

CONSECUENCIAS

DEL

FRIO INVERNAL INSUFICIENTE EN LOS ARBOLES DE FOLLAJE CADUCO¹

Por NESTOR RENE LEDESMA²

INTRODUCCIÓN

Los árboles y arbustos de follaje caduco, que cumplen su período de descanso durante el invierno, necesitan un determinado período de enfriamiento antes de iniciar la brotación y la floración cuando las condiciones del ambiente alcanzan los niveles requeridos.

Los inviernos cuyo frío resulta insuficiente para satisfacer esas exigencias, determinan anomalías fenológicas que afectan a numerosas especies, entre las que están comprendidos los principales frutales de follaje caduco y cuyo resultado final es la reducción de los rendimientos y de la longevidad.

La importancia de la insuficiencia en frío invernal fué señalada en un estudio (2) realizado con motivo de las anomalías fenológicas registradas durante el año 1939, en el que se estudió principalmente el comportamiento de la brotación y posteriormente (9) el de la floración, aprovechando la circunstancia de haberse registrado dos inviernos consecutivos — 1941 y 1942 — de intensidades extremas y opuestas.

El objeto del presente trabajo consiste en señalar los síntomas con que se manifiesta, en distintas especies de follaje caduco, la insufi-

¹ Primer trabajo de adscripción a la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas, presentado en 1948.

² Ingeniero agrónomo, segundo jefe del Departamento de Meteorología Agrícola del Servicio Meteorológico Nacional del Ministerio de Asuntos Técnicos.

ciente satisfacción de las exigencias en frío invernal, traducidos en el comportamiento fenológico de diversos órganos y funciones, y valorar la relación existente entre la satisfacción en frío y el rendimiento.

NECESIDAD EN FRÍO DE LAS ESPECIES DE FOLLAJE CADUCO

Las plantas que se despojan de su follaje y entran en «período de descanso» (2) quedando en un estado de inactividad fenológica para pasar la estación invernal, necesitan un período de enfriamiento para reiniciar su actividad (3). Esta exigencia es variable para las distintas especies y dentro de ellas para cada variedad (5). No solamente las características específicas y varietales modifican la exigencia en frío sino también otros factores como traumatismos y podas, diversos factores de ambiente como humedad relativa, lluvia y sequía, la acción de pulverizaciones con aceites minerales o éteres, etc. (5).

Cuando la temperatura desciende a menos de 7°C, la actividad de crecimiento de los tallos del duraznero y del manzano según los estudios de Nighthingale y Blake (11 y 12) se encuentra alrededor del límite.

Diversos autores que se han ocupado del tema computan el tiempo que los árboles están sometidos a temperaturas inferiores a ese nivel térmico, como aprovechables para satisfacer las exigencias en frío de las especies de follaje caduco; cuando mayor es el enfriamiento que experimentan las plantas, la brotación se produce con mayor precocidad dentro de los límites correspondientes a la especie en el lugar (13). Todas las variedades de una misma especie no se comportan siempre en forma semejante especialmente si se considera las de gran cultivo, tales como manzano, duraznero, peral, etc., de las cuales existen numerosas formas o «variedades comerciales». Yarnel (13) ha demostrado la variabilidad de la exigencia en frío invernal sometiendo al frío en una heladera a ramitas de duraznero de diversas variedades que retiraba cuando el frío recibido alcanzaba entre 100 y 400 horas con intervalos de 50 horas; las ponía entonces a temperatura de brotación alimentándolas con soluciones nutritivas. Pudo llegar a la conclusión de que cada variedad exige un enfriamiento determinado y de que en la mayoría de ellas la relación es inversamente proporcional entre el número de horas sometidas a 7°C y el número de días en iniciar la brotación. Algunas variedades como

Fair's Beauty no presentan sin embargo una reacción correlativa al frío recibido (8).

Magness y Traub (10) dan valores por especie para satisfacer la exigencia en frío; citan para el manzano, de 900 a 1000 horas con temperatura de 7°C o inferiores y para el duraznero de 600 a 900 horas. En el estudio realizado (9) con las variedades del duraznero de colección de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, se encontró que con 543 horas de frío (7°C o inferiores), se registraban notables anomalías fenológicas en la floración y con 689 horas las fases se cumplían en buenas condiciones.

El fenómeno afecta en mayor o menor grado a todas las especies de follaje caduco. Chandler y sus colaboradores mencionan en su trabajo numerosas especies de follaje caduco en que registraron las anomalías producidas por falta de frío invernal, entre ellas el manzano, peral, durazneros y nectarinas, kaky, membrillero, almendro, damasco, ciruelo, cerezo dulce ácido, *Prunus pseudocerasus*, vides tanto europeas como americanas, frambuesas, zarzamoras en sus diversos tipos, grosellero, nogal, castaño, níspero y sorbus (5), también ha sido citado el pecan (6). El Servicio de Fenología del Servicio Meteorológico Nacional registra una gran cantidad de especies, en número superior a 100, en las que se observan anomalías provocadas por la falta de frío invernal.

Se considera el manzano como la especie más exigente en frío entre los frutales de gran cultivo; en orden decreciente siguen el peral, el duraznero, los ciruelos europeos, ciruelos japoneses, cerezos, damascos y almendro. Este último es tan poco exigente en frío que los primeros descensos térmicos invernales lo satisfacen y cualquier ascenso durante el invierno, si alcanza el nivel de floración, provoca el comienzo de esta última fase (fig. 1), afectando así la posibilidad de rendimiento, puesto que las heladas subsiguientes destruyen las flores.

ACCIÓN DE LA FALTA DE FRÍO SOBRE DIVERSOS ÓRGANOS Y FUNCIONES

Yemas. — La caída de yemas, es uno de los síntomas que se observa con mayor facilidad; se manifiesta principalmente en las especies frutales de carozo, cuyas yemas florales y foliares están separadas como el duraznero, almendro, ciruelo, etc. El fenómeno se produce especialmente en las yemas laterales y sólo en las variedades de ma-

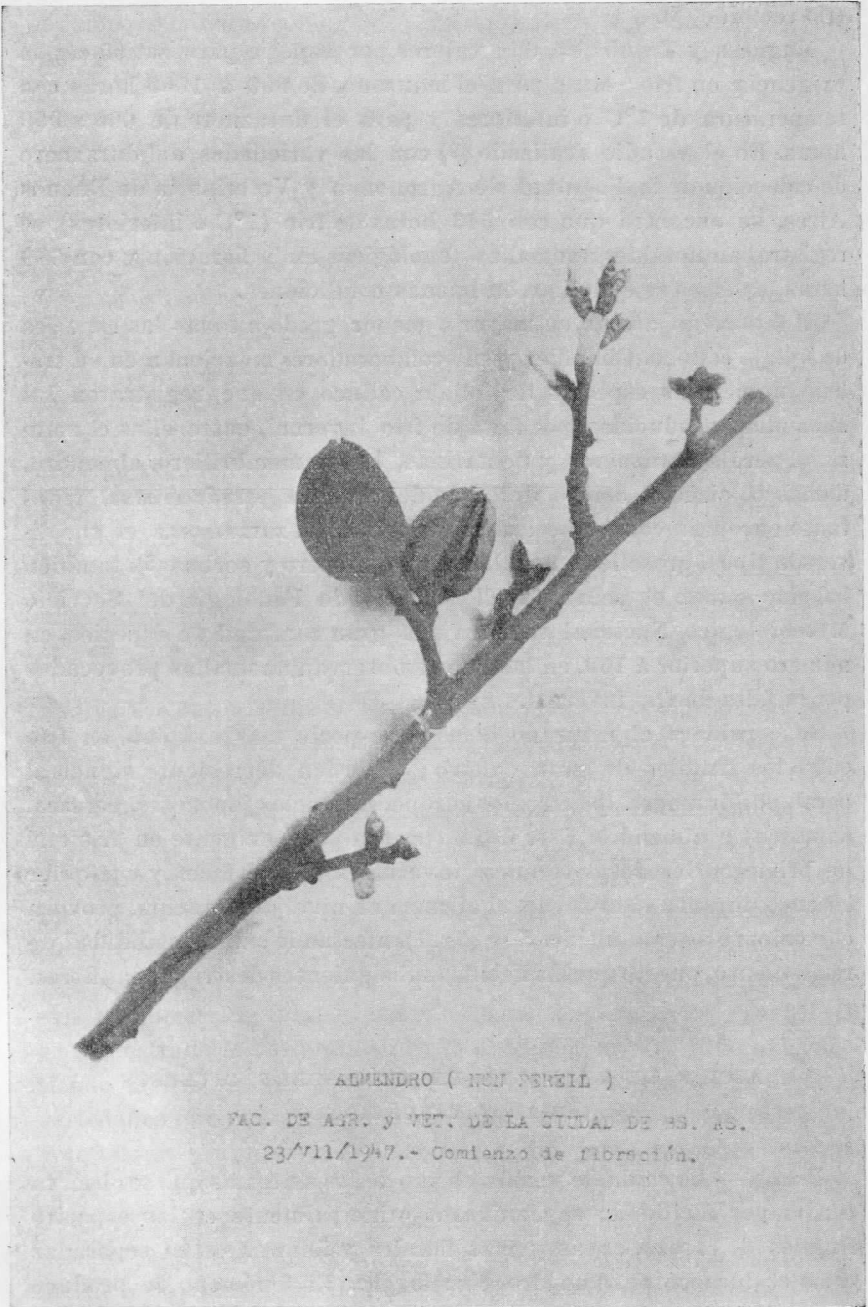


Fig. 1. — Floración del almendro en pleno invierno, provocada por un ascenso térmico después de los primeros fríos que satisfacen su poca exigencia

por exigencia en frío, como las de duraznero May Flower y Amsden he podido observar con frecuencia la caída de las yemas apicales.

Cuando menor es el frío del invierno tanto mayor es la caída de las yemas; esta proporción es correlativa a la exigencia varietal, tanto mayor cuanto más exigente en frío es la variedad.

El mecanismo que produce el desprendimiento de las yemas consiste, según Chandler y sus colaboradores (5), en la activación de una zona meristemática en la base de la misma, en forma semejante al proceso natural de caída de hoja.

El fenómeno afecta tanto a las yemas de leño como a las de flores, si bien en mayor grado a las primeras por ser algo más exigentes en frío; puede ser observado con alguna frecuencia en Buenos Aires en las variedades de mayor exigencia y en los años de invierno menos frío. Alrededor de la época de brotación se produce la muerte de las yemas que persisten adheridas hasta desprenderse en cualquier movimiento de la ramita.

Cuando la caída de yemas es muy intensa, la rama puede quedar totalmente desprovista como se observa en la ilustración (fig. 2): el ejemplo A ha perdido casi todas las yemas, mientras el B y el C han sufrido la caída con menor intensidad. En las variedades de mayor exigencia en frío es frecuente la muerte de ramitas en gran número, por quedar totalmente desprovistas de yemas.

Floración. — La floración de las plantas de follaje caduco cuya exigencia en frío invernal no ha sido satisfecha, sufre ordinariamente un atraso proporcional a la exigencia varietal en frío y a las características del año.

Las especies y variedades de menor exigencia en frío invernal son de floración más precoz; en éstas la fase se cumple en forma breve y bien definida; las de mayor exigencia son más tardías y su floración es más larga (9).

Las variedades de poca exigencia en frío sufren poco el atraso y en algunas, como el duraznero Lukens Roney citado por Lamerts (8), la fecha de floración es muy constante; por tal motivo el citado autor la utiliza como «test» de comparación para valorar la sensibilidad de los durazneros. En las variedades de mayor exigencia en frío, el atraso de floración se acentúa y la cantidad de flores que abre en cada planta disminuye, como consecuencia de la caída de yemas florales (1) por una parte, y de la menor energía de floración (9) por otra, que determina la caída de muchas flores, antes de su apertura.

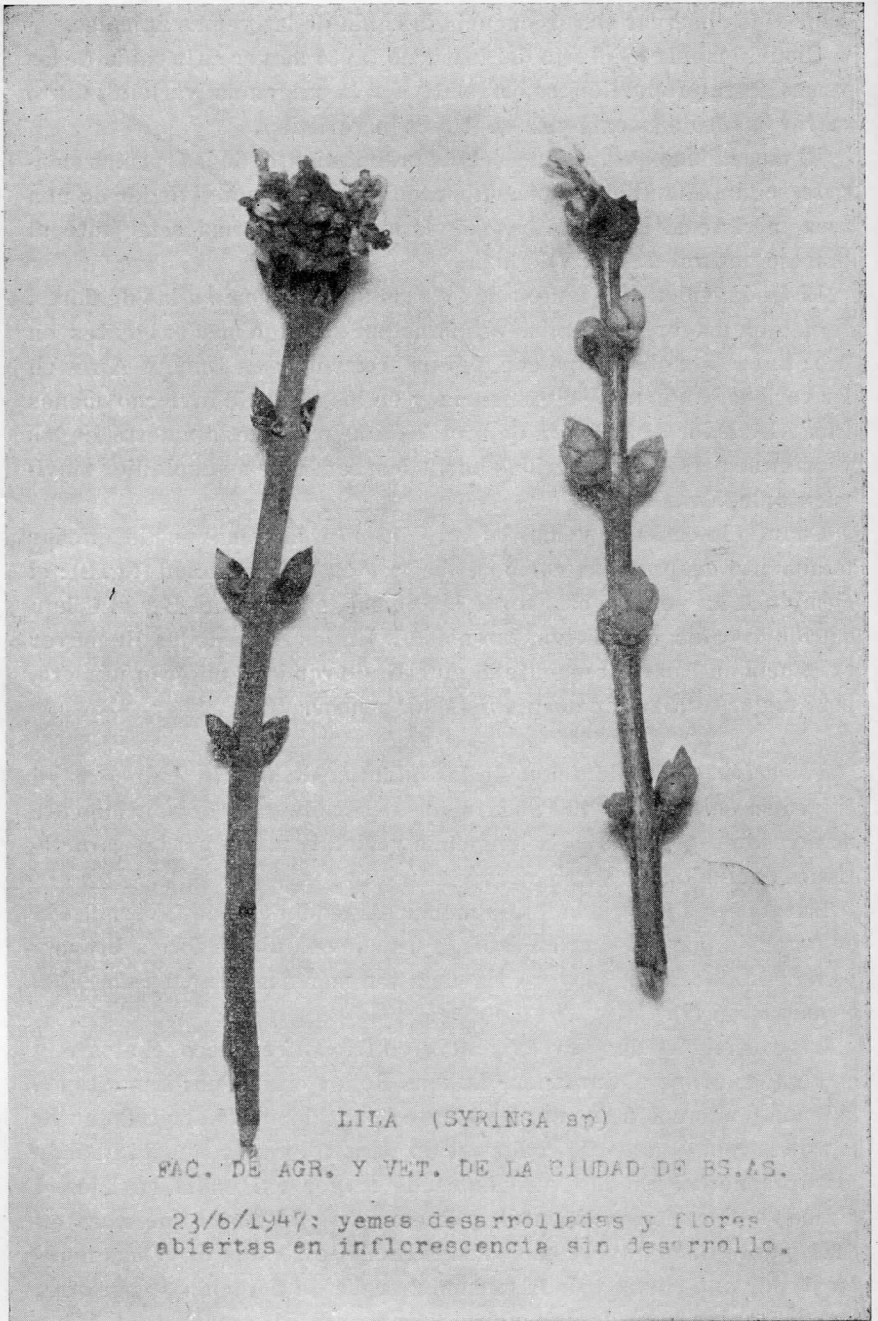


Fig. 2. — Falta de desarrollo por insuficiente satisfacción de las exigencias en frío

Las especies y variedades de mayor exigencia en frío, cuya floración es normalmente más prolongada, florecen por mucho más tiempo; así se ha podido señalar, cómo algunas variedades de duraznero cuya floración en un año frío (1942) fué de 20 días, prolongó a la fase a más de 40 días en uno de invierno caliente (1941) (9).

Cuando el invierno no es suficientemente frío para romper el período de descanso, las yemas florales suelen permanecer en estado latente, aún en primavera y verano y ante el estímulo de cualquier frío se ponen en condiciones de florecer (5). Este fenómeno origina floraciones en épocas completamente diferente de las normales para cada especie. Las más frecuentes son las conocidas como segunda floración, se producen después de la normal, si bien diferenciadas y en abundancia suficiente como para ser consideradas una verdadera floración. Al norte de la provincia de Buenos Aires el manzano y el ciruelo europeo, producen frecuentemente pequeñas floraciones al comienzo del otoño (fig. 3) cuando las oscilaciones térmicas determinan niveles inferiores al de « frío » (7°C), alternadas con las óptimas de vegetación y floración (20°C - 21°C), dando origen a frutos que no se desarrollan [en condiciones normales y caen antes de la maduración.

La lila (*Syringa vulgaris*), especie de muy poca exigencia en frío, es una de las plantas que florece con más precocidad en los países de clima templado frío y se la considera en Europa como indicadora del advenimiento de la primavera. Las características climáticas en la región de Buenos Aires determinan anomalías en la floración de esta especie, que según el año que se trate y respondiendo al estímulo de las oscilaciones térmicas, florece desde el otoño hasta la primavera, iniciando el proceso varias veces en ese intervalo. En las floraciones otoñales y de principios de invierno la inflorescencia no llega a desarrollarse, formando los botones florales, un conglomerado que no responde a las características taxonómicas de la especie, como se puede observar en la figura 2.

El avellano (*Corylus Avellana*), especie diclina monoica, no produce frutos en la región de Buenos Aires como consecuencia de la exigencia en frío diferente para las flores de los dos sexos. El amento, flor masculina, exige menos frío invernal que la flor femenina, las oscilaciones térmicas de otoño cuyas mínimas descienden hasta niveles inferiores a los 7°C , satisfacen su exigencia en frío y en los ascensos subsiguientes se produce la floración que se registra ordinariamente en los meses de marzo o abril; las flores femeninas que tienen una

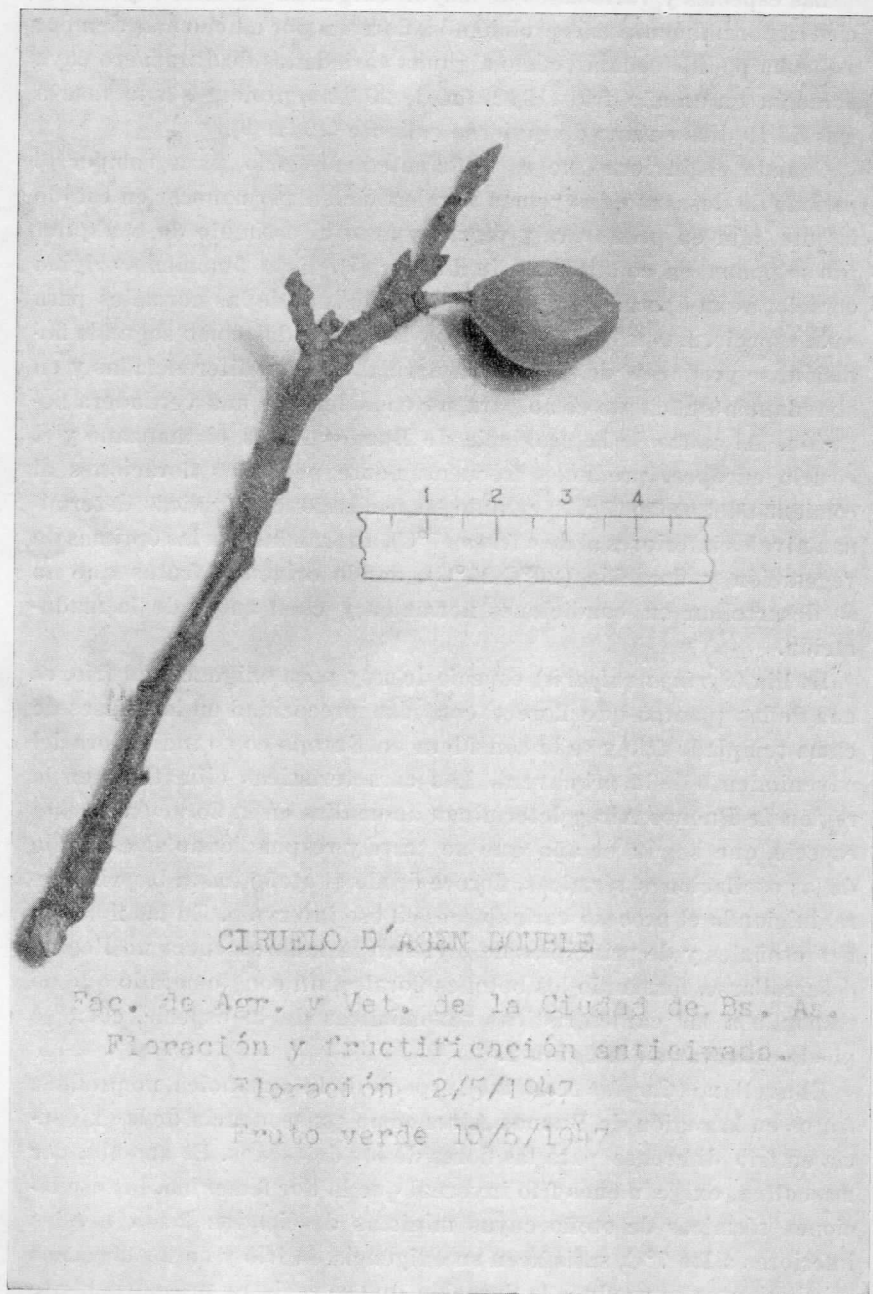


Fig. 3. — Fruto del ciruelo que proviene de flores abiertas muy anticipadamente con respecto a la brotación

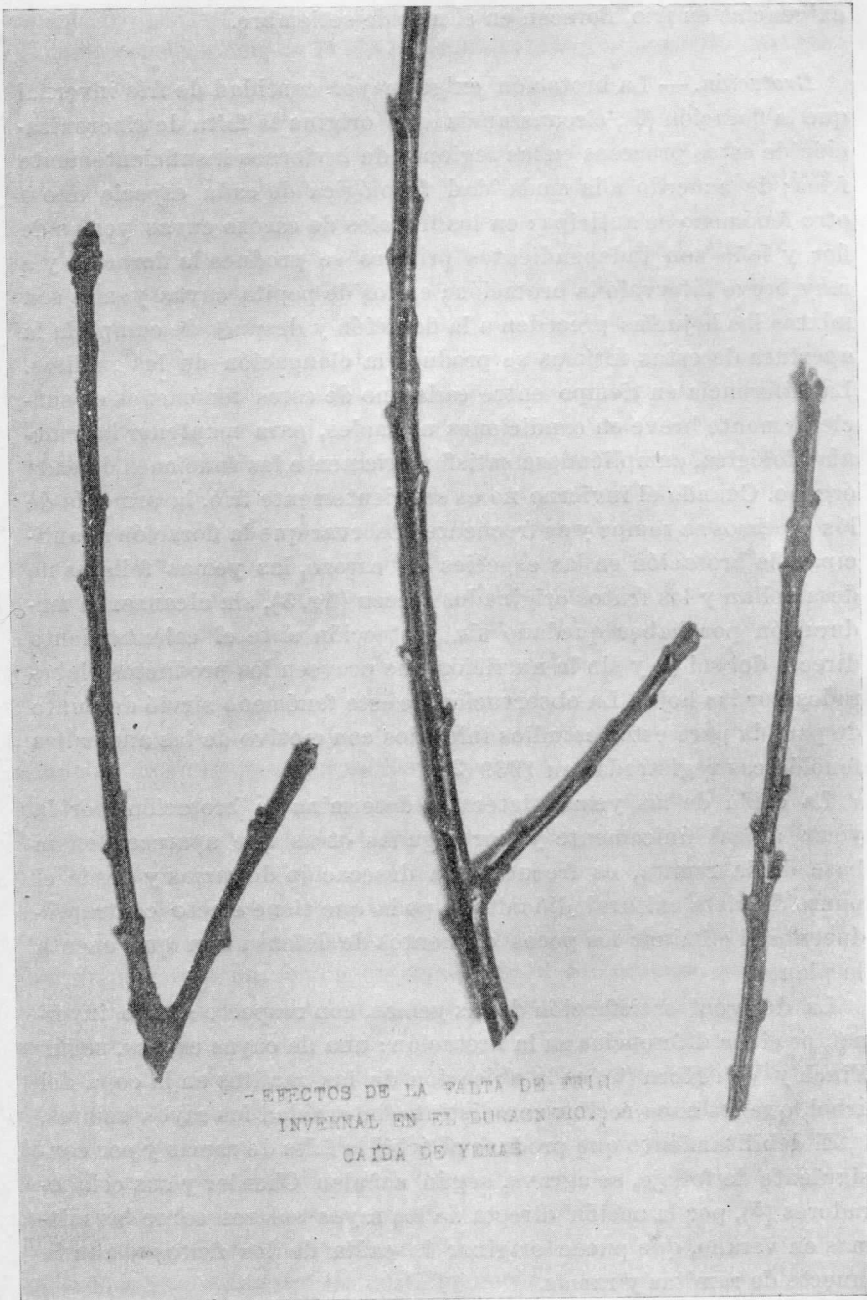


Fig. 4. -- Caída de yemas de duraznero provocadas por la falta de frío invernal

exigencia mayor pasan en descanso todo el invierno y satisfechas sus exigencias en frío, florecen en el mes de setiembre.

Brotación. — La brotación exige mayor cantidad de frío invernal que la floración (5), circunstancia que origina la falta de sincronización de estos procesos en las regiones de inviernos insuficientemente fríos; de acuerdo a la modalidad fenológica de cada especie uno u otro fenómeno se anticipa: en los frutales de carozo cuyas yemas de flor y leño son independientes primero se produce la floración y a muy breve intervalo la brotación; en los de pepita cuyas yemas son mixtas las hojuelas preceden a la floración y después de cumplida la apertura de estas últimas se produce la elongación de las ramitas. La diferencia en tiempo entre cada uno de estos fenómenos es suficientemente breve en condiciones normales, para mantener la armonía biológica, cumpliéndose satisfactoriamente las funciones de cada órgano. Cuando el invierno no es suficientemente frío, la armonía de los procesos se rompe y es frecuente observar que la floración se anticipa a la brotación en las especies de carozo, las yemas foliares no desarrollan y los frutos originados crecen (fig. 3), sin alcanzar la maduración por haber quedado sin protección ante el calentamiento directo del sol (5) y sin la nutrición que proveen los productos elaborados por las hojas. La observación de este fenómeno sirvió de punto de partida para estos estudios iniciados con motivo de las anomalías fenológicas registradas en 1939 (2).

La caída de las yemas laterales determina la brotación por la yema apical únicamente y por algunas otras que aparecen en la base de la ramita, es frecuente la desecación de ramas y desde el punto de vista cultural dificulta la poda que tiene efecto contraproducente al eliminar los pocos elementos de defensa con que cuenta la planta.

La desigual satisfacción de las yemas, con respecto al frío invernal, produce diferencias en la brotación; una de cuyas causas, según Finch y Van Horn (6), es la ubicación de las ramitas en la copa del árbol, que les hace recibir con distinta intensidad los rayos solares.

El debilitamiento que produce al árbol la falta de ramas y por consiguiente de follaje, se agrava, según señalan Chanler y sus colaboradores (5), por la acción directa de los rayos solares sobre las mismas en verano, que puede originar la caída de los frutos y aun la muerte de ramitas y ramas.

Fruto. — El rendimiento de los árboles frutales disminuye en los años de frío invernal insuficiente, debido a la menor cantidad de flores como consecuencia de la caída de las yemas y a la menor energía de floración.

El tamaño y la cantidad de los frutos se ve igualmente desmerecida por las anomalías que se producen en el sistema vegetativo desarrollándose frecuentemente en ramitas desprovistas de follaje a causa de la foliación excesivamente atrasada y a la disminución notable del follaje por la menor cantidad de ramitas. Cuando la acción del frío ejerce su influencia localizada en los órganos sometidos a su acción, según lo demostró Coville (3), la cantidad de fruta ni su calidad es uniforme en toda la copa del árbol.

Los fruticultores suelen considerar que las fluctuaciones en el rendimiento de los árboles frutales determinan un aumento en la calidad del fruto cuando la cantidad es menor y que un bajo rendimiento en un año produce una recuperación del cuerpo vegetativo del mismo, que se traduce en un mayor rendimiento en el siguiente. En las zonas sometidas a régimen de inviernos insuficientemente fríos estas condiciones no se cumplen, puesto que el rendimiento y la calidad se ven directamente afectados por el proceso meteorológico que antecede inmediatamente a cada período vegetativo.

Longevidad. — Los árboles de follaje caduco experimentan la disminución de su longevidad en las regiones de invierno insuficientemente frío; esta consecuencia es variable con la exigencia en frío de la especie y con sus modalidades vegetativas que le permiten mayor o menor resistencia.

La falta de follaje suficiente para sostener el crecimiento de los frutos influye sobre las reservas del árbol y se traduce en la falta de energía de brotación, fenómeno semejante al de floración, que afecta tanto a la época de brotación como a la longitud y grosor que alcanzan las ramitas.

El duraznero aparece como una de las especies de mayor sensibilidad a la falta de frío, puesto que sufre en alto grado la caída de yemas, hasta el punto de que sus variedades más exigentes experimentan la muerte de gran parte de su ramaje, con el debilitamiento consiguiente y la desecación progresiva del árbol.

Las consecuencias de la deficiencia en frío invernal se agravan hacia la región caliente del país, no encontrándose plantaciones de importancia de manzano, duraznero o cualquier otra especie frutal

árboresca de follaje caduco sino en zonas montañosas, donde la altura proporciona el frío necesario para el desarrollo.

RENDIMIENTO

El rendimiento de los árboles traducido en cantidad y calidad de frutos, recibe una influencia directa del frío registrado en el invierno precedente. Esta influencia está limitada principalmente al año que la recibe, y localizada a la parte del árbol sometido a su influencia.

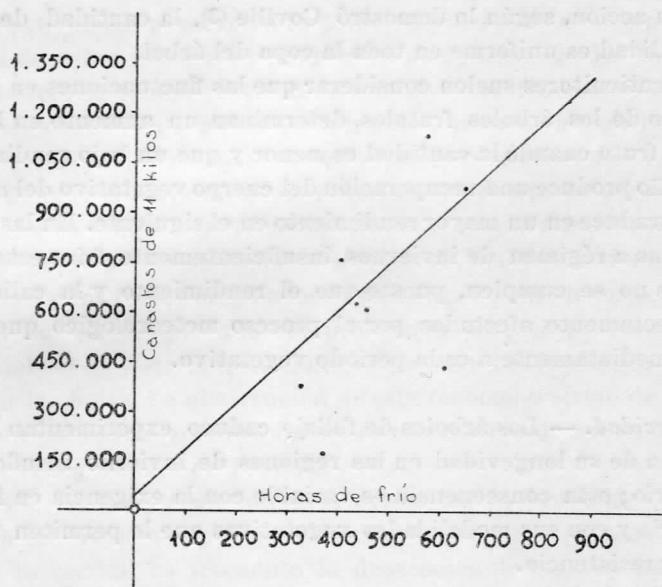


Gráfico 1. — Correlación entre horas de frío y rendimiento de manzanas en el Delta del Paraná

La acción del frío invernal como un factor fundamental determinante del rendimiento, debe ser considerada como tal solamente para las regiones en que este factor resulta crítico, es decir en las que puedan producirse inviernos con menos de 600 horas, con temperaturas inferiores a 7°C.

En el estudio ya citado sobre la acción del «invierno caliente» del año 1939 (2), se publicó un mapa sobre la acción de la falta de frío sobre los frutales en aquel año, destacándose que en la región sur del país, no se observan anomalías fenológicas en las condiciones de extremas registradas entonces, más allá de una línea que pasa por el

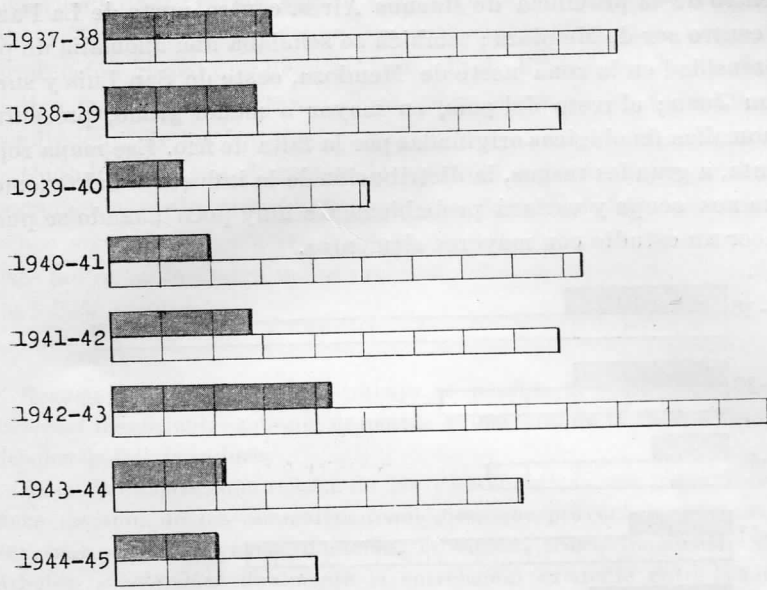


Gráfico 2. — En blanco : canastos de manzana ; en negro : hora
 Escala : 1 cm = 8000 canastos de peras ; 1 cm = 200 hora d

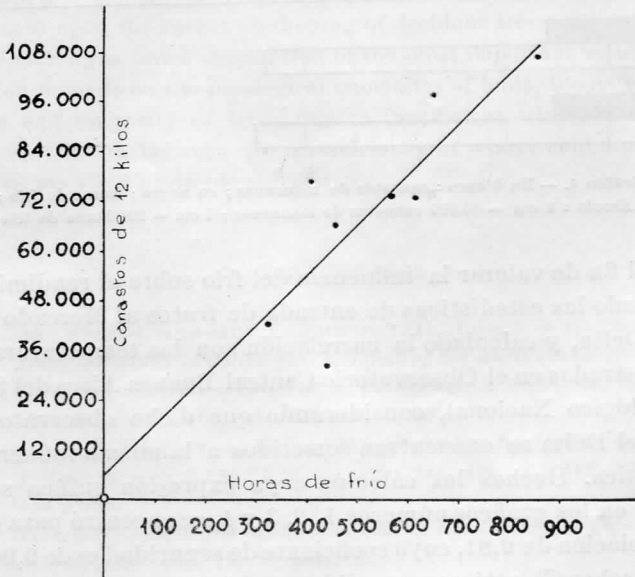


Gráfico 3. — Correlacion entre horas de frío y rendimiento de peras en el Delta del Paraná

centro de la provincia de Buenos Aires, centro norte de La Pampa y centro sur de Mendoza; también se señalaba una anomalía de poca intensidad en la zona norte de Mendoza, oeste de San Luis y sur de San Juan; el resto del país, en mayor o menor grado, presentaba anomalías fenológicas originadas por la falta de frío. Ese mapa representa, a grandes rasgos, la distribución de la influencia del fenómeno que nos ocupa y variará probablemente muy poco cuando se puede hacer un estudio con mayores elementos.

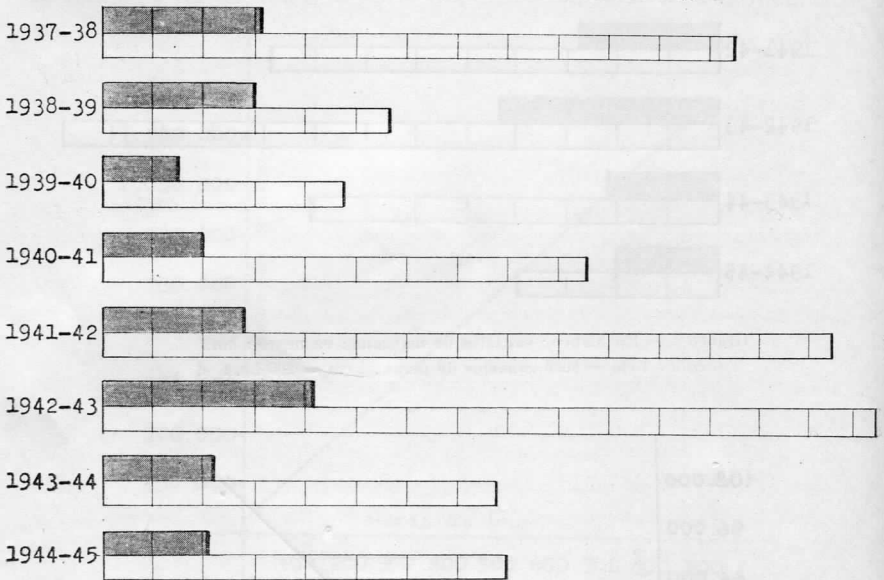


Gráfico 4. — En blanco : canastos de manzanas; en negro ; horas de frío ;
Escala : 1 cm = 80.000 canastos de manzanas ; 1 cm = 200 horas de frío

Con el fin de valorar la influencia del frío sobre el rendimiento, se han tomado las estadísticas de entrada de frutos al Mercado de Frutos del Delta, y calculado la correlación con las temperaturas horarias registradas en el Observatorio Central Buenos Aires del Servicio Meteorológico Nacional, considerando que dicho observatorio y la región del Delta se encuentran sometidos a la misma influencia macroclimática. Hechos los cálculos cuya expresión gráfica se puede observar en los gráficos números 1, 2, 3 y 4, se encontró para el peral una correlación de 0,81, cuyo coeficiente de seguridad es de 0,082, que, según Fischer (7), está comprendido en el 98 % de los casos. Para el manzano, la correlación encontrada es de 0,73, cuyo coeficiente de

seguridad de 0,11, que según Fischer está comprendido dentro del 95 %. Estos cálculos, hechos con material heterogéneo, como es la producción global que llega al Mercado de Frutas del Tigre, dan un índice matemático bastante claro sobre la acción del invierno en el rendimiento de los frutales.

Cuando se pueda disponer de mayores elementos, los índices de correlación serán más representativos, pero de todos modos el presente sirve de orientación para valorar la importancia decisiva de este factor en la distribución racional del área cultivada con frutales de follaje caduco.

Resumen. — En el presente trabajo se plantea la importancia del frío invernal insuficiente, sobre el despertar primaveral de la vegetación en los árboles de follaje caduco.

Después de hacer una reseña de las características más importantes, se hace revisión de las anomalías fenológicas que provoca la falta de frío invernal sobre las yemas, floración, brotación, fruto, longevidad de los árboles, señalándose finalmente la correlación existente entre la falta de frío invernal y la disminución del rendimiento en los frutales de follaje caduco.

Summary. — This report states the important influence of insufficient winter-cold upon the spring awakening of deciduous trees.

After making a brief description of the most important characteristics, a revision is made on the fenological anomalies of buds, blooming, leafing, fruiting and longevity of trees, due to insufficient winter-cold, pointing out the correlation between the insufficiency of winter-cold and the diminution in the yield of deciduous frutrtree.

BIBLIOGRAFIA

1. BROOKS, REID M. AND GUY L. PHILIP, 1941. *Climate in relation to deciduous fruit production in California. I. Effect of the warm winter of 1940/41 on peach and nectarine varieties in N. California.* — *Amer. Soc. for Hort. Sci. Proc.* 39 (1941) 190/194.
2. BURGOS, J. J. Y LEDESMA, N. R., 1942. *Anomalías fenológicas en los árboles frutales durante el año 1939.* — *Rev. Arg. Agr.* 9 (1942) 295/309. Buenos Aires.
3. COVILLE, F. V., 1920. *The influence of cold in stimulating the growth of plants.* — *Jour. Agr. Res.* 20, 2 : 151-160.
4. COWART, P. P. AND SAVAGE, E. F. 1941. *Important factors affectin peach and tree longevity in Georgia.* — *Am. Soc. Hort. Sci. Pros.* 39 : 173.

5. CHANDLER, W. R., KIMBALL, M. H., PHILIP, G. L., TUFTS, W. F. AND WELDON, G. P. 1937. *Chilling requirements for opening buds in deciduous orchard trees and some other plants in California.* — *Calif. Agr. Exp. Sta. Bull.* 611, Berkeley.
6. FICH, H. H. AND VAN HORN, C. W. 1939. *Notes on the relation of warm winter temperatures to blossoming and nut setting of the pecan.* — *Am. Soc. Hort. Sci. Proc.* 37: 493-498.
7. FISHER, R. A. *Statistical Methods for Research Workers.* 336 pp. Oliver and Boyd. London 5th. Edition.
8. LAMERTS, W. E. 1941. *An evaluation of peach and nectarine varieties in terms of winter chilling requirements and breeding possibilities.* — *Amer. Soc. for Hort. Sci. Proc.* 39: 205-211.
9. LEDESMA, N. R. 1945. *La floración del duraznero en Buenos Aires y su relación con las temperaturas de invierno y de primavera de 1941 y 1942.* Tesis para optar al título de Ing. Agr. Servicio Meteorológico Nacional: en prensa.
10. MAGNESS, J. R. AND TRAUB, H. P. 1941. *Climatic adaptation of fruits and nut crops.* *Climate and Man. Yearbook*, U. S. A. 400-416, Washington.
11. NIGHTINGALE, G. T. AND BLAKE, M. A. 1934. *Effects of temperature on the growth and composition of Stayman and Baldwin apple trees.* — *N. J. Agr. Exp. St. Bull.* 566, apr. 1934.
12. — 1934. *Effects of temperature on the growth and metabolism of Elberta peach trees with notes on the growth responses of other varieties.* — *N. Jersey. Agr. Exp. Sta. Bull.* 567. N. Bruswich.
13. YARNELL, S. A. 1939. *Texas studies on the cold requirements of peaches.* — *American Soc. for Hort. Proc.* 27: 349-352. Geneva. N. York.