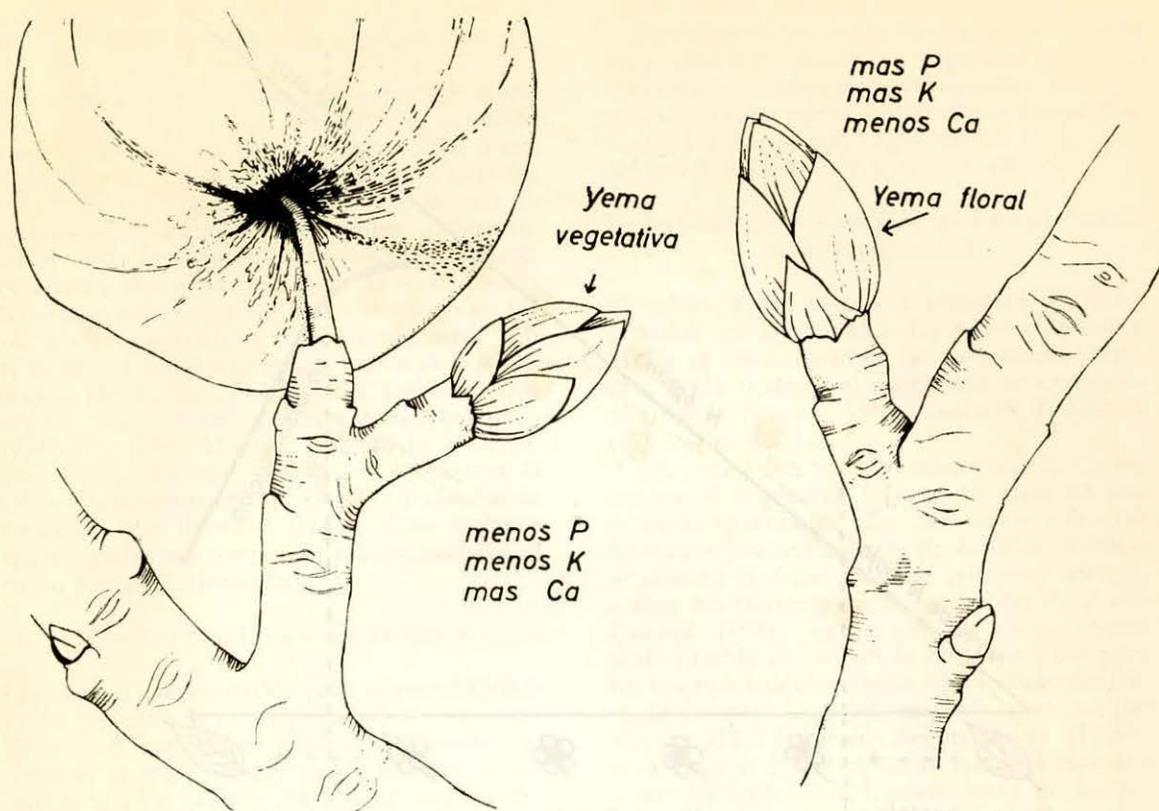


Figura 62. La yema con inducción floral contiene más P y K y menos Ca que la yema vegetativa. Las frutas que dominan las yemas vegetativas exigen bastante K

rismo en frutales por medio de una aspersión sobre el follaje con solución de KH_2PO_4 al 0,3%. Experimentos controlados demostraron que el elemento fósforo de la solución producía mayor efecto que el potásico (Fig. 63).

MAGNESIO

Su distribución en la copa del árbol

En la época de mayor actividad de la brotación y de la fructificación, o sea, en el período de la inducción o formación de flores, el magnesio se mueve principalmente hacia las partes más jóvenes de la copa. La escasez de magnesio se manifiesta en primer lugar en la madera vieja. LAMB y sus colaboradores (1959) y CAÍN y BOYNTON (1948) no pudieron descubrir ninguna diferencia perceptible entre el contenido de magnesio en árboles en producción y otros sin fructificación. MASON (1955) encontró un poco más de Mg en las hojas de árboles fructificados, lo que se debe seguramente a su mayor actividad productora.

MOON y sus colaboradores (1952), en cambio, pudieron comprobar un déficit de Mg en

las hojas vecinas a las frutas, en árboles que adolecían de una deficiencia de Mg.

Las partes vecinas a las frutas y la madera de dardos cortos regularmente tienen tendencia al añerismo.

El magnesio y la formación de flores

El efecto fisiológico del Mg debe examinarse tomando en consideración su acción con respecto a otras sustancias nutritivas. Está asociado especialmente al transporte y síntesis de fosfatos activos. El magnesio estimula, en las diferentes etapas del metabolismo, la formación de compuestos orgánicos nitrogenados solubles, tal como se pudo comprobar en el peral (LEWIS y col., 1963). Además, toma parte en la reducción del azúcar. La reducción del azúcar y la síntesis o formación de compuestos de N son necesarias para la formación de las flores. Basados en estos factores conocidos puede llegarse a la conclusión que en las yemas que se desarrollan en noviembre y diciembre, debe haber una cantidad suficiente de Mg. Investigaciones en variedades fuertemente añeras demostraron esto (FEUCHT, 1966).

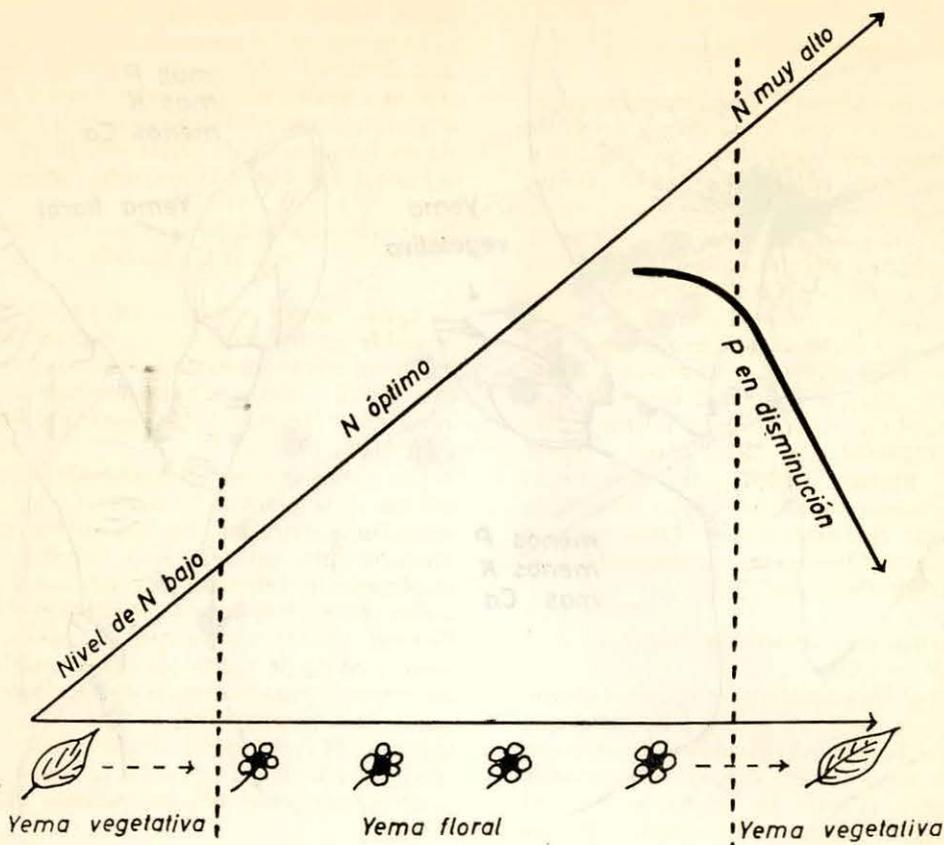


Figura 63. Al aumentar el nivel de N se produce una disminución del nivel de P, en consecuencia, no se producen flores (SMITH, 1962)

La fertilización y nutrición de Mg con respecto a la fructificación

La fertilización con Mg debe estar siempre en relación armónica con el K y Ca. Una dosificación excesiva de Mg puede conducir a una deficiencia de K (GRUPPE, 1961).

El palto deficiente en Mg presenta una caída de las frutas muy pronunciada (BINGHAM, 1963). Esto fue corroborado por FORSHEY, (1963) en manzanos, aunque la caída de las frutas fue menos pronunciada que en el caso anterior.

La caída de las frutas es comprensible si se toma en cuenta la función que tiene el elemento Mg en la movilización de los nutrientes en el árbol. Los compuestos fosfatados suministran la energía necesaria para la movilización de los nutrientes y la función del elemento Mg en este caso es activar los compuestos fosfatados. Las frutas en desarrollo reciben los hidratos de carbono por medio del tejido vascular de los dardos, por esto se encuentra mucho Mg en el tejido vascular de los árboles (SCHMALFUSS y SCHULZE, 1961).

De todos los cultivos agrícolas, los árboles frutales y la vid son los que tienen mayor tendencia a la deficiencia de Mg (HASLER y PULVER, 1964). Frecuentemente los síntomas se hacen visibles sólo cuando la deficiencia ha llegado a un grado extremo.

El análisis del suelo no siempre expresa satisfactoriamente la disponibilidad, como destaca CUMMINGS (1965) para un caso de huerto de durazneros.

Como la fertilización con Mg tiene un efecto lento (FORSHEY, 1963), es conveniente agregarlo regularmente en forma de MgO en dosis de 30 Kg./Ha.

También merecen una atención especial los años muy húmedos o muy secos, en ambos casos baja el nivel de Mg en las hojas (FORSHEY, 1963).

En citrus se observó un añerismo más pronunciado relacionado con la escasez de Mg (CHANDLER, 1950). Esto se comprende perfectamente teniendo presente las funciones del Mg en el metabolismo,

Su distribución en el árbol

El calcio es considerado generalmente como muy poco móvil y, por lo tanto, se acumula preferentemente en las partes viejas del árbol especialmente en la corteza. En cambio, en los brotes más jóvenes y de mayor floración la acumulación es más bien pobre (GRUPPE, 1961). MASON y WHITFIELD (1960) señalaron el ascenso del nivel de Ca en dirección hacia las ramas más viejas y que el contenido de Ca en la copa aumentaba considerablemente con la edad del árbol (GERICKE, KURMIES y BAERMANN, 1963). En las hojas del manzano con producción, el Ca se acumula en mayor escala (EMMERT, 1954; MASON, 1955; CAIN y BOYNTON, 1948). FEUCHT (1966), pudo observar el mismo fenómeno en los brotes en inmediata vecindad que llevaban frutas. Estos órganos están ligados en forma muy pronunciada al ritmo bienal de floración.

El calcio y la formación de flores

El calcio es indispensable para el metabolismo de las plantas, pero su proporción tiene que observar la relación más favorable posible con respecto al resto de las sustancias nutritivas. Según MASON (1960), los tejidos activos del manzano tienen valores relativamente altos en fósforo y bajos en calcio. Las yemas florales son más activas que aquellas que pasan por un proceso de diferenciación más o menos perceptible. Las yemas florales futuras contienen más P y más K. El potasio es, en sentido metabólico, un rival importante del calcio, de modo que no causa ninguna sorpresa que las yemas vegetativas del manzano tengan más Ca y menos potasio (FEUCHT, 1966).

SMITH (1964) pudo observar en limoneros que el encalado provocaba una visible reducción en la formación de flores y REUTHER, SMITH y SPECHT (1949) informan que es bien conocida la escasa fertilidad de los limoneros que crecen en los suelos calcáreos de Florida, Arizona y California.

Una fuerte fertilización de potasio es capaz de bloquear la absorción de calcio (BARBIER y TROCME, 1963). El calcio, en cantidades fisiológicamente altas, puede hacer descender el contenido de hierro y de magnesio en los tejidos. Además un alto contenido de cal en el suelo puede menoscabar la absorción de boro, cobre y cinc (SHEAR, 1964).

BONNER (1961) y THIMANN (1963) señalan el efecto inhibitor del calcio en altas concentraciones. En diciembre, o sea en el período de la inducción floral, las yemas vegetativas están más inhibidas que las florales. Por otra

parte, son las yemas vegetativas las que contienen mayor cantidad de calcio.

También en las zonas de madera de dardos muy débiles de manzanos y perales encontramos una inhibición del crecimiento y el calcio se acumula con especial preferencia y abundancia en las partes más viejas dentro de la copa del árbol (MASON y WHITFIELD, 1960).

La fertilización y nutrición de Ca con respeto a la fructificación

El calcio, como sustancia nutritiva, es indispensable en los frutales. La escasez de calcio inhibe el crecimiento de brotes y raíces (MENGEL, 1961) o afecta el transporte de sustancias asimiladas (JOHAM, 1957; GARDNER, BRADFORD y HOOKER, 1952).

Los suelos con un alto contenido de Ca necesitan, si se plantan frutales en ellos, de una atención particular. En los suelos calcáreos formados por sedimentos de conchas marinas se observa la deficiencia de potasio y fósforo, ambos necesarios para la formación de flores. GRUPPE (1961) opina que un aporte demasiado grande de cal no es recomendable para los huertos frutales. Según él, el abastecimiento de Ca está asegurado en todo caso, incluso con un pH 5 del suelo. Según MEIER (1940), la aplicación de cal en suelos arenosos conduce a un decaimiento del crecimiento de los árboles.

BAXTER (1957) pudo observar, a través de experimentos de fertilización en manzanos que duraron varios años, un efecto reductor de la cosecha debido a la actividad del calcio. En cambio, el potasio tenía un efecto visiblemente favorable sobre la producción. La disminución de Ca en manzanos en maceteros tuvo como resultado un aumento del número de flores (FRITZSCHE, KRAPP y HUBER, 1964).

PRICE y MOSCHLER (1965) señalan igualmente las desventajas de un nivel de Ca demasiado alto. La planta absorbe en menor escala los microelementos hierro, cobalto, cobre, cinc y manganeso, lo que también puede afectar la formación de flores.

DISTRIBUCION DE LAS SUSTANCIAS NUTRITIVAS EN LAS FRUTAS, BROTES Y YEMAS DEL MANZANO

Interesantes aspectos se observan al comparar la proporción de las sustancias nutritivas en las frutas, brotes y yemas del manzano. Si indicamos el contenido total de sustancias nutritivas en la fruta como equivalente a 100% (excluyendo los microelementos) encontramos que la proporción del potasio es del 68%. Esto demuestra la extraordinaria capacidad de absorción de potasio por la fruta,

Siguen con el 20% y el 5,0% el N y el P respectivamente. Comparado con esto, la demanda de Mg y Ca de la fruta con sólo un 7,0% es muy baja (estos datos se tomaron de la publicación de NICHOL y MACK, 1964). El contenido de microelementos se reparte en la manzana, según los autores mencionados, en escala descendente en la siguiente forma: hierro, cobre, manganeso y cinc.

En el contenido de sustancias nutritivas de los brotes, se destaca, según MASON y WHITFIELD (1960) una mayor proporción de calcio. Además, en el brote, comparado con la fruta, se encuentra una proporción relativamente pequeña de potasio y fósforo.

Es evidente que la fruta no aprovecha las amplias reservas de Ca de los brotes. En cambio, las yemas vegetativas vecinas a la fruta de manzanos y perales añeros contienen, comparado con las yemas florales, una cantidad relativamente alta de calcio y una pequeña de potasio, nitrógeno y fósforo.

Como puede verse, la fruta tiene una mayor proporción de aquellas sustancias minera-

les que existen sólo en escala muy reducida en las yemas que no florecen. Esto nos lleva a la conclusión que la fruta bloquea el flujo de estas sustancias nutritivas hacia las yemas vecinas (Fig. 64).

MICROELEMENTOS

Su distribución en la copa del árbol

En conexión con la floración existe el hecho interesante que los microelementos nutritivos: boro, cobre, manganeso, cinc y hierro, al ser deficiente el abastecimiento general del árbol, descienden a un nivel más bajo, principalmente en el tejido tierno de los extremos de los brotes. Puesto que en los frutales se desarrolla el mayor número de yemas florales en las zonas más jóvenes de la copa del árbol, es muy posible que la deficiencia en el abastecimiento de uno u otro microelemento se manifieste por una menor floración.

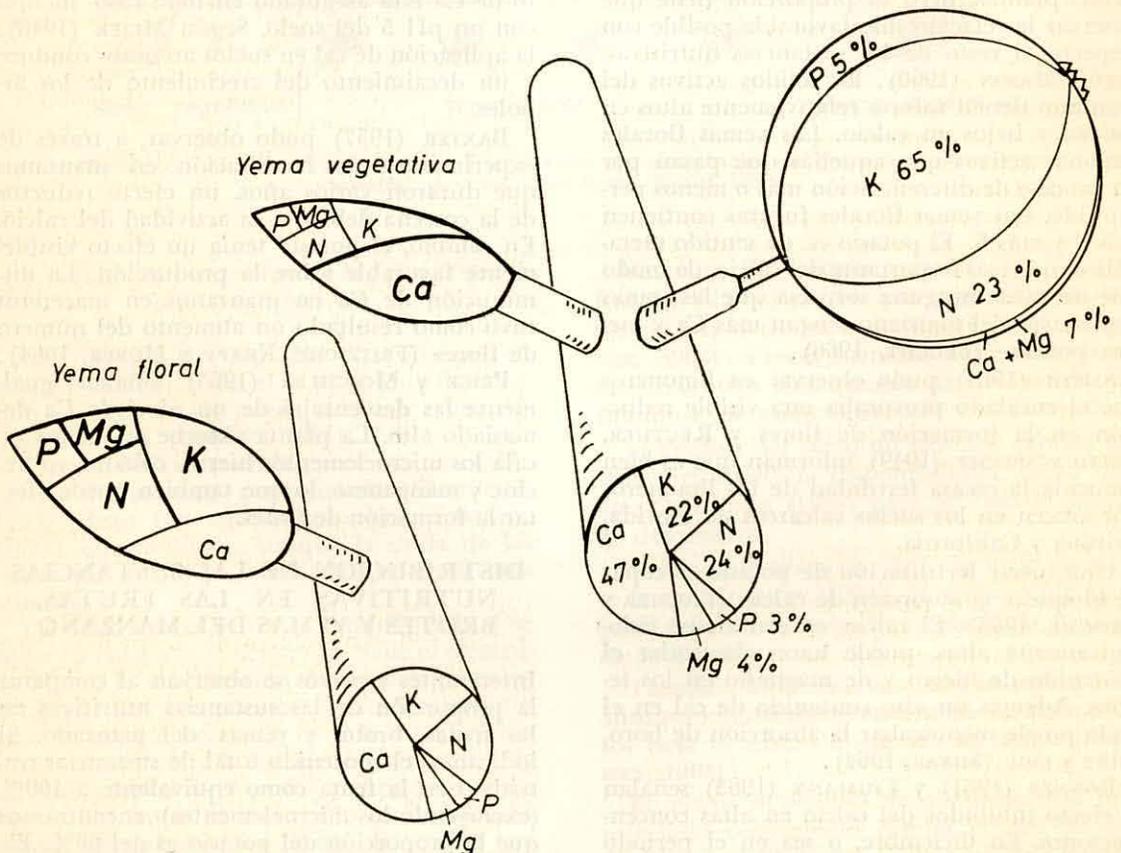


Figura 64. Las manzanas exigen en primer lugar K que sacan de las ramas; por otra parte las ramas también contienen mucho Ca que sin embargo casi no es absorbido por las frutas

BORO

El boro y la formación de flores

El boro en especial tiene tendencia a escasear en los extremos de los brotes, sobre todo en regiones secas o de pocas precipitaciones. GAERTEL (1955) describe los síntomas de deterioro en las yemas de la vid que se presentan en tales casos. La escasez de boro perturba ante todo el desarrollo normal de las células, lo que trae como consecuencia la degeneración de las yemas jóvenes en gestación (ODHNOFF, 1957). La inducción floral está acompañada de una división de células. Así se comprende que las yemas florales del manzano acusen, en su diferenciación fisiológica, mayor cantidad de boro que en las futuras yemas vegetativas (FEUCHT, 1966). Justamente en la época de la inducción floral, en noviembre y diciembre, la fruta joven, cuya abundancia puede causar añerismo, absorbe cantidades grandes de boro (KHALIL y THOMPSON, 1961). BATJER y ROGERS (1953) dan a conocer la deficiente brotación y el desarrollo incompleto de las flores del peral al escasear el boro.

Nutrición y fertilización de boro con respecto a la fructificación

De gran importancia son las relaciones entre la absorción de boro y el contenido de Ca en las plantas. La absorción de boro puede sufrir una reducción en presencia de cantidades elevadas de calcio.

Las yemas vegetativas del manzano acusan una cantidad relativamente alta de calcio y una pequeña de boro. Según GAERTEL (1955) una elevada dosis de CaO aumenta la fijación del boro. El mismo autor señala el peligro de una rápida lixiviación del boro en suelos ácidos. El suelo húmico es capaz de acumular ciertas reservas de boro. Los frutales necesitan del boro para su desarrollo. Para compensar las pérdidas de boro, GAERTEL (1955), recomienda un ciclo bienal a trienal de 20-30 kg de boro/Ha., especialmente para viñedos.

Pero hay que tener cuidado de no exagerar la aplicación de boro, pues el exceso de este elemento es tan pernicioso para los frutales como su escasez. La sequía suele causar escasez de boro en los huertos frutales (OBERLY, 1963). Si se aplica en este caso una dosis adicional de boro, después de fuertes precipitaciones puede manifestarse un exceso de boro.

El boro es, según MENGEL (1961), un microelemento, nutritivo de gran importancia para el rendimiento y para la calidad. La productividad depende, como ya se dijo anteriormente, de la calidad de las yemas. Las flores contienen, según MENGEL (1961), una cantidad

relativamente grande de boro. GAERTEL (1953) afirma que lo mismo sucede en las flores de la vid. Puesto que el boro favorece de manera general la división de las células, un proceso especialmente intensivo en flores y frutas jóvenes, se comprende lo que dice KOLESNIK (1965), quien afirma que la adición de boro al abono del frutal disminuye la caída de flores y frutas.

COBRE

El cobre y la formación de flores

El cobre está íntimamente relacionado con el metabolismo proteico. Favorece generalmente la formación de proteínas, de modo que es comprensible que este microelemento tenga también cierta influencia sobre la formación de flores. Ya en una ocasión anterior se han señalado claramente las relaciones íntimas entre la síntesis de proteínas y la inducción floral. La escasez de cobre afecta el metabolismo de los hidratos de carbono, cuya formación depende de la intensidad de la fotosíntesis, efectuada por los cloroplastos que contienen clorofila y un 70% del cobre de las células.

La producción frutal tiene influencia sobre otras partes del árbol. En los naranjos, las hojas vecinas a frutas contienen menos cobre que las hojas más distanciadas (EMBLETON y col., 1963 y BRADFORD y col., 1963). También en los naranjos se presenta añerismo.

En el manzano ocurre lo mismo con las yemas (FEUCHT, 1966). Las yemas vegetativas vecinas a frutas contienen menos cobre que las yemas florales. El metabolismo celular necesita del cobre, pues hay una serie de enzimas que dependen de este microelemento. Las yemas que se encuentran en transformación para la inducción tienen un metabolismo más activo que las vegetativas. También se sabe que el cobre puede favorecer la floración en el "blueberry" (*Vaccinium myrtillus*) (CUMMINGS, 1964).

Nutrición y fertilización de cobre con respecto a la fructificación

Las cantidades de cobre que necesitan los frutales son extremadamente pequeñas. Parte del cobre llega al árbol junto con los fungicidas cúpricos que se aplican. Son sólo los suelos arenosos más pobres los que pueden adolecer eventualmente de una escasez de cobre. El encalado puede reducir el contenido de cobre (SHEAR, 1962; REITH y MITCHEL, 1952).

Por otra parte, una cantidad excesiva de cobre puede tener efectos perniciosos. El hierro puede ser desplazado por el cobre, lo que conduce a la clorosis. Esta, a su vez, impide

toda asimilación en el árbol y puede conducir rápidamente al añerismo.

MANGANESO

El manganeso y la formación de flores

El manganeso, sustancia nutritiva indispensable para las plantas, interviene en varios procesos activos que, a su vez, están relacionados con la formación de flores y frutas. El manganeso es necesario también para la síntesis de importantes sustancias orgánicas nitrogenadas (HEWITT, 1958; STEWARD y MARGOLIS, 1962). Como es sabido, las yemas florales del manzano contienen más nitrógeno orgánico que las yemas vegetativas.

En vista de que aquellas yemas que en vías de florecer irán a diferenciar flores son más activas que las yemas vegetativas, el manganeso va adquiriendo mayor interés. Si su concentración en las células de la planta es de proporción adecuada, es capaz de estimular el metabolismo.

El manganeso tiene también ciertos enlaces con el metabolismo fosfórico de la planta y participa en éste en forma activa (HEWITT, 1958). Las futuras yemas florales del manzano contienen en diciembre, en el momento crítico de su inducción, más fósforo que las yemas vegetativas. Así se comprende que BUCHER (1959) atribuya al manganeso un efecto estimulador de la inducción floral en los frutales.

Nutrición y fertilización de manganeso con respecto a la fructificación

Es evidente que el abastecimiento de manganeso favorece las condiciones que son necesarias para la floración en los frutales. Esto se manifiesta principalmente en los extremos de los brotes, los lugares preferidos de floración en las pomáceas, pues es ahí donde comienzan a presentarse las señales de la deficiencia del manganeso. Frecuentemente se observa una escasez de manganeso en suelos calcáreos. Esta puede compensarse por medio de aspersiones de sulfato de manganeso al 0,3%, por ejemplo, sobre las hojas.

Existe también la posibilidad de escasez de manganeso en suelos livianos y arenosos (KERBY y SKEPPER, 1948). Puesto que la movilidad del manganeso es reducida dentro del árbol, es más conveniente aplicar en noviembre aspersiones sobre las hojas, en vez de abonar el suelo. De este modo se lleva el manganeso directamente a las regiones de floración del árbol.

Las hojas de dardos con fruta contienen más manganeso (por gramo de materia seca) que aquellas que se encuentran a mayor dis-

tancia (McCLUNG y LOTT, 1956). Esto permite suponer que las hojas vecinas a frutas atraen más manganeso debido a la mayor demanda a que están sometidas. Un árbol que carga en forma abundante durante varias temporadas, necesita suficiente Mn y en el transcurso de los años puede producirse deficiencia.

HIERRO

El hierro y la formación de flores

La escasez, inactivación o reducción del hierro son fenómenos relativamente frecuentes en los frutales. Se manifiestan visiblemente a través de síntomas cloróticos bien conocidos en las hojas. Puede suponerse que en árboles con clorosis férrica, queden afectadas también las yemas a causa de la alteración de las condiciones normales. La reducción y acumulación de hidratos de carbono, la respiración y las funciones de una serie de enzimas dependen del concurso del hierro. ILJIN (1951) y STEWART (1962) dan a conocer perturbaciones en el proceso normal del desarrollo causadas por la escasez de hierro.

El contenido de hierro encontrado en las futuras yemas vegetativas y florales del manzano es similar al encontrado en las hojas (FEUCHT, 1966).

Nutrición y fertilización de Fe con respecto a la fructificación

Los árboles con clorosis férrica se tratan generalmente con sulfatos y quelatos de hierro, pero muchas veces no se obtiene ningún resultado visible. Sólo los árboles levemente cloróticos reaccionan con mayor prontitud que aquellos en que la enfermedad se encuentra en estado avanzado. A veces se inyectan en el tronco y en las ramas principales.

Si se logra que las hojas vuelvan a su producción normal de clorofila, las yemas aprovecharán la total recuperación de la actividad general del árbol. La yema depende íntimamente, en sentido metabólico, de la hoja correspondiente. Está en comunicación con el pecíolo de la hoja por medio de tejido vascular a través de los cuales se produce un intercambio mutuo de sustancias.

Pero la situación se complica en caso de que no se trate de una escasez absoluta de hierro, sino más bien de una inactivación del elemento que en realidad existe en cantidad suficiente en la parte afectada. El hierro que llega a la hoja por medio de pulverizaciones no siempre pasa a la yema, pues puede impedirlo el nivel de fosfato, de calcio o de cobre. Si se intenta, en un caso de esta índole, forzar las medidas correctivas por medio de asper-

siones repetidas y frecuentes, puede producirse un exceso de hierro (BRYAN, 1950). La manera más indicada para obtener un resultado más satisfactorio, aunque sea sólo a largo plazo, es el mejoramiento general de las condiciones del suelo para estimular y fortalecer la formación de raíces.

CINC

El cinc y la formación de flores

La importancia del cinc reside, en forma similar al resto de los microelementos nutritivos, ante todo en sus funciones reguladoras de los procesos metabólicos. Para que las yemas de los frutales puedan producir flores, son necesarias varias reorganizaciones de los procesos de los cuales depende el desarrollo de la planta. Estos cambios están íntimamente relacionados con la reagrupación y formación de ácidos nucleicos. Al cinc se le atribuye una función activadora determinante en estos procesos (WEGENER y ROMANO, 1963). En vista de que los ácidos nucleicos están ligados a la síntesis de proteínas, es de suponer que la escasez de cinc contribuye a la inhibición del metabolismo del N (MENGEL, 1961). Las proteínas que, según sabemos, son necesarias para la formación de flores, se producen entonces en escala sólo muy reducida (STEWART, 1962). Esto explica el desarrollo anormal de tejidos jóvenes observado por STUTZ (1963) en sus estudios sobre escasez de cinc.

La escasez de cinc puede causar perturbaciones en el crecimiento, puesto que es responsable de la escasa producción de sustancias

activadoras del crecimiento (SKOOG, 1940). Ya en ocasiones anteriores se había destacado la importancia de una expansión o de un crecimiento normal tanto de los brotes largos como de los dardos frutales, para que puedan producir una inflorescencia satisfactoria.

Nutrición y fertilización de cinc con respecto a la fructificación

La escasez de cinc en los frutales es un tema que ha sido tratado en repetidas ocasiones. STILES y GOFF (1965), destacan que el cinc aumenta la cosecha de manzanas. Independientemente de si el cinc colabora directamente en la formación de las flores, hay que atribuirle un papel importante en los procesos de desarrollo que, a su vez, están relacionados con la fructificación. Según SAMOLADAS (1964), en el naranjo mandarino puede aumentarse el rendimiento y equilibrarse el añerismo por medio del cinc.

También en este caso son las materias cálcicas o los altos valores del pH en el suelo los que conducen a la escasez de cinc (SAMISH y HOFFMANN, 1964). Los quelatos de cinc son más apropiados que los sulfatos para abonar el suelo (STEWART y LEONARD, 1955). Sin embargo, las aspersiones de sulfato de cinc (por ejemplo al 0,3%) sobre el follaje, producen un buen resultado. Para que estas aplicaciones rindan su efecto aun dentro del período crítico de la floración, debe efectuarse la aspersión antes de fines de noviembre. La aspersión o pulverización de cinc puede mejorar incluso las yemas y flores ya totalmente desarrolladas, pues aumenta la producción de fruta (ALEXANDER y WOODHAM, 1964).



EPILOGO

En todo lo dicho anteriormente se tratan exclusivamente temas especiales que se refieren a la calidad y a la nutrición de la madera frutal. Se limitó el marco de este trabajo intencionalmente a la biología de la madera frutal, una materia que hasta la fecha sólo merecía muy poca atención. Existe una serie de tratados dedicados a temas afines, tales como la poda del árbol frutal, la biología de las flores y la fructificación o formación de la fruta.

El presente trabajo no toma en consideración la literatura sobre la madera frutal, publicada con anterioridad al año 1954 y que ya fue analizada y discutida en forma tan brillante por KOBEL (1954). Las investigaciones más recientes, especialmente en lo referente a los problemas de la fisiología de la nutrición, son tan numerosas que es realmente imposible mencionarlas todas. El presente trabajo no persigue el fin de presentar algunas recetas que, aplicadas en forma y lugares erróneos, podrían producir un efecto justamente opuesto al deseado. Nuestro trabajo tiene más bien el objeto de proporcionar un mejor entendimiento y de presentar un panorama más amplio de la naturaleza del brote frutal, considerado como individuo. Nos guía la esperanza que esta contribución pueda servir de ayuda al fruticultor para que comprendiendo mejor los complejos problemas fisiológicos que se plantean en su huerto, pueda analizarlos o resolverlos con mayor propiedad.

S U M M A R Y

THE FRUITING WOOD OF DECIDUOUS FRUIT TREES

The author deals exclusively with some special aspects affecting the nutrition and quality of the fruiting wood of the majority of our deciduous fruit trees. This review is purposely limited to the biology of the fruiting wood, a matter which has received little attention until now. There are many papers that deal with related subjects not included in this review such as pruning of the bearing tree, biology of the flowers and fruit set and growth.

Literature prior to 1954, already discussed by KOBEL, has not been included in this paper. Recent publications specially on the physiology of nutrition are so numerous that only the most important are mentioned herein.

Considerations on the nutritional aspects in relation to major and minor elements in the different fruit crops, are also discussed, in particular their interaction with carbohydrates.

A G R A D E C I M I E N T O S

Deseo agradecer sinceramente a todas aquellas personas que en una u otra forma han colaborado en la realización de este trabajo.

En forma especial:

Al Ing. Agr. Dr. ROBERTO GONZÁLEZ R., Jefe de la Estación Experimental Agronómica de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile.

Al Ing. Agr. Dr. Luciano Campos S., Jefe del Depto. de Biología de la Facultad de Agronomía.

Al Ing. Agr. Sr. Ernesto Saavedra O., Investigador de la Estación Experimental Agronómica.

A la Srta. Mercedes Arancibia L., Ayudante Investigador.

A la Srta. Isabel Gallardo U., Secretaria de la Estación Experimental Agronómica.

A la Sra. Anneliese Jung, Sr. Leopold Schlein y Sr. Jorge Castro, quienes han colaborado en la preparación del material fotográfico que ilustra el presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER, D. y R. C. WOODHAM: Aust. J. exp. Agric. Husb., 4, 169, 1964.
- ALLEWELDT, G.: Vitis 4, 11, 1964.
- AMBARCUMJAN, M. A.: 1955, Ref. Hort. Abstr., 28, 1133, 1958.
- ASHIZAWA, M. y M. KURETANI: Techn. Bull. Fac. Agric. Kagawa 12, 221, 1961.
- BACHOFEN, R. y H. WANNER: Ber. Schweiz. bot. Ges., 72, 272, 1962.
- BALLINGER, W. E. y colab.: Quart. Bull. Michig. agric. Exp. Stat., 40, 8961, 1958.
- BARBIER, G. y S. TROCME: Revista de la Potasa, Sec. 16, 1963.
- BARDEN, J. A. y A. H. THOMPSON: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 81, 18, 1962.
- BATJER, L. P., B. L. ROGERS y A. H. THOMPSON: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 62, 119, 1953.
- BATJER, L. P. y M. N. WESTWOOD: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 71, 116, 1958.
- BATJER, L. P. y M. N. WESTWOOD: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 75, 1, 1960.
- BATJER, L. P., M. W. WILLIAMS y G. C. MARTIN: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 85, 11, 1964.
- BAUMEISTER, W.: Hdb. Pfl. Physiol., iv, 482, Springer Verl., 1958.
- BAXTER, P.: J. Hort. Sci., 40, 1, 1965.
- BAXTER, P.: J. agric., Victoria 55, 351 and 487, 1957.
- BINGHAM, T. T.: Proc. Soil Sci. Amer. Soc., 27, 58, 1963.
- BONNER, J.: Plant Growth Regulation. Iowa State Univ. Press, 1961.
- BOYNTON, y colab.: Cornell Agric. Exp. Sta. Mem., 290, 1950.
- BRADFORD, G. R., B. B. HARDING y T. M. RYAN: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 83, 291, 1963.
- BROWN, D.: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 59, 111, 1952.
- BRYAN, O. C.: Dept. Agric., State Fla. Bull., 93, 1950.
- BUCHER, R.: Der prakt. Ratgeber 66, 1958/59.
- BUCOVAK, M. J., L. J. EDGERTON y M. B. HOFFMANN: Amer. Fruit Grower, 83, 1963.
- BUENEMANN, G.: Gartenbauwiss. 30, H. 1, 3, 1965.
- CAIN, J. C. y D. BOYNTON: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 51, 13, 1948.
- CHAMPAGNAT, P.: Plant Physiol., 14, 872, 1961.
- CHANDLER, W. H.: Evergreen Orchards. H. Kimpton, Lond., 1958.
- COLLINS, W. T., F. B. SALISBURY y C. W. ROSS: Planta 60, 131, 1963.
- CUMMINGS, G.: Res. and Fmg., N. C., 23, 1964.
- CUMMINGS, G.: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 86, 133, 1965.
- DE HAAS, P. G.: Erwerbsobstbau 7, H. 3, 52, 1965.
- DENNE, M. P.: New Zealand J. bot., 1, 265, 1963.
- DI CRECCHIO, R.: Ital. agric., 100, 61, 1963.
- EISENHUT, G.: Flora 147, H. 1, 43, 1959.
- EITEL, J.: Diss. Stuttgart - Hohenheim 1959.
- EMBLETON, T. W., W. W. JONES y M. J. GARBER: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 74, 378, 1959.
- EMBLETON, T. W., C. K. LABANAUSKAS, W. W. JONES y C. B. CREE: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 82, 131, 1963.
- EMMERT, F. H.: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 64, 9, 1954.
- ENGLERT, G.: Rhein, Monatsschr. Gemüse -Obst- und Gartenbau 49, 28, 1961.
- ESAJAN, G. S.: Ref. Hort. Abstr. N° 3, 4568, 1963.
- FARMER, A., E. J. HAWKINS y G. E. ROBERTS: Orchard N. Z., 275, 1958.
- FELIUS, P. M. y G. TOORENAAR: Iverst. Proefstat. Wilhelminadorp 17, 1959.
- FERGUSON, W. S.: Can. J. Soil Sci., 44, 180, 1964.
- FEUCHT, W.: Diss. Stuttgart - Hohenheim 1955.
- FEUCHT, W.: Gartenbauwiss., 22, H. 4, 41, 1957.
- FEUCHT, W.: Gartenbauwiss., 24, H. 2, 207, 1959.
- FEUCHT, W.: Erwerbsobstbau 2, H. 10, 195, 1960.
- FEUCHT, W.: Gartenbauwiss., 26, 206 y 241, 1961.
- FEUCHT, W.: Mitt. Obst und Garten S. B. xi, 295, 1961.
- FEUCHT, W.: Mitt. Obst und Garten S. B. xi, 57, 1961.
- FEUCHT, W.: Mitt. Obst und Garten S. B. xii, 211, 1961.
- FEUCHT, W.: Gartenbauwiss., 29, H. 3, 313, 1964.
- FEUCHT, W.: Gartenbauwiss., 30, H. 3, 403, 1965.
- FEUCHT, W.: Gartenbauwiss., 31, H. 2, 245, 1966.
- FEUCHT, W.: Gartenbauwiss., 31, en prensa, 1966.
- FEUCHT, W.: en prensa (Klosterneuburg), 1966.
- FISCHER, H.: Hdb. Pfl. Physiol., vi, 924, 963, 971 (Springer Verl.) 1958.
- FLEISCHEL, H.: Phosphorsaure 23, 121, 1963.
- FORSHEY, G. C.: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 83, 12, 1963.
- FRITZSCHE, R., KRAPF y L. HUBER: Schweiz. Z. Obst- und Weinbau 73, 531, 560, 579, 1964.
- FULFORD, R. M.: J. hort. Sci., 35, N° 3, 202, 1960.
- FULFORD, R. M.: xv. Intern. Hort. Congr., Vol. 1, 250, 1962.
- GARDNER, V. R., F. C. BRADFORD y H. D. HOOKER: Fundamentals of Fruit Production, Mc. Graham-Hill Book Co., 1952.
- GAERTEL, W.: Weinberg und Keller 2, 257, 1955.
- GAERTEL, W.: Weinberg und Keller 3, 132, 185, 233, 1956.
- GERICKE, S., B. KURMIES y C. BARMANN: Nährstoffverhältnisse von Buschobst, Tellus Verl., Essen, 1963.

- GOETZ G.: Der Sübkirschenanbau in Baden-Württemberg Minist. f. Ernährung, 1962.
- GOUNY, B. y Cl. HUGUETS Ann. Physiol. veg., 6, 33, 1964.
- GREGORY, F. G. y C. R. HANCOCKS Ann. Bot., 19, 451, 1955.
- GREGORY, F. G. y J. A. VEALE: Soc. Exp. Biol. Symp., 11, 2, 1957.
- GRIGGS, W. H. y B. T. IWAKIRI: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 81, 93, 1962.
- GRUPPE, W.: Gartenbauwiss., 26, H. 4, 373, 1961.
- HALE, C. R. y R. J. WEAVERS: Hilgardia 33, 89, 1962.
- HANSEN, C. J.: Amer. Fruit Grower 80, N° 1, 32, 1960.
- HAERDTL, H.: Phytion 10, 237, 1963.
- HARLEY, C. P., L. O. REGEIMBAL y H. H. MOON: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 72, 57, 1958.
- HARTMANN, H. T. y R. M. HOFFMANN: Calif. Agric., 7, 9, 1953.
- HASLER, A. y H. PULVERS: Mitt. Lebensmittelunters., 55, 466, 1964.
- HEINICKE, A. J.: Corn. Univ. Agric. Exp. Sta. Bull., 393, 43, 1917.
- HEWITT, E. J.: Hdb. Pfl. Physiol., iv, 427 (Springer Verl.), 1958.
- HILKENBAUMER, F.: Erwerbsobstbau 3, H. 2, 1961.
- HILKENBAUMER, F., y W. SCHRODT: Erwerbsobstbau 7, H. 5, 85, 1965.
- HIRAI, J. y colab.: 1961, Ref. Hort. Abstr. 32, 2487, 1962.
- ILJIN, W. S.: Plant and Soil 3, 239, 1951.
- JOHAM, H. E.: Plant Physiol., 32, 113, 1957.
- KANDELER, R.: Ber. deutsch. bot. Ges., 77, H. 4, 1964.
- KAUSCH, W. y W. HAAS: Naturwiss., 52, H. 9, 214, 1965.
- KAZARIAN, V. C., N. N. ANLAGEZIAN y K. A. KARAPETIAN: Ref. Ber. wiss. Biol., 248, H. 2, 190, 1965.
- KEBBY, R. G. y A. H. SKEPPER: N. u. W. agric., Gaz., 59, 357, 1948.
- KESTER, D. E. y W. H. GRIGGS: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 74, 206, 1959.
- KHALIL, T. S. y A. H. THOMPSON: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 77, 35, 1961.
- KLEBS, G.: Flora, N. F. 11/12, 128, 1918.
- KLEIN, L. y S. P. MONSELIESE: 6. Intern. Congr. Agrumic., 1962.
- KNICKMANN, E.: Die Phosphorversorgung der Obstbäume. Tellus Verl., 1957.
- KOBEL, F.: Lehrbuch des Obstbaus auf physiol. Grundlage. Springer Verl., 1954.
- KOLESNIK, L. V.: 1963, Ref. Hort. Abstr., 35, N° 3, 5328, 1965.
- KOLESNIKOW, V. A.: 1957, Ref. Hort. Abstr. 28, 1130, 1958.
- KOLOMIEC, I. A.: 1952, Ref. Hort. Abstr. 23, 1544, 1953.
- KONAKAHRA, M.: Bull. Citrus Exp. Stat. Shizuoka N° 3, 3, 1956.
- KOSENKO, T. I., NIKOLAENKO, I. M. y I. F. GALUSKA: 1964, Ref. Hort. Abstr. 35, N° 2, 2812, 1965.
- KOSLOWSKI, T. T.: The bot. Rev., 30, N° 3, 335, 1964.
- KRAMER, P. J. y T. T. KOSLOWSKI: Physiology of trees. Mc Graham-Hill Book Co. New York, 1960.
- LABANAUSKAS, C. K., T. W. EMBLETON y W. W. JONES: Calif. Citrogr., 43, 67, 1957.
- LABANAUSKAS, C. K., W. W. JONES y T. W. EMBLETON: Proc. Amer. Soc. Sci., 75, 230, 1960.
- LAMB, G. D., J. D. GOLDEN y M. POWER: J. hort. Sci., 34, N° 4, 193, 1959.
- LENZ, F.: Diss. Stuttgart — Hohenheim 1960.
- LEWIS, L. N., N. E. TOLBERT y A. L. KENWORTHY: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 83, 185, 1963.
- LEWIS, L. N., C. W. COGGINS y H. Z. HIELD: Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 84, 147, 1964.
- LIEBSTER, G.: Erwerbsobstbau 2, 4, 3, 41, 1960.
- LONGLEY, R. P.: Canad. J. Plant Sci., 40, 52, 1960.
- LONGMAN, K. A.: Proc. Linn. Soc. (Lond.). 172, 124, 1961.
- LUCKE, R.: Diss. Stuttgart — Hohenheim 1958.
- LUCKE, R.: Erwerbsobstbau 1, H. 7, 135, 1959.
- LUCKE, R.: Gartenbauwiss., 23, 477, 1958.
- LUCKE, R.: Erwerbsobstbau, 3, H. 4, 1961.
- MARCELLE, R. y C. SIRONVAL: Nature 197, 405, 1963.
- MASON, A. C.: Rep. East Malling Res. Stat., 122, 1955.
- MASON, A. C.: J. Hort. Sci., 33, 128, 1958.
- MASON, A. C. y A. B. WHITFIELD: J. hort. Sci., 35, 34, 1960.
- MATLOCK, D. L. y N. F. CHILDERS: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 64, 52, 1954.
- MAY, P.: Austr. J. Biol. Sci., 18, N° 3, 463, 1965.
- MC CLUNG, A. C. y W. C. LOTT: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 67, 113, 1956.
- MEIER, K.: Landw. Jahrb. Schweiz 54, 864, 1940.
- MENDEL, K.: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. G. Fischer Verl., 1961.
- MILLER, V. J.: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 73, 27, 1959.
- MOCHIZUKI, T.: 1963, Ref. Hort. Abstr., 34, N° 4, 6329, 1964.
- MOEHRING, H. K.: Mitt. Obst und Garten, Ser B. xiv, 191, 1964.
- MOON, H. H., C. P. HARLEY y L. O. REGEIMBAL: J. hort. Sci., 59, 61, 1952.
- MULLINS, M. G.: Annals of Bot., 29, N° 113, 73, 1965.
- NASR, A. A. y P. F. WAREING: J. hort. Sci., 36, 1, 1961.
- NEUMANN, D.: Intern. Symp., Dresden-Pillnitz 81, 1962.
- NEUMANN, U.: Wiss. Z. Uni. Rostock 12, 181, 1963.
- NICHOL, W. E. y A. R. MACK: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 85, 91, 1964.
- NITSCH, P.: Hdb. Pfl. Physiol., xv/1, 1537 (Springer Verl.), 1965.
- OBERLY, G. H.: Proc. N. Y. Stat. hort. Soc., 108, 149, 1963.
- ODHNOFF, C.: Physiol. Plantarum 10, 984, 1957.
- OGAKI, C., K. FUJITA y H. ITO: J. Jap. Soc. hort. Sci., 32, 157, 1963.
- OLAND, K.: Physiol. Plant., 12, 594, 1959.
- OLAND, K.: Nature 185, 857, 1960.
- OLAND, K.: Physiol. Plant., 16, 682, 1963.
- ORTUNO, M. A., M. C. ALVAREZ y G. M. PARRA: Ann. Edfol. Agrobiol., 23, 243, 1964.
- OSTROUHOV, A. M.: 1952, Ref. Hort. Abstr., 22, 3428, 1953.
- PACKER, W. J., D. J. CHALMERS y P. BAXTER: J. Agric. Vict., 61, 453, 1963.

- PFAFF, C.: Gartenbauwiss., 28, 245, 1963.
 PRICE, N. O. y MOSCHLER, W. W.: J. Agric. Food Chem., 13, 163, 1965.
 PRIESTLEY, C. A.: Carbohydrate Resources within the Perennial Plant. Commonwealth Agric. Bureaux, 1962.
 PRIESTLEY, C. A.: Intern. Hort. Congr. (1962), Vol. III, 319, 1964.
 QUIDET, P. y M. RICHARD: Revista de Potasa 24, 1964.
 QUINLAN, J. D.: Ann. Rep. East Malling 117, 1964.
 RAYMENT, A. F.: Canad. J. Plant Sci., 45, 1965.
 REICHEL, M. y C. MEIER: Erwerbsobstbau 3, 21, 1961.
 REINKEN, G.: Phosphorsäure 23, 91, 1963.
 REITH, W. S. y R. L. MITCHEL: Plant Analysis and Fertilizer Problems iv, 241, W. F. HUMPHREY Press, Inc., Geneva, New York, 1964.
 REUTHER, W., P. F. SMITH y A. W. SPECHT: Proc. Florida State hort. Soc., 62, 38, 1949.
 RIERA, F. J.: Poda libre (larga) y poda de expansión limitada (corta) en Fruticultura (Barcelona), 1953.
 ROGERS, B. L., L. P. BATJER y A. H. THOMPSON: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 61, 1, 1953.
 RUDLOFF, C. F. y W. FEUCHT: Gartenbauwiss., 4 (22), 26, 1957.
 RUDLOFF, C. F. y R. LUCKE: Erwerbsobstbau 2, H. 2, und H 3, 1960.
 RYUGO, K. y L. D. DAVIS: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 74, 134, 1959.
 SALMANOV, A. S.: 1958, Ref. Hort. Abstr., 28, 3412, 1958.
 SALVADORI, C.: Z. Acker- und Pflanzenbau 119, 159, 1964.
 SAMISH, R. M. y M. HOFFMANN: Plant Analysis and Fertilizer Problems iv, 414, W. F. Humphrey Press, Inc., Geneva, New York, 1964.
 SAMOLADAS, T. H.: 1964, Ref. Hort. Abstr., 35, N° 1, 1841, 1965.
 SCHANDERL, H.: Erwerbsobstbau 7, H. 12, 230, 1965.
 SCHMALFUSS, K.: Naturwiss und Landwirtschaft., 19, 1936.
 SCHMALFUSS, K. y W. SCHULZ: Flora 150, 353, 1961.
 SCHULZ, F.: Erwerbsobstbau 1, H. 2, 32, 1959.
 SHEAR, C. B.: Plant Analysis and Fertilizer Problems iv, 280, W. F. Humphrey Press, Inc. Geneva, New York, 1964.
 SILBEREISEN, R. y W. FEUCHT: Erwerbsobstbau 4, H. 5, 82, 1962.
 SIRONVAL, C.: Plant Growth Regulation, Iowa State Univ. Press, 521, 1961.
 SKOOG, F.: Amer. J. Bot., 27, 939, 1940.
 SMITH, P. F.: Ann. Rev. Plant Physiol. 13, 81, 1962.
 SMITH, P. F.: Plant Analysis and Fertilizer Problems 332, W. F. Humphrey Press, Inc., Geneva, York, 1964.
 SMITH, P. F., W. REUTHER y A. W. SPECHT: Proc. A Soc. hort. Sci., 59, 31, 1952.
 STEWART, I.: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 81, 244, 1964.
 STEWART, I y LEONARD, C. D.: A. R. Univ. Fl. A Exp. Stat. Gainsv., 170, 1955.
 STEWARD, F. C. y D. MARGOLIS: Contr. from B Thompson Inst., 21, N° 6, 1962.
 STILES, W. C. y K. R. GOFF: Maine Farm Res. Sta. U Maine, Jan. 1965.
 STUTZ, E.: Schweiz. Z. Obst- und Weinbau 72, 1963.
 SUGIURA, M.: Physiol. Plant 15, 457, 1962.
 TAMM, E. y G. KRZYSCH: Z. Acker- und Pfl. bau 197, 1964.
 THIMANNA, K. V.: Ann. Rev. Plant Physiol., 14, 1, 1963.
 THOMAS, R. G.: Amer. Bot. N. S. 26, 329, 1963.
 TORSTENSON, G.: Revista de Potasa, Sec. 16, 30, Feb. 1963.
 TSELUIKO, N. A.: 1964, Ref. Hort. Abstr. 35, 2810, 1965.
 URIU, K., y O. LILLELAND: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 74, 67, 1959.
 WALSH, T. y E. J. CLARKE: Trans. Intern. Congr. Hort. Sci. Amsterdam 3, 1950.
 WAREING, P. F. y T. A. A. NASR: Nature 182, 379, 1959.
 WAREING, P. F. y colab.: Annals of Bot., 29, N° 1, 459, 1965.
 WEEKS, W. D. y F. W. SOUTHWICK: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 68, 27, 1956.
 WEGENER, W. S. y H. H. ROMANO: Science (N. Y.), 166, 1669, 1963.
 WEINBERGER, I. H.: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 56, 1, 1950.
 WILLIAMS, R. R.: J. hort. Sci., 40, 31, 1965.
 WILLIAMS, W. y G. R. DOWRICK: J. hort. Sci., 33, 1958.
 WILLIAMS, W. y L. P. BATJER: Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 85, 1, 1964.
 YAMAZAKI, T. y H. MORI: Rep. Tohoku nat. agric. Exp. Stat., N° 11, 21, 1957.
 YEMM, E. W. y B. F. FOLKES: Biochem., 57, 495, 1962.
 YOKOMIZO, H. y colab.: 1964, Ref. Hort. Abstr. 35, N° 1, 420, 1965.
 ZIEGLER, H.: Fortschr. Bot., 27, 65, 1965.