

MINISTERIO DE AGRICULTURA

Las Heladas *en la*  
Producción Naranjera

*por*

MANUEL HERRERO EGAÑA Y ALEJANDRO ACERETE LAVILLA

• Ingenieros agrónomos •



SECCION DE PUBLICACIONES  
PRENSA Y PROPAGANDA

**LAS HELADAS EN LA PRODUCCION  
NARANJERA**

MINISTERIO DE AGRICULTURA

LAS HELADAS  
EN LA  
PRODUCCION NARANJERA

POR

MANUEL HERRERO EGAÑA

Ingeniero, Director de la Estación Naranjera de Levante

Y

ALEJANDRO ACERETE LAVILLA

Ingeniero Agrónomo, agregado

BIBLIOTECA

Monografías

Nº Registro 15049

Fecha entrada 1928-2021

Signatura

FA-Monografías, 1548



Sección de Publicaciones, Prensa y Propaganda



Esta obra, como todas las  
que edita la Sección de  
Publicaciones Prensa y  
Propaganda, es gratuita.

**LIBRERIA AGRICOLA**  
FERNANDO VI, 2 - TEL. 43618  
M A D R I D

**Precio: 2 pesetas**



Entre los riesgos de la producción naranjera en nuestro país, puede decirse que, en la actualidad, el que supone la contingencia de heladas es el más importante. En los últimos diez años han ocurrido tres heladas severas, y la mayor parte de ellos, en alguna zona, la helada ha producido daños. Desde Oliva y Gandía a la Plana de Castellón, salvo pequeñas partidas, no hay ningún distrito que esté absolutamente libre de los daños del frío. Si a la extensión de las plantaciones de naranjos en el último cuarto de siglo en localidades y partidas más expuestas a las heladas que la primitiva y antigua zona del cultivo del naranjo en España, o a la mayor frecuencia con que las bajas temperaturas se producen en los últimos inviernos según supone la opinión corriente de cosecheros y comerciantes, es achacable el que el riesgo de helada haya aumentado, implica una cuestión poco dilucidada. Es evidente que la primera causa influye cuando se trata de apreciar los daños en el volumen total de la cosecha. Parece probable que estemos atravesando un período de tiempo, dentro de los ciclos meteorológicos, con inviernos más rigurosos que los años de principio de siglo. También

es probable que a medida que nuestra naranja ha encontrado competencia en los mercados, al mismo tiempo que la producción nacional crecía, y se ha exigido mejor calidad de fruto por el público consumidor y por las inspecciones de salida, se hayan revelado daños de helada en el fruto que anteriormente pasaron inadvertidos.

En todo caso, no es aventurado cifrar la pérdida de cosecha por una helada medianamente severa en cincuenta millones de pesetas. En el informe sobre los daños de las heladas del invierno 1940-41, presentado por el Ingeniero Agrónomo D. Miguel Benlloch y las Estaciones Naranjera de Levante y Fitopatológica de Levante a la Dirección General de Agricultura, la cifra de pérdidas figuraba en números redondos ochenta millones de pesetas. Creemos que es muy difícil salvar la totalidad de esa pérdida. Estamos convencidos, por otra parte, de que podría reducirse a términos mucho menores si los cultivadores llevasen a la práctica, no exactamente los procedimientos usados en otros países para reducir los perjuicios de la helada, pero sí algunos basados en el conocimiento de aquéllos y adaptados a las circunstancias económicas nacionales. La cuantía de la pérdida justifica la inversión de sumas elevadas en el empleo de medios preventivos.

Nos proponemos en este escrito dar una información general de los fenómenos relativos a la helada y divulgar algo de lo que en España y en el extranjero se ha ideado para reducir sus efectos. Tratamos también algunos temas relaciona-

dos con los daños que la naranja sufre y reseñamos otros datos que puedan servir a los interesados en la producción naranjera. Sobre otras cuestiones acerca de la construcción de hornillos apropiados para combustibles baratos en España queremos atraer la atención de los industriales, quienes tendrían un amplio campo de negocio si llegasen a resolverlas eficazmente.

Debemos a D. Miguel Benlloch, Ingeniero Agrónomo, y a D. Federico Gómez Clemente, Ingeniero Agrónomo Director de la Estación de Fitopatología de Levante, las fotografías que aparecen en esta publicación. Cuatro de ellas, los números 9, 15, 16 y 17, son originales del Sr. Benlloch, y las demás, originales del archivo de su Estación, han sido prestadas por el Sr. Gómez Clemente.

CIRCUNSTANCIAS METEOROLÓGICAS DE LA HELADA.—Para comprender los fenómenos inherentes a la helada conviene recordar que todas las sustancias reciben o emanan constantemente calor, tendiendo al equilibrio térmico. El calor es una forma de la energía que se transmite por radiación. El calor radiado por el mismo volumen de un cuerpo determinado, en iguales circunstancias, es mayor a medida que su superficie aumenta. Los cuerpos transmiten, o dejan pasar el calor a través de ellos con distinta velocidad, o sea, son más o menos conductores del calor según la materia que los constituye. Según su composición, pueden almacenar, a una misma temperatura, cantidades de calor diferentes. El calor almacenado por una misma sustancia aumenta con su volumen. Los rayos

caloríficos se propagan en línea recta. Los gases al expansionarse se enfrían, y al comprimirse se calientan; si se calientan se expansionan o aumentan su presión; si se enfrían disminuyen su presión. El volumen, la temperatura y la presión de una masa de gas, relacionados entre sí, obedecen a unas leyes definidas. Un gas que se liquida o un líquido que se solidifica desprenden calor, y en el proceso contrario absorben calor. Estas ideas sencillas, cuya explanación no entra en nuestros fines, facilitan la explicación del hecho de la helada.

Durante un día claro, el suelo recibe calor del sol; la tierra se calienta o aumenta la cantidad de calor que posee. La temperatura del aire decrece con la altitud según una ley fija relacionada con la presión que soporta. En una noche clara, de temperatura baja, sin viento, la tierra pierde calor, la capa de aire en su contacto se calienta; al calentarse, el aire se expansiona, pierde densidad y tiende a elevarse a capas superiores de la atmósfera, siendo reemplazado por otra masa de aire más frío. La nueva capa de aire en contacto con el suelo vuelve a experimentar, a su vez, un caldeamiento y también es reemplazada por volúmenes de aire más frío. El aire caldeado que asciende en la atmósfera llega hasta un punto en que, de acuerdo con la ley general que hemos observado durante el día, vuelve a enfriarse. Nos encontramos, por tanto, en una de tales noches, con que la temperatura del aire aumenta con la altitud hasta una cierta altura, a partir de la cual vuelve a decrecer,



como ocurría durante el día. La temperatura máxima que ocurre en aquella altura suele llamarse “temperatura de inversión”. La temperatura de inversión se produce a una altura de 60 a 180 metros (15).

En una noche de viento moderado, éste mezcla el aire; impide, en parte por lo menos, que queden siempre tocando al suelo porciones del aire más frío, y evita su enfriamiento. Ello suponiendo que no se trata de viento fuerte, persistente y muy frío, que arrastra grandes masas de aire a baja temperatura. Si hay nubes, principalmente si son bajas, las masas de humedad que las constituyen detienen el calor que el suelo irradia, o mejor dicho, reflejan en parte los rayos caloríficos que la tierra emite e impiden un enfriamiento más rápido de las zonas más bajas de la atmósfera.

El aire puede contener más o menos cantidad de vapor de agua, según esté más o menos caliente. Cuando una masa de aire se va enfriando, llega un momento en que el vapor de agua que contiene comienza a condensarse, es decir, se liquida y se forma rocío. La temperatura que corresponde a este momento, o a este punto, se llama “punto de rocío”. El punto de rocío varía, en consecuencia, con la cantidad de vapor de agua que hay en el aire. Se dice que el aire está saturado, a una temperatura dada, cuando no puede evaporar más agua en su contacto, de forma que el punto coincide con la temperatura de saturación en aquel momento. Si el aire es muy húmedo, el punto de rocío es más elevado que si el aire es más



seco. Hay tablas que permiten determinar el punto de rocío conociendo la humedad. Puede ocurrir que el punto de rocío esté por debajo de  $0^{\circ}$  C. En ese caso se forma escarcha directamente, en vez de rocío. En noches de aire húmedo, al bajar la temperatura y llegar al punto de rocío, se liquida vapor de agua en forma de rocío o se solidifica agua en forma de escarcha. Al producirse el rocío o al aparecer la escarcha, el agua desprende calor, entibia algo el aire circundante y modera la caída de temperatura; con aire seco la temperatura bajaría más. En puntos de enfriamiento muy localizado puede formarse escarcha en el suelo mientras la temperatura del aire ambiente es aun superior a  $0^{\circ}$  C.

Si el terreno está mojado, almacena, durante un día despejado y de calma, más cantidad de calor que si está seco. Por la noche tardará más en enfriarse, a igualdad de las demás circunstancias, en el primer caso que en el segundo. Al llegar la temperatura a  $0^{\circ}$  C., el agua del suelo se hiela y desprende calor, retardando algo más el enfriamiento, aunque la temperatura siga bajando, que si el terreno estuviese seco. Por otra parte, al evaporarse el agua del suelo absorbe calor. En el caso de ocurrir vientos fuertes, secos y fríos, la evaporación es muy rápida y puede llegar a congelar el agua del suelo mientras la temperatura del aire es superior a  $0^{\circ}$  C. Así se verificó en la noche del 2 al 3 de enero de 1941 en el campo de la Estación Naranjera de Levante, en Burjasot, Valencia; con temperatura mínima del aire de  $2,5^{\circ}$  C., que duró

diez horas y media, el agua apareció helada en el suelo.

La vegetación del terreno impide que éste se caliente por el día tanto como si estuviese desnudo. A la noche, el suelo y la vegetación pierden calor y se ha comprobado (15) que se enfrían más que el suelo limpio.

Las hojas, que proporcionalmente a su volumen presentan una gran superficie, deben enfriarse con más rapidez que los frutos, que tienen menos superficie con relación al volumen. Ellas sufren antes que el fruto los efectos del frío, aparte de otras razones que coadyuvan a este hecho.

De lo anteriormente expuesto se desprende que serán circunstancias peligrosas y propicias para la helada, en noches en que la temperatura se acerca a  $0^{\circ}$  C., las siguientes: tiempo de calma, cielo despejado, poca humedad en el aire, suelo seco y terreno con vegetación. También serán expuestas a helada las noches subsiguientes a un desplazamiento de aire frío de otras regiones, generalmente con viento fuerte y seco del N. o del NO. (que a veces cesa al amanecer), aunque el cielo esté cubierto con nubes altas.

Por donde podemos apreciar que hay dos tipos de helada. La helada de radiación o helada local, que es la correspondiente al primer grupo de circunstancias citadas en el párrafo anterior. Es la que más frecuentemente ocurre. Y la helada debida a las segundas circunstancias citadas, que se llama general o de ola de frío, la cual afortunadamente se produce raras veces. La primera, la de

radiación, puede ir acompañada de escarcha (helada blanca) o sin formación de escarcha (helada negra o seca, según denominaciones clásicas).

Por otra parte, serán condiciones ventajosas que disminuirían el riesgo de helada, aun con temperaturas bajas, cercanas a  $0^{\circ}$  C., la brisa o viento del Mediterráneo, las nubes bajas y la humedad del suelo y del aire. Las heladas del año 1939 hicieron menos daños, a pesar de registrarse temperaturas bajas persistentes, porque se sufrieron después de lluvias que empaparon la tierra.

OTROS FACTORES RELACIONADOS CON LA HELADA. Los parajes hondos están más expuestos a la helada que las laderas o los puntos más elevados del terreno. Ya hemos dicho al explicar la "inversión" de temperatura en el aire, durante las noches de calma, cómo el aire más frío queda en contacto con la superficie del suelo. Este aire frío, por su mayor densidad, tiende a bajar, ocupando el fondo de las depresiones del terreno. Luego se establece una circulación moderada complicada con los accidentes locales del terreno, que acarrea el aire más frío a los puntos bajos. En un valle, el fondo soportará aire más frío que las laderas. Por ello, una pequeña colina en un valle ancho tendrá menos riesgo de helada que otra algo más alta en un valle estrecho, puesto que tardarán más en alcanzarle volúmenes de aire frío.

F. D. Young (43), por observaciones en el valle de Pomona, California, establece que en una pendiente larga y poco pronunciada no ocurre el fenómeno anterior, al menos referido a los valles, pero

dentro de esa pendiente las pequeñas depresiones u hondos están muy expuestos a la helada.

En cambio, durante las noches de vientos muy fríos y fuertes, las partes bajas están más protegidas.

Las naranjas de la periferia del árbol, sobre todo las de la cima, se hielan más fácilmente que las del interior. Estas que crecen entre las ramas se enfrían menos, o más lentamente; pierden menos calor por radiación, puesto que parte del que emiten es reflejado por las superficies que las rodean.

El cambio brusco de temperatura al amanecer, que se produce cuando los rayos caloríficos del sol inciden sobre los tejidos que han estado sometidos a temperaturas inferiores a 0° C., produce un efecto muy perjudicial, no tanto en la naranja como en la flor y frutos pequeños de los frutales, brotes tiernos de la viña, etc., en las heladas de primavera. Su razón estriba en que estos tejidos no pueden recuperar el agua que han perdido durante la baja de temperatura con la rapidez necesaria para restablecer su equilibrio fisiológico a mayor temperatura y mueren. Sin embargo, no está comprobado que, en general, el deshielo rápido sea más perjudicial que el lento. Sobre este particular insistiremos más adelante.

En los valles de Aragón hemos observado, de antiguo, que la flor de los frutales se hiela más en la solana que en la umbría, y que el lado de Levante de los árboles es más susceptible de daño que el del Oeste.

La humedad del suelo, que en general beneficia



a los naranjos cuando sobreviene la helada, ya hemos dicho que puede ser perjudicial en ciertos casos. En plantaciones de manzanos en Aragón, hemos comprobado que parcelas regadas sufrían más la helada que las del suelo seco. La explicación de este hecho ha quedado expuesta cuando nos referimos al enfriamiento que produce la evaporación rápida del agua en aire muy seco. Sufren heladas aquellos frutales en ocasiones en las que después de una lluvia queda al atardecer el cielo raso y sigue una noche despejada sin viento y aire seco.

DAÑOS QUE PRODUCE ALTERACIONES FISIOLÓGICAS.—La destrucción de los tejidos vegetales por la helada se achacaba antes a la rotura de las paredes celulares al helarse el agua y experimentar la dilatación consiguiente. Según Maximov (29), esta explicación no es cierta. La pared celular de los tejidos de plantas heladas permanece intacta. El agua contenida en las paredes celulares se hiela primero, y el hielo no se forma dentro de la célula, sino en los espacios intercelulares. De acuerdo con la teoría del autor citado, que por ahora prevalece, “los cambios en la condición de las sustancias coloidales del protoplasma dan la clave para la inteligencia del fenómeno complejo que tiene lugar en la planta a temperaturas por debajo del punto de congelación”. Las plantas aparecen como socarradas, y este aspecto es debido a la pérdida de agua. La causa de la muerte de las plantas por helada no hay que buscarla, por tanto, en la rotura de las paredes celulares sino en los cambios de la



membrana protoplásmica ; fundamentalmente, en su coagulación. Esta coagulación es debida a la formación de hielo en los espacios intercelulares y a la extracción de agua, o pérdida de agua, de la célula viva. El jugo celular se concentra a medida que el protoplasma pierde agua. El protoplasma está sometido a “la presión de los cristales de hielo creciente”. Resulta, como consecuencia, una coagulación irregular de las sustancias coloides del protoplasma. Cuando sobreviene el deshielo, “está muerto y ha perdido su impermeabilidad”.

De que la muerte del tejido vegetal por helada es debida a la desecación del protoplasma por la formación de hielo en los espacios intercelulares y no a la influencia directa del frío en el protoplasma, da Maximov como “una de las pruebas más directas” el hecho de si no se llega a formar hielo (en el estado que podríamos llamar de infracongelación) la planta resiste temperaturas bajas que la matan cuando el agua se solidifica.

Unas plantas aguantan más que otras la formación de hielo. Algunas perecen cuando el proceso comienza ; otras resisten hasta la congelación completa, volviendo después del deshielo a recobrar sus funciones. Los diferentes tejidos tienen, también, diversa resistencia.

La resistencia de los vegetales a la helada estriba en la propiedad de ser más o menos afectados por la formación del hielo intercelular. No se trata de una capacidad para protegerse contra su formación. Esta propiedad se alcanza por cambios químicos en las células ; hay acumulación de

azúcar en las hojas, durante el frío, y desaparece el almidón.

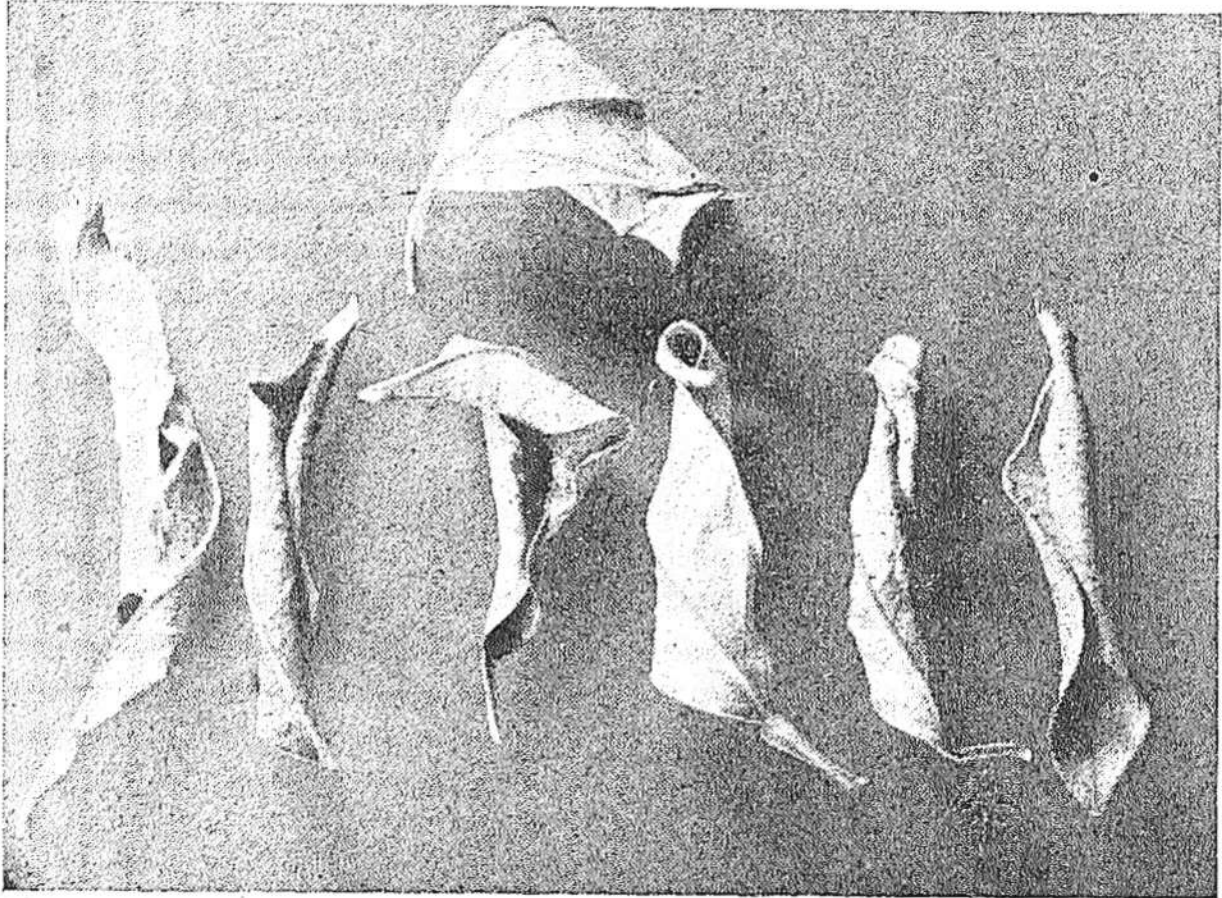
“Experimentalmente se ha demostrado que el azúcar tiene la propiedad de impedir la coagulación de sustancias albuminosas a baja temperatura” (29). El azúcar es, pues, una sustancia protectora.

El contenido de azúcar de los frutales de hoja caduca aumenta con las bajas temperaturas y disminuye con las altas. Pero la resistencia no sólo es debida al azúcar; las sustancias proteicas del protoplasma experimentan, además, durante el frío, cambios poco conocidos. Si los coloides del protoplasma son capaces de retener el agua, la planta será más resistente. Los tejidos se hielan más fácilmente cuanto más acuosos son; las hojas se hielan antes que el tallo. La acidez del jugo celular disminuye la resistencia (29).

Posteriormente a la helada, si el protoplasma no está muerto, puede ir recuperando el agua perdida y volver a su funcionamiento normal. En el caso de un deshielo lento, esta reabsorción de agua por el protoplasma vivo tiene lugar más fácilmente que si el deshielo es rápido. La elevación brusca de temperatura no es seguida, en nuestra opinión, con la velocidad de incremento de agua en el protoplasma que correspondería a su función normal. Pero la muerte del protoplasma puede sobrevenir por otras causas.

Las opiniones (15) de varios investigadores están en contra de la creencia general de que el deshielo rápido es más perjudicial para las plantas

que si el aumento de temperatura se efectúa lentamente. Han demostrado en algunos casos que la muerte de la célula ocurre antes de que el des-

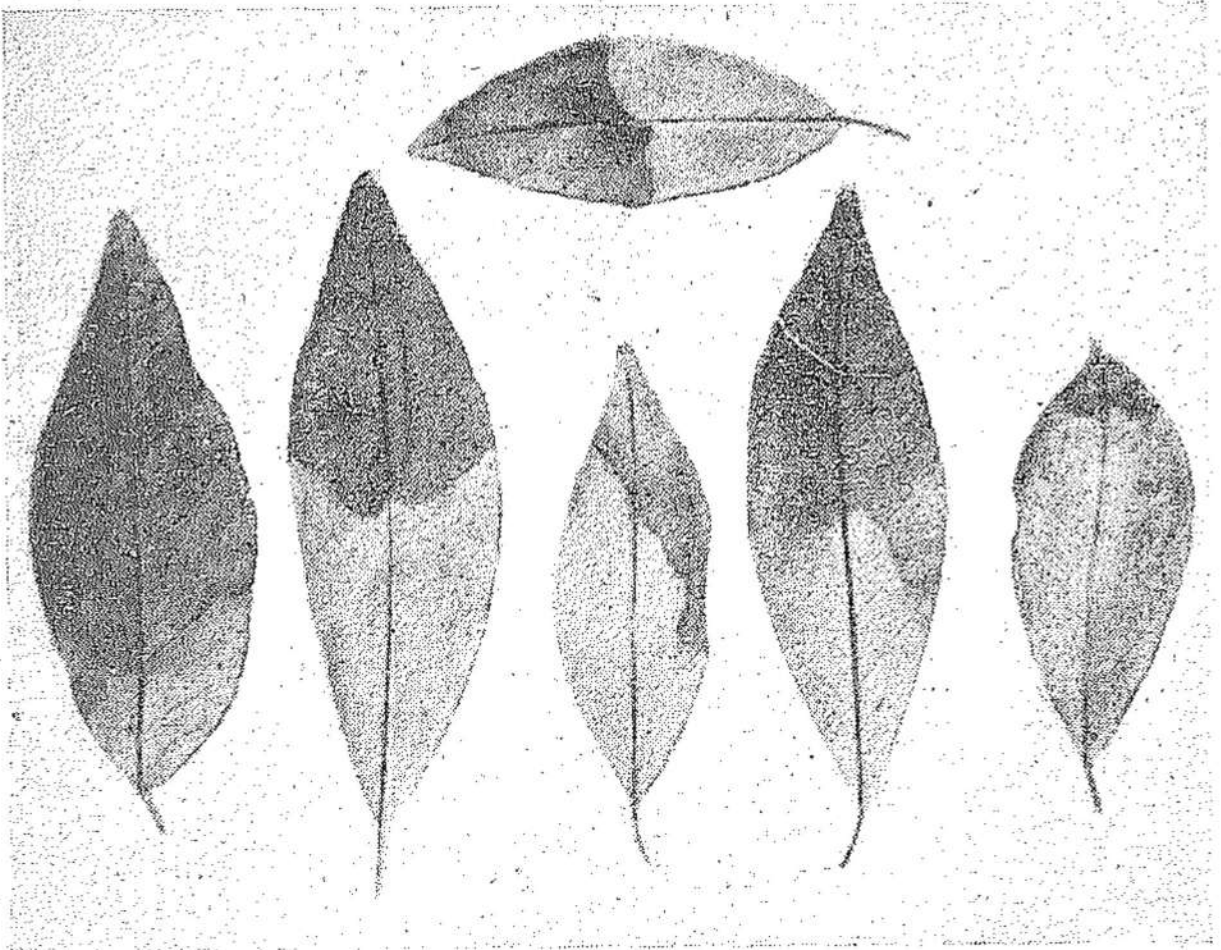


Fotografía núm. 1.—Hojas arrolladas por efecto de la helada.

hielo comience. Puede que se atribuya al deshielo rápido efectos producidos por la luz del sol al aumentar la permeabilidad de la membrana protoplásmica. No están bien aclarados todavía los fenómenos que se producen con una elevación brusca de temperatura de los tejidos helados expuestos a la luz directa del sol.

Helando granos de polen en varias condiciones, W. H. Chandler y A. G. Hildreth (9) han encon-

trado, de acuerdo con lo anterior, que la muerte del protoplasma a baja temperatura no es debida a la concentración del jugo, sino a “un efecto directo de las masas de hielo”. El daño producido por el deshielo rápido lo explican por la menor



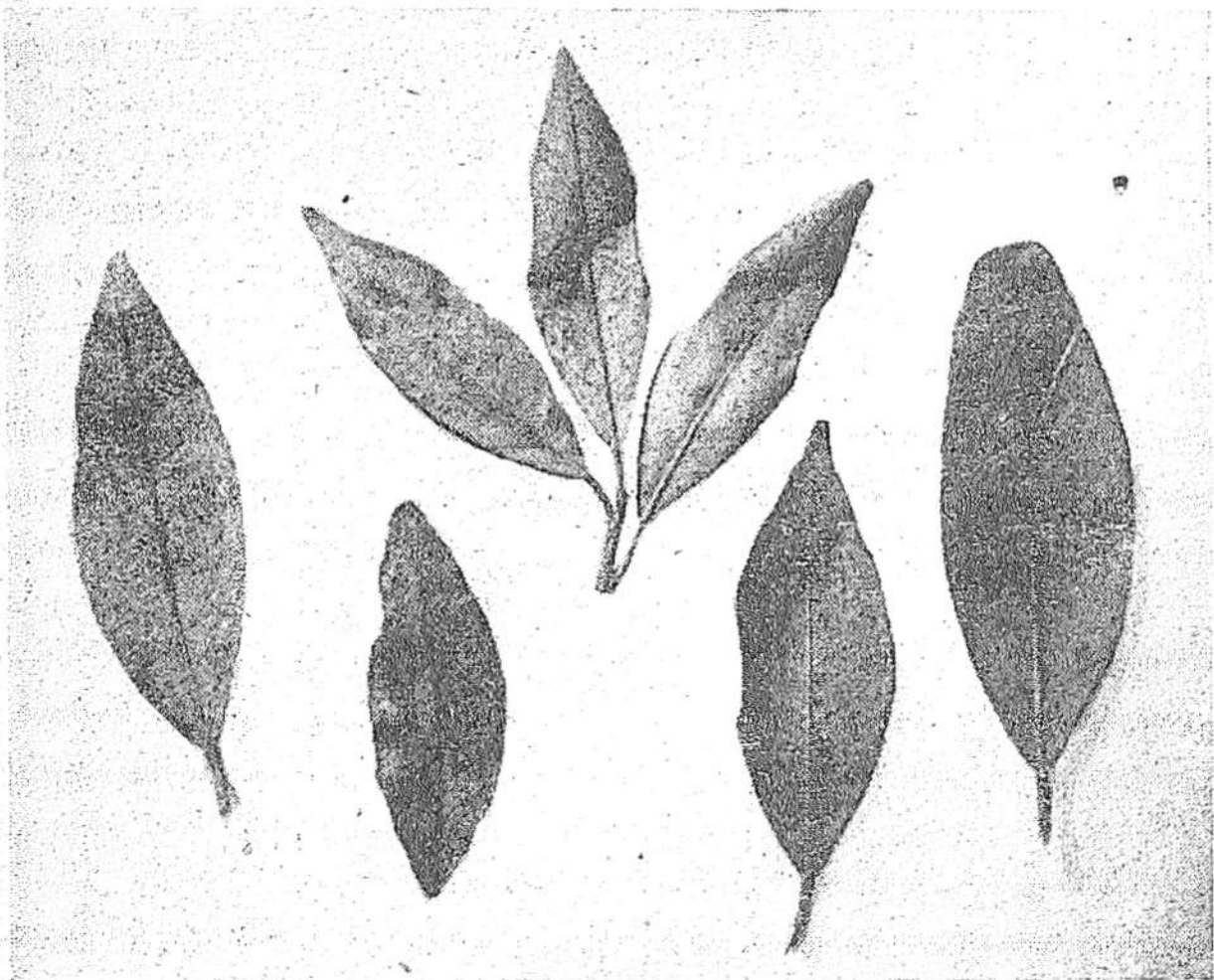
Fotografía núm. 2.—Desecación parcial de hojas.

capacidad del protoplasma de reproducir el fenómeno reversible de la coagulación.

PERJUICIOS QUE SUFRE EL NARANJO.—Donde primero se acusan los síntomas de la helada es en las hojas. Después de una helada ligera aparecen leves manchas oscuras en las hojas más tiernas. Con más intensidad del frío, las hojas jóvenes



se abarquillan; más tarde pueden recobrar su vigor. En el caso de helada más fuerte, las hojas no vuelven a desarrugarse, pardean y se caen más tarde (fotografía núm. 1). Las hojas viejas sufren los mismos efectos, aunque resisten más que las

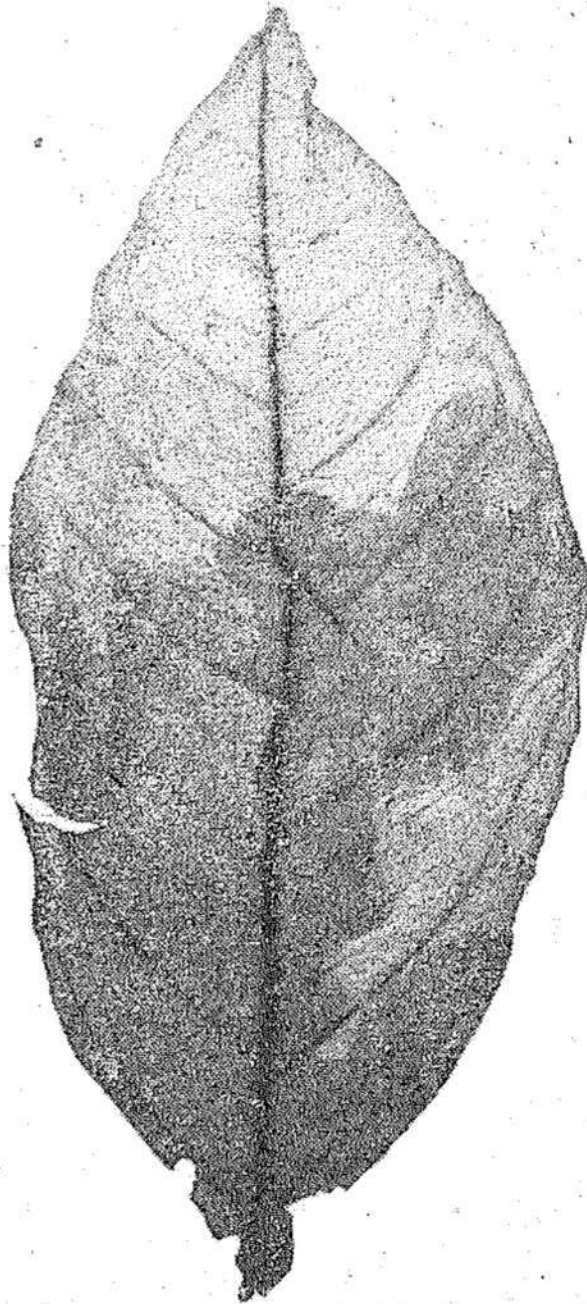


Fotografía núm. 3.—Efectos de la helada en las hojas.

tiernas, pudiendo llegar a la pérdida parcial o total de las hojas del árbol después de algunos días. Las de los brotes nuevos y la parte superior del árbol son las más expuestas a la defoliación. Algunas, si la helada no es muy fuerte, sólo se secan parcialmente, quedando una porción del limbo sa-



na. Son especialmente sensibles a este efecto la porción apical y los bordes. Los tejidos muertos hongos (*Cladosporium*, *Alternaria*). En heladas ligeras sólo perecen algunas células superficiales.



Fotografía núm. 4.—Proceso de desecación de una hoja.

Estos puntos aparecerán pardos y acorchados y en ocasiones con manchas de goma. La escarcha

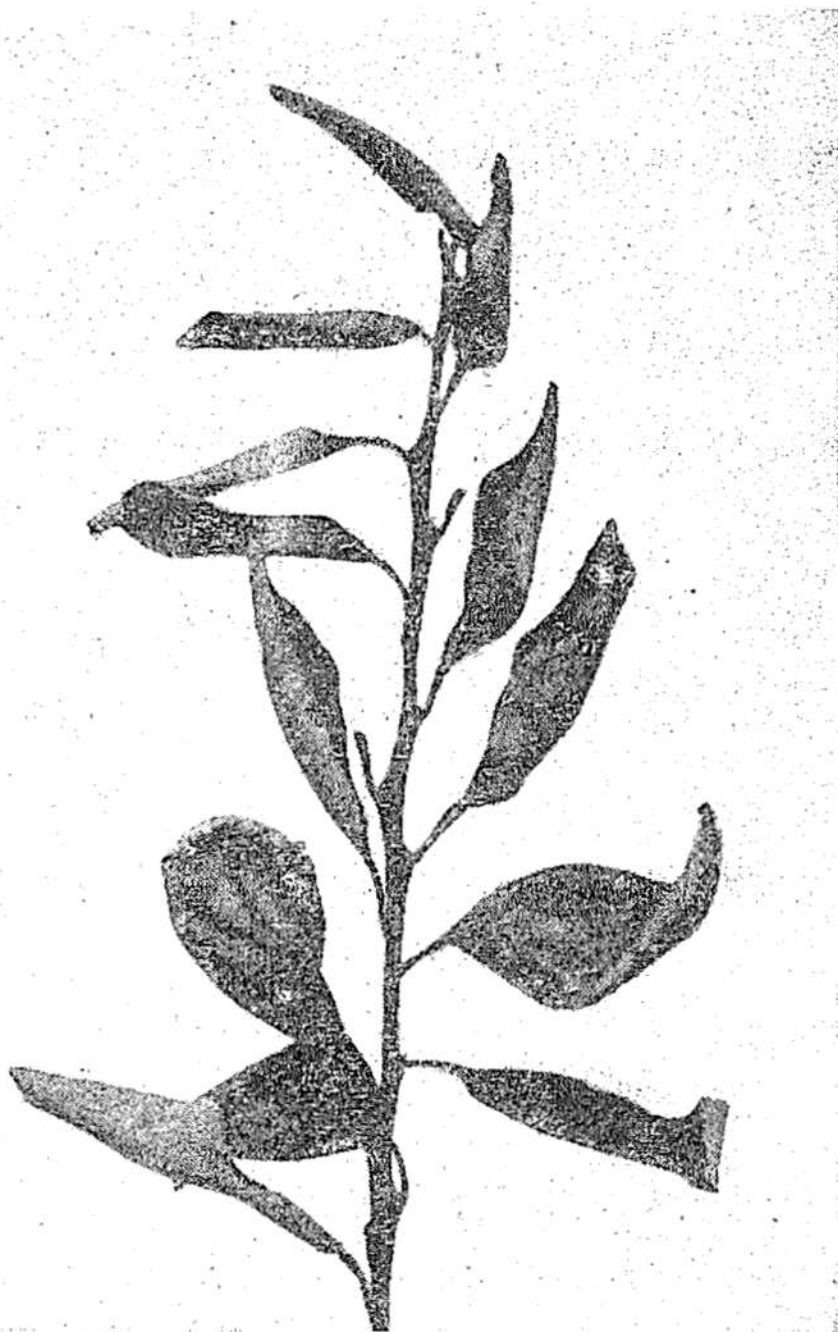


Fotografías núms. 5, 6, 7 y 8.—Arrollamiento de las hojas y fases de la defoliación de tallos.

seguida de sol fuerte puede desarrollar tales efectos (25).

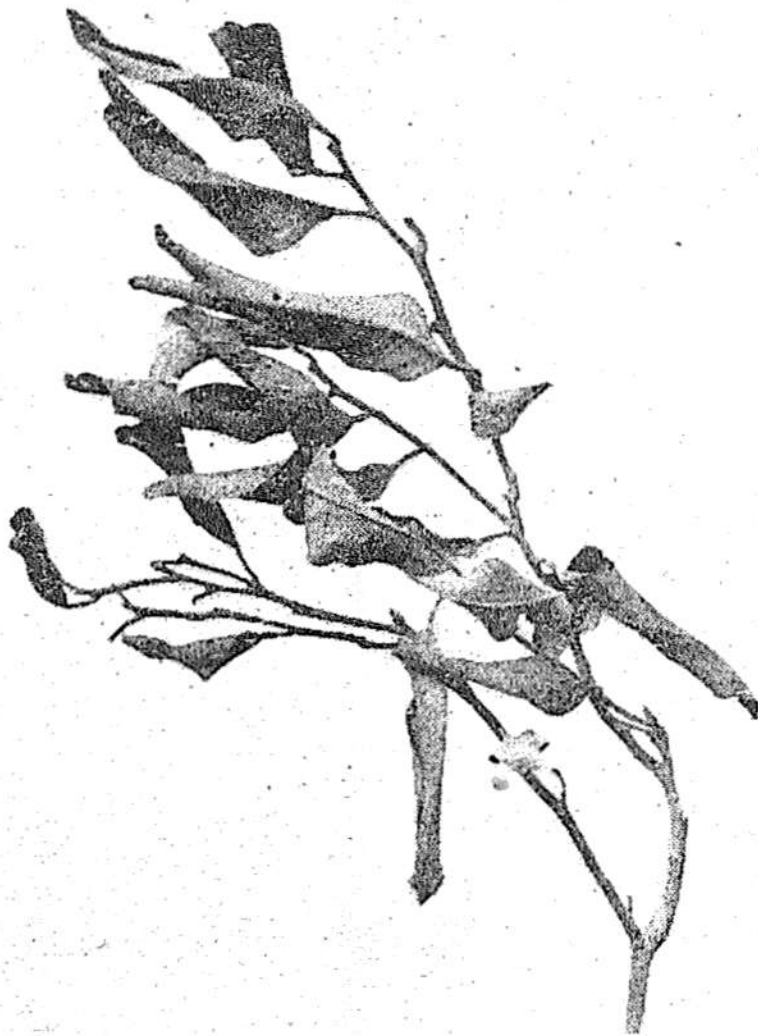
En las fotografías núms. 2 a 8 se aprecian los efectos de la helada en las hojas.

Con heladas más fuertes, los brotes tiernos se secan y su corteza se resquebraja. Las ramillas y



Fotografía núm. 6.

las ramas llegan a ser afectadas por el mismo fenómeno, y si el frío ha sido intenso, hasta las ramas principales lo sufren. El tronco rara vez lle-



Fotografía núm. 7.

ga a helarse; las raíces nunca, o sólo parcialmente en casos de helada extremadamente rigurosa.

El fruto experimenta una desecación; el agua

de las celdillas se evapora a través de la corteza o es reabsorbida por el pedúnculo y se pierde por transpiración en las hojas. No hay que confundir



Fotografía núm. 8.

este síntoma con la desecación de la pulpa cerca del pedúnculo, que, por otra causa de reabsorción del jugo por el pedúnculo, presentan las naranjas



tardías con relativa frecuencia. En heladas severas, las vesículas del jugo se revientan y la pulpa acabará, después de tiempo, por descomponerse o volverse esponjosa. En el jugo ocurren cambios químicos, aparecen en la pulpa y son visibles en la cutícula de los gajos los típicos cristales de



Fotografía núm. 9.—Fruto caído a consecuencia de la helada; el árbol presenta escaso daño. Alcudia de Carlet (Valencia), enero de 1941.

hesperidina de pequeño tamaño, como puntos salpicados. Llega a tomar el zumo gusto amargo más o menos pronunciado. Este jugo algo amargo, aunque poco agradable, no es nocivo para la salud. Según W. Y. Gray (16), el contenido de vitamina C no se reduce. La pulpa, en general, toma un

tono de color más claro, a veces veteado. En la corteza se presentan, a veces, manchas decoloradas debido a la escarcha. Dichas manchas son debidas a la extravasación del aceite de las glándulas esenciales de la corteza. Tienen un aspecto enjuto y marchito; luego toman tinte parduzco. En



Fotografía núm. 10.—Daños de la helada. Alginet (Valencia), febrero de 1935.

el limón tales manchas estropean mucho fruto; en la naranja son menos importantes. Por este motivo, la escarcha, que es un indicio de frío, pero que más bien produce un efecto favorable en la contención de la caída de temperatura, es temible en las plantaciones de agrios. Los frutos helados suelen



Fotografías núms. 11 y 12.—Daños de la helada. Carlet (Valencia), febrero de 1935.



tan con más facilidad el pedúnculo y se notan más blandos. El fruto menos afectado permanece en el árbol; el que ha sufrido efectos fuertes llega a caerse y aguanta menos el viento. Se puede helar sólo la parte del fruto expuesta hacia el exterior



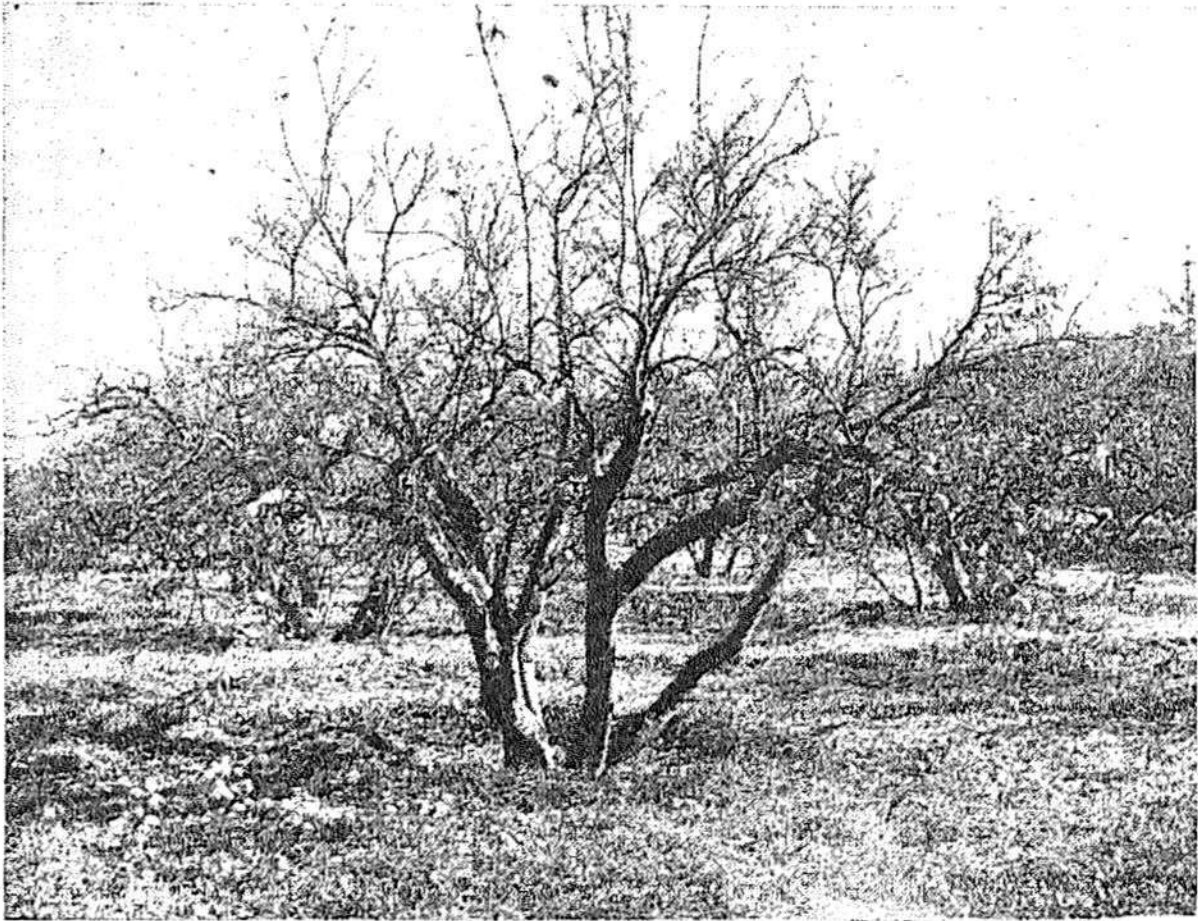
Fotografía núm. 12.

y la corteza se vuelve amarillenta si está ya en color.

La diversa intensidad de los daños producidos puede verse en las fotografías núms. 9 a 16.

Los efectos del frío, según H. S. Fawcett (13), con frecuencia ocasionan en el árbol y en el fruto una mayor susceptibilidad a enfermedades de va-

rias clases. “El daño puede ser muy ligero y escasamente visible, y aun así, puede determinar en los tejidos de la planta condiciones favorables para la aparición de enfermedades”. Algunos hongos, tales como los *Sclerotinia* y *Botritis*, que ordinariamente no son muy temibles, pueden penetrar



Fotografía núm. 13.—Daños de la helada. Alginet (Valencia), febrero de 1935.

por las heridas de los tejidos muertos a consecuencia de la helada y alcanzar las partes sanas. Los limones ligeramente tocados, pero aceptables comercialmente, sufren con facilidad ataques de mohos. Los árboles que han experimentado una helada fuerte “producen fruto, al año siguiente,



más expuesto a algunas de las enfermedades fisiológicas”.

EFFECTOS A DIVERSAS TEMPERATURAS. — J. E. Coit (10) afirma que las naranjas pueden aguantar una hora, sin daño, de  $-3,3^{\circ}$  C. a  $-3,9^{\circ}$  C.,



Fotografía núm. 14.—Daños de la helada. Alcudia de Carlet (Valencia), febrero de 1935.

o sea, que prácticamente hasta los  $4^{\circ}$  C. no comienza el daño si la baja temperatura dura menos de una hora. Con temperaturas por debajo de  $-3,9^{\circ}$  C. (el precisar las décimas se debe a que el autor se expresa en grados Fahrenheit y números enteros) empieza a helarse el fruto del exterior y

luego el del interior del árbol. De  $-5,6^{\circ}$  C. a  $-6,7^{\circ}$  C. las hojas se caerán y comenzarán a helarse los brotes. Alrededor de los  $-8^{\circ}$  C. (de  $-7,8^{\circ}$  C. a  $-8,3^{\circ}$  C.), durante cuatro o cinco horas, se hielan ramas de 5,5 a 7 cm. de diámetro. Los limones comienzan a helarse de  $-2,2^{\circ}$  C. a  $-3,3^{\circ}$  C.



Fotografía núm. 15.—Efectos del viento y la helada en Puzol (Valencia), enero de 1941.

Nosotros hemos observado en el huerto de la Estación a  $-3,5^{\circ}$  C. ligera pérdida de hoja sin apreciar daños, en general, en el fruto, la madrugada del 4 de enero de 1941, en que la mínima duró tres horas. Las demás circunstancias de humedad del terreno, etc., eran las más convenientes para resistir la helada, por lo que nos inclinamos a ad-

mitir que en circunstancias normales, y en términos generales, aquella temperatura y duración sería el límite por debajo del cual se manifestarían claramente los daños de la helada.

Después de la helada de 1932 en el Norte de California, R. W. Hodgson (20) observó que de



Fotografía núm. 16.—Efectos del viento y la helada en Castellón, enero de 1941.

—3,9° a —6,7° C. la naranja sufría pocos daños en los huertos con calefacción. De —7,80° a —9,5° C., se helaron brotes del naranjo y pomelo, pero el árbol no perdía toda la hoja; en los limoneros perecieron ramas de 7 a 11 cm. De —9,5° a —11,1° C., naranjos y pomelos quedaron completamente desfoliados y muertas las ramas, menos



las principales. Con temperaturas de  $-11,1^{\circ}$  a  $-12,2^{\circ}$  C. se helaron todas las ramas del naranjo y pomelo, resistiendo el tronco; en los limoneros se heló el tronco hasta el suelo.

Realmente, la naranja llegaría a congelarse a  $-2^{\circ}$  C. si se la mantuviese a esta temperatura el tiempo necesario para que, por igual, la alcanzase todo el fruto. En el campo ocurre que como la corteza es mala conductora del calor, el interior del fruto suele quedar hasta  $4^{\circ}$  C. por encima de la temperatura del aire si ésta desciende muy de prisa (35).

La posibilidad de que ocurran estas temperaturas perjudiciales para el naranjo existe desde noviembre hasta abril; pero la época en que suele haber mayor peligro de helada, según venimos observando, es durante las dos últimas semanas de diciembre y las tres primeras de enero. El riesgo de helada dura más en el naranjo que en los frutales de hoja caduca. Estos sólo están seriamente expuestos cuando se hallan en plena floración y en los estados vecinos a ella (yemas a punto de abrir y frutos recién cuajados). Las flores de ellos son muy delicadas cuando comienzan a abrir; los pétalos tiernos se hielan fácilmente, aunque si la helada no es más que de una noche quedarán flores sin helar, ya que no todas abren a la vez. Los frutos tiernos son muy sensibles al frío, y una helada que acaezca cuando está recién cuajado todo el fruto, puede dejar el árbol sin cosecha. Las temperaturas siguientes, tomadas con termómetro protegido como se dirá más adelante, se ci-

tan (35) como límite de resistencia de los frutales, cuando duran más de media hora:

	Yemas cerradas coloreadas	Plena floración	Frutos verdes pequeños
Manzano .....	—3,9° C.	—2,2° C.	—1,7° C.
Melocotonero .....	—3,9	—2,8	—1,1
Cerezo .....	—4,5	—2,2	—1,1
Peral .....	—3,9	—2,2	—1,1
Ciruelo .....	—3,9	—2,2	—1,1
Albaricoquero .....	—3,9	—2,2	—0,6
Ciruelo (variedades italia- nianas para secar) .....	—5,0	—2,8	—1,1
Almendro .....	—3,3	—2,8	—1,1
Uvas .....	—1,1	—0,6	—0,6
Nogal inglés .....	—1,1	—1,1	—1,1

RESISTENCIA DE LAS ESPECIES DE CITRUS.—En cuanto a resistencia del árbol, por orden decreciente, la especie más resistente es el *Trifoliata*; siguen el mandarino y el naranjo agrio; después el *Kumquat*; más sensibles son los naranjos y los pomelos; menos resistente el limonero (fotografía número 17) y las limas y los *Shaddock* los que menos aguantan.

En nuestra región se ha visto que aunque el árbol sea más resistente, la mandarina se hiela más fácilmente que la naranja. Entre las naranjas, resisten más las blancas que las de Sangre, y dentro del primer grupo, la *Washington Navel* es particularmente resistente.

Las observaciones de R. W. Hodgson (20) apuntan que el orden de resistencia, de mayor a



menor, es: mandarino, agrio, pomelo, naranjos Valencia y Wáshington Navel, naranjo Thompson Navel, limonero Lisbon, limonero Villafranca y limonero Eureka.

Dentro de la misma especie resisten más los árboles adultos que los jóvenes, y éstos más que los



Fotografía núm. 17.—Limoneros y naranjos después de la helada. Archena (Murcia), enero de 1941. Obsérvese el mayor daño en el limonero.

planteles. Los árboles vigorosos son menos sensible que los débiles o enfermos. “Las plantas nacidas de semilla se muestran más resistentes a la mínima temperatura que las multiplicadas”, dice P. Galli (14), o sea que los bordes son árboles más resistentes. Influye también el estado de ac-

tividad en que se encuentra la savia del árbol; si ha hecho buen tiempo antes de la helada, la circulación se aviva, la savia está más flúida y acuosa y el árbol sufre más. Si a la helada precede tiempo frío durante algunos días, la actividad vegetativa del árbol se halla más paralizada, resiste mejor la helada. Como hemos oído decir con frase exacta a algunos cultivadores valencianos, “el naranjo se acostumbra al frío”. Los árboles de hoja caduca que se hallan en reposo vegetativo, durante el invierno aguantan temperaturas muy bajas sin que se hiele la madera.

MEDIOS PREVENTIVOS.—Hace más de dos mil años que se emplean procedimientos de defensa contra las heladas. Los indios de El Perú encendían fuegos para proteger sus cosechas.

Plinio el Viejo se refiere a la práctica de la calefacción y al empleo de humos por los romanos. Oliver de Serres, en el siglo XVI, también recomendaba la práctica de las nubes de humo. En el siglo XVIII este procedimiento era obligatorio en algunas parte de Alemania. Hacia 1880 los viticultores franceses aplicaron algo el sistema de humos (5).

Los primeros éxitos, en el gran cultivo, fueron seguramente los que obtuvieron los cultivadores de naranjos en California, con el empleo de hornillos, hacia el año 1896. Comenzaron empleando una especie de braseros de alambre, con carbón (37). En este siglo se ha trabajado con mayor conocimiento de la materia y se ha llegado a resultados bastante satisfactorios.

Las mejores naranjas, las de mejor calidad comestible y condiciones comerciales, se producen en zonas subtropicales o algo más frías. Las de países cálidos son frutas más insípidas. Casi todas las buenas zonas naranjeras mundiales están expuestas a la helada. En California y en Florida los huertos de naranjos padecen heladas; lo mismo, ocurre en España. En Africa del Sur “los daños de helada no son comunes en las zonas actuales de cultivo” (30). En todos los países naranjeros que no están libres de las heladas se han ideado varios procedimientos de defensa. Donde mejores resultados han conseguido ha sido en California, gracias a que pueden emplear como combustible aceites minerales, que allí son baratos. En España se han hecho gran número de ensayos, sin que, a pesar de lo ingenioso de algunos, hayan conducido hasta ahora a algo práctico.

Son aquellos procedimientos, unos, indirectos, para aumentar la resistencia de los árboles, y otros, que por medios directos impiden la pérdida de calor o proporcionan calefacción. Vamos a examinarlos a continuación y deducir, al mismo tiempo, lo que puede ser aprovechable en Levante.

*Arboles resistentes.*—Por ahora no se ha encontrado ninguna forma comercial resistente a la helada. Al patrón *Trifoliata* se le ha atribuído la mayor resistencia; es, desde luego, la especie más adaptable a localidades frías, por tener hoja caduca. Se le llama (22) “patrón errático”; su efecto en el injerto nunca puede ser previsto con seguridad. Se discute (22) si transmite la resistencia al

injerto; en algunos casos se hiela y después ya no brota como los otros patrones que pueden ser reinjertados. En España no es patrón aconsejable, entre otras razones, porque produce árboles de desarrollo muy lento—comprobado en la Estación—y escaso porte.

Ya que no patrones, podría pensarse en híbridos resistentes. No se conoce ninguno aconsejable para plantaciones en gran escala. Los citrangeres no producen frutos con posibilidades comerciales.

En el manzano se aconseja (39) sobreinjertar las variedades más susceptibles sobre un patrón intermedio resistente. Sobre el naranjo no conocemos ninguna experiencia de este tipo.

*Medios fisiológicos.*—Como consecuencia de las teorías establecidas sobre los efectos de la helada en los vegetales, se ha pensado (15) que aumentando la densidad de la savia aun entaría la resistencia al frío. Con este objeto se han aplicado fuertes dosis de potasa y de fosfórico a los árboles. El abonado intenso con potasa, del melocotonero, no ha tenido éxito a este respecto; tampoco se ha comprobado el efecto del fosfórico (15).

*Cubiertas.*—En Valencia se han utilizado las lonas de fumigación como medio protector. Son eficaces en heladas no muy intensas. El procedimiento es recomendable en la pequeña escala en que puede usarse. Sus inconvenientes estriban en su elevado coste, dificultad de manejo y mano de obra que necesita.

Agricultores cuidadosos han ensayado cubiertas en todo el huerto. En el invierno de 1935-36 vi-



mos en un huerto de Vernas, de la zona de Carcagente, una instalación muy acertada de este tipo. Por medio de poleas se actuaba sobre cuerdas que extendían sábanas de papel resistente por encima de un sistema de alambres sujetos a postes de madera y cubrían todo el huerto. Tanto la distribución de las guías de alambre como la disposición y diseño de pies de madera estaban bien resueltos. No sería difícil reproducirlo en cualquier huerto que compensase este gasto. Las sábanas de papel tenían una longitud de 50 metros, y su anchura igual a las de las filas de naranjos; colgaban por medio de anillas de los alambres sujetos a cables, y los cables estaban sostenidos por los postes de madera. Había unos treinta postes por hectárea. Aparte de las sábanas horizontales, por encima de los árboles podían colocarse otras verticales en los límites del campo. La duración del papel aumentaba recubriéndolo con una capa de alquitrán. La protección era eficaz; comprobamos que bajo esta cubierta el termómetro se conservaba unos 3° C. por encima de los testigos instalados en parcelas vecinas. El sistema es bueno; tiene la ventaja de que pequeños fuegos encendidos en el suelo, o mejor en estufas rudimentarias, con escaso gasto de combustible permiten elevar la temperatura todavía más, lo que asegura la eficacia aun en heladas severas. Hay que tener la precaución de descorrer las arpilleras durante el día; la cubierta permanente perjudicaría al árbol. La faena de extender y recoger las arpilleras es relativamente sencilla y bastante rápida. V. Ribera Talens ha



patentado varios modelos de dispositivos para este fin. Tiene el inconveniente de su coste elevado de instalación y amortización, aunque en el huerto del propietario citado, quien solía vender la naranja a diez pesetas arroba (arroba, 12,600 kilogramos), resultaba económico, y él mismo nos aseguró que la probable naranja salvada recompensaba ampliamente los gastos hechos.

Los plantones jóvenes se resguardan hasta cierto punto protegiéndolos con matas de maíz, dispuestas en forma de choza, o manojos de paja de arroz, recubriendo los brotes del injerto si son pequeños.

*Humedad en el aire.*—Aumentando la cantidad de vapor de agua que el aire contiene, se eleva el punto de rocío; al producirse éste, como dijimos, se libera calor y la caída de temperatura se retrasa. Por lo cual aumentar la humedad del aire es conveniente. Varios medios se han ideado para ello; ninguno ha dado resultados prácticos.

En California se han hecho instalaciones para distribuir directamente vapor de agua entre los árboles (10). Son instalaciones caras, necesitan caldera y tubos de conducción a través del campo, y de poco rendimiento; parte del calor se pierde en la caldera.

Pulverizar agua sobre los árboles y en el aire sólo es practicable en los huertos que tienen sistema de riego por lluvia con pulverizadores altos, cuyo procedimiento no se usa en España. Por lo demás, según las referencias que nos dieron en América, se había revelado ineficaz la pretendida

protección de los frutos con la capa de hielo que sobre ellos se forma (aparte del efecto en la humedad del aire). Algunas ramas llegan a romperse por el peso del hielo.

*Riegos.*—Práctica corriente y de aceptables resultados en heladas no muy fuertes. Calentar el agua de riego es bueno, pero antieconómico. La dificultad consiste en que no podemos regar siempre en el momento oportuno, sobre todo con la rapidez necesaria. No es posible regar todos los huertos en una tarde, ni en un día. En algunos casos, que no ocurren en la zona naranjera, el riego puede ser perjudicial. Lo normal en Levante será que eleve un grado o dos, poco más o menos, la temperatura del aire.

*Pulverizaciones.*—De las de agua ya hemos hablado en otro apartado. Conocemos algún intento de recubrir los frutos y hojas, por pulverización, con sustancias protectoras. Que sepamos, no se ha comprobado su eficacia en ningún caso. Un producto para este propósito necesitaría ser, si había de producir efecto beneficioso en fríos moderados, mal conductor del calor, inofensivo para los árboles y barato. No parece fácil encontrarlo; los tejidos de los árboles respiran, y para realizar esta función no pueden estar recubiertos mucho tiempo con sustancias que la impidan o dificulten. Habría que utilizar productos que desaparecieran pronto del naranjo por sí mismos. Aun así, sería caro su empleo repetido.

Las pulverizaciones de aceites que como tratamiento insecticida se dan al naranjo aumentan,

en caso de helada, los daños de ésta (12). Por supuesto, no es ese el tiempo de aplicarlas.

*Corrientes de aire.*—Varios tipos de máquinas han aparecido, con el fin de mezclar la capa inferior del aire, en contacto con los árboles, con las más calientes que hay encima de ella. Las más antiguas se construían con grandes hélices, movidas a motor, montadas sobre carros. Modernamente funcionan, en California, máquinas fijas con hélices instaladas en torretas metálicas análogas a las de los molinos de viento; las opiniones particulares que sobre las mismas recogimos no creían en sus resultados. D. J. Thompson (40) establece que varios huertos sometidos a la influencia de las corrientes de aire, producidas artificialmente por estas máquinas, después de la helada de 1937 (en California) aparecían mejor que los vecinos; otros huertos, también con máquinas, estaban en peores condiciones que los que no las tenían; y en conjunto la opinión era favorable a los aparatos. Según el mismo, elevaban de poco más de grado y medio a menos de  $2,5^{\circ}$  C. la temperatura. Lo cual indica que en las heladas algo fuertes no servirían. Ultimamente hemos visto anuncios, en las revistas especializadas, de aparatos de esta clase que al parecer remueven y calientan el aire.

*Humos y nubes artificiales.*—En rigor, debe entenderse que en los humos hay partículas sólidas en suspensión y que las nubes están formadas por partículas líquidas. En el lenguaje corriente, ambos términos se confunden; se habla de nubes de humo, y se llama humo al vapor de agua en condensación.

Otras apariencias de humo o nube, si no encierran partículas sólidas ni líquidas, son, en realidad, vapores o gases. Tanto unos como otras han sido fundamento de medios preventivos.

La utilización de los humos es muy antigua. Según B. G. Aliño (1), en Alcira y Carcagente usaron las nubes de humo durante el siglo pasado; cayeron en desuso y volvió a emplearlas el Dr. Don Bernardo Aliño. El procedimiento que seguían lo describe el autor citado como sigue: "Se hacen en el suelo unos hoyos de 30 a 40 centímetros de profundidad y otro tanto de diámetro, los cuales han de estar en número de 20 a 30 por hectárea. En cada uno de ellos se coloca una parte formada de alquitrán y cáscara de arroz, o en su defecto paja finamente cortada o serrín de madera, muy húmedas todas estas sustancias, en proporciones convenientes para que la masa resulte algo dura, y sobre la pasta se coloca un poco de paja a la que se prende fuego en momento oportuno".

H. H. Kimball y F. D. Young (25) demostraron que el humo tiene escasa eficacia en la protección de los huertos contra la helada. Con humos muy densos observaron que el descenso de temperatura era más lento, pero al final llegaban a la misma que sin humos.

El humo, en efecto, es relativamente transparente a los rayos de onda larga, es decir, deja pasar el calor, aunque es bastante opaco (a la luz), o sea, que no deja pasar los rayos luminosos de onda más corta. El sol visto a través de humo aparece rojo porque el humo intercepta los rayos



violetas y azules y deja pasar los rojos. Se comprende que retarde poco la pérdida nocturna de calor por radiación. Difiere de las nubes de vapor de agua condensado, que son más opacas a los rayos caloríficos. Las nubes bajas, ya dijimos que reflejan gran parte del calor radiado por el suelo.

Muchos ensayos han realizado diversos investigadores en Europa con las nubes artificiales contra la helada. Entre ellos la producción de nubes ácidas (entre las cuales, las que parten del ácido clorosulfónico como principal agente) y las de cloruro amónico. No se ha comprobado la eficacia de ninguno de los mismos en los huertos de naranjos.

En Alemania las nubes ácidas y las de cloruro amónico producen efectos protectores en heladas de radiación en llanuras, no en colinas en zonas montañosas cuando sopla viento frío de los montes (23). Consideran que la calefacción proporciona una protección más segura en las viñas (24).

Tenemos referencias (8) de un aparato construido en Francia que, por reacción de un ácido y una base, produce nubes densas de gas que contienen partículas de sulfato amónico. El aparato (modelo P. M. B. 3) pesa 140 kilogramos y puede desplazarse fácilmente: va provisto de regulación automática. Funcionando dos horas antes y una después del amanecer, acarrea un gasto de menos de 300 francos por noche y protege unas cinco hectáreas. Está patentado por la Société Anonyme des Forges et Fonderies de Pont-a-Mousson, Belleville, Meurthe et Moselle, Francia. También de



otro de la Société Industrielle de Turcoing que forma las nubes por reacción de dos gases liquidados; los cilindros de gases duran una hora. Pesa 90 kilogramos (7).

Los capitanes Blanco y Hualde presentaron en el concurso que más adelante resenamos un tipo de candelas tumígenas que daban lugar a humos blancos, abundantes, con bastante tendencia a permanecer sobre el terreno. Atribuían a estos humos un efecto calorífico propio, ya que del generador salían muy calientes, cuyo efecto no podía ser muy notable, puesto que el humo tiene poca masa y aun a elevada temperatura la cantidad de calor que contenga no será grande, más el que provocaban indirectamente al condensarse los vapores de cloruro de cinc que contenía y el vapor de agua de la atmósfera por un efecto de los mismos. Los componentes de la materia generadora eran: cinc muy pulverizado, tetracloruro de carbono, nitrato sódico, carbón y serrín. Las candelas duraban varias veces volviéndolas a cargar; calculaban que su empleo requería un hombre por hectárea. Las circunstancias adversas que acompañaron a las pruebas hechas en la Estación Naranjera de Levante impidieron, en cierto modo, una evidencia de sus resultados. La elevación de temperatura, desde luego, era escasa. Consideramos que este sistema merecería ensayarse también en las plantaciones de frutales de la cuenca del Ebro. El efecto de los humos pudiera ser beneficioso en las heladas de primavera durante la época de floración, por su influencia en el fenómeno complejo que se

verifica en los tejidos de la flor y frutos tiernos al incidir sobre ellos la primera luz del sol, después de noches de helada.

*Calefacción.*—Calentar los huertos parece como poner puertas al campo. Vamos a examinar su posibilidad. Si la temperatura de la atmósfera variase como durante el día, de mayor a menor con la elevación, poco se conseguiría calentando el aire al nivel del suelo. Pero el fenómeno de la inversión, que, como vimos, tiende a enfriar el terreno, hace posible el caldear la capa más baja del aire. El aire calentado artificialmente sólo asciende hasta que encuentra, en las capas por debajo del punto de inversión, cuya temperatura aumenta con la altitud, una temperatura igual a la suya. Aquella posibilidad estará limitada por dos condiciones: la altura a que se produce el punto de inversión o la temperatura de inversión y las corrientes de aire. La primera limitará el volumen de aire que hay que calentar para conseguir una determinada elevación de temperatura al nivel de los árboles, e impedirá pasar prácticamente de un aumento determinado. La segunda, el viento, arrastra el aire caldeado directamente, y al mezclar las capas de aire de distintas alturas, puede destruir la disposición de ellas y la distribución ordinaria de temperatura que produce la inversión. Afortunadamente, las heladas con viento son muy improbables en la zona naranjera.

El principio fundamental de la calefacción de huertos es emplear muchos fuegos pequeños distribuidos en todo el campo. Establecer hogueras

grandes o pocos focos caloríficos intensos ocasiona que las masas de aire caliente, por el tiro que se produce, ascienden rápidamente, no se mezclan con el aire frío de la región inferior, que es el principal objeto que perseguimos, y pueden alterar la distribución de temperaturas por debajo de la de inversión. Por otra parte, la intensidad del calor emitido por el foco, que llega a un punto del espacio, disminuye con el cuadro de la distancia, y por tanto, en un árbol es más beneficioso un fuego próximo pequeño que uno relativamente grande a distancia proporcionalmente alejada.

La calefacción es el sistema que más éxitos ha obtenido en la lucha contra las heladas. Sirve hasta cierto límite; en general, contra las heladas de radiación más frecuentes en la comarca del naranjo produce resultados francamente buenos. Podremos esperar, con un sistema de este tipo bien dispuesto, aumentar la temperatura unos 4<sup>o</sup> C., alguna vez más. En las heladas medianas será suficiente para salvar mucha cosecha. Por supuesto, ni éste ni ninguno de los sistemas ideados proporciona una protección eficaz en las heladas generales de viento.

*Hogueras.*—La mayor parte de la calefacción de huertos de agrios se practica en Florida con hogueras de leña (12). El método no es malo. Si la leña está abundante, como ocurre en aquel Estado, donde siempre se encuentran bosques cerca de los huertos, no importa mucho que se pierda calor por convección. Las normas se reducen a distribuir bien los fuegos y a tener el combustible pre-

viamente almacenado cerca, y en tiempo de peligro, distribuído para que la operación de encenderlo sea rápida. Aparte de algún otro inconveniente, para nosotros no es procedimiento económico.

*Estufas eléctricas.*—Son muy eficaces instalando un calentador en cada árbol (10). Resulta exageradamente caro.

*Hornillos de aceite mineral* (fotografía núm. 18). Donde más difusión ha tenido esta clase de hornillos ha sido en California. Las condiciones que allí exigen a un buen hornillo son las siguientes (34):

1.º Contener suficiente combustible para arder toda la noche sin rellenar, aunque a veces se quemen 3,15 kilogramos de aceite, o más, por hora.

2.º Ser capaz de suficiente regulación para dar la mayor calefacción precisamente antes del amanecer, aunque el combustible, a este tiempo, esté bajo en los depósitos (las proporciones ordinarias de combustión son de 1,35 a 2,25 kilogramos por hora).

3.º Ser capaz de quemar cualquiera de las clases ordinarias de combustibles de calefacción que hay en el mercado, sin humo y sin dejar un residuo pesado.

4.º Estar cerrado a la lluvia.

5.º Liberar el calor y los productos de combustión cerca del terreno, pero sin calentar el terreno innecesariamente.

6.º Ser cómodo de encender y regular por





Fotografía núm. 18.—Hornillos de aceite mineral en un huerto de Valencia. Invierno de 1931.

obreros inexpertos, sea cualquiera el tiempo que haga.

7.º Ser capaces de encenderse con la abertura de tiro dispuesta como se requiere para la combustión normal.

8.º Ser prontamente apagados cerrando meramente el regulador y cubriendo la chimenea.

9.º Estar dispuesto para el llenado y para separar el hollín sin quitar la chimenea o la tapadera.

10. Estar proyectados de tal manera que si arden hasta quedarse secos, no se estropee el fondo del hornillo.

11. Que eviten la condensación de aceites en la chimenea o tapadera.

12. Tener un coste razonable.

13. Estar construído de buen material y sufrir poca depreciación anual.

14. Ser fáciles de retirar, limpiar y almacenar.”

Sólo por el enunciado de estas condiciones se comprende que la industria de construcción de hornillos ha llegado a un grado de perfeccionamiento notable. Posiblemente no habrá ningún modelo que cumpla todas las condiciones, pero hay varios de construcción americana que se aproximan mucho. Todas sus piezas son metálicas. En California costaban el año 1935, por término medio, 1,50 dólares.

*Hornillos sin chimenea.*—Son de tipo análogo a las marcas “Bolton” y “Canco”. Constan de tres piezas: Un depósito sencillo, tronco-cónico, como

un pozal poco abierto; una tapadera plana con reborde, como las de caja de betún, para el mismo, y otra tapadera plana, menor que la abertura de la boca del depósito, que apoya en los bordes de éste, con tres prolongaciones, y sirve para extender la llama. Tienen capacidad de 8,8 litros los de tamaño mayor y 4,4 litros los pequeños. La tapadera menor, de las dos descritas, reduce la velocidad de combustión, pero sólo la usan cuando el aceite es poco denso. La mayor sirve para extinguir el fuego e impedir que entre la lluvia mientras los hornillos permanecen en el campo. Es un modelo sencillo y eficaz. La combustión es buena. Arden de tres horas a tres y media sin la tapadera pequeña, y de nueve a diez horas con ella. Sus inconvenientes son que dan humo (más adelante analizaremos el efecto nocivo del humo) y que no arde toda la noche sin rellenar, quemando destapado. Para heladas de primavera en los frutales, los cuales necesitan pocas horas de calefacción y no les perjudica el humo, son recomendables. En los huertos de frutales de hoja caduca son precisos unos 222 de los mayores ó 370 de los pequeños (35).

*Hornillos Harrington.*—Este tipo de hornillo, usado en Inglaterra, difiere algo de los americanos del grupo anterior.

Fundamentalmente es un bote de metal con orificio superior para la llama, cubierto por su tapadera, y 6 agujeros en los lados. Llevan una mecha de amianto. Lo que tarda un hombre acos-



tumbrado a encender de 100 a 150 de estos aparatos oscila entre media hora y tres cuartos.

Con una capacidad de 13,62 litros, arden de once a doce horas. Durante las pruebas hechas en Inglaterra durante la helada de mayo de 1935, con 123 por hectárea la temperatura subía de 4° a 4,5° C., y con 148, de 5,5° a 6,5° C. Conviene usarlos en relación con un sistema eléctrico de alarmas. Son eficaces si no hace viento (18).

En los naranjales no se han ensayado, que sepamos.

Según A. N. Rawes (32), producen humo.

*Hornillos de chimenea corta.*—Están constituidos por un depósito tronco-cónico, como los sin chimenea, o tronco piramidal. La tapadera, plana o cónica, como un embudo muy ancho y corto, lleva la chimenea en el centro. La chimenea lleva su pequeña tapadera. La altura del depósito es, en proporción, menor, con relación a la anchura, que el tipo sin chimenea. Son más chatos. Caben de 27 a 38 litros. El aceite del depósito, en cuanto comienza la combustión, va produciendo gases y la llama arde en la chimenea o sobre ella. Tienen el defecto de producir humo, y la chimenea de algunas marcas se ensucia de hollín. Aparte de esto, son de larga duración y económicos. Es un tipo muy satisfactorio (35).

*Hornillos de chimenea media.*—La chimenea en la parte baja tiene forma tronco-cónica en algunas marcas de este tipo. Su capacidad suele oscilar entre los mismos límites que los anteriores.



Dan menos humo, y por lo demás son satisfactorios. Su precio es más elevado.

*Hornillos de chimenea alta.*—Tenían la chimenea de tres piezas empalmadas. Por su gran tiro proyectaban el calor alto, y ya no se fabrican. Su regulación era mediana.

La mayor parte de los modernos hornillos de chimenea llevan un regulador que consiste en un disco movable, colocado en la tapa del depósito, que deja al descubierto uno o varios agujeros circulares, produciendo así mayor o menor tiro, de la misma forma que actúa la portezuela baja de una caldera de calefacción al abrirse o cerrarse. En ciertas marcas el mecanismo regulador puede separarse hacia un lado, dejando abertura para el relleno del depósito.

*Hornillo de chimenea con retorno de gases.*— Los cultivadores de California, después de las heladas de 1937, facilitaron al Colegio de Agricultura de Davis y a la Estación Naranjera de Riverside los medios económicos necesarios para que estudiaran los problemas de la calefacción de huertos. Una de las consecuencias de los trabajos de aquellos Centros ha sido la idea de este nuevo tipo de hornillos.

El nuevo modelo se compone de un depósito análogo a los ordinarios y una chimenea con su parte baja en forma de tronco de cono invertido y la superior cilíndrica; del tercio inferior de la parte cilíndrica parte un tubo que se acoda hacia abajo y va a parar verticalmente a la tapa del depósito. La disposición del tubo es parecida a la

de un asa de jarrón o garrafa de cuello largo. Hay que notar varias particularidades de este aparato. La parte tronco-cónica de la chimenea es más estrecha por abajo, al contrario de lo que ocurría en otros modelos, con objeto de que cuando arda menos la llama baje en esta zona de combustión; entonces el aire que entra por los orificios superiores que la parte baja de la chimenea posee no tiende a apagar la llama y pasa en exceso a la región superior, sin mezclarse con los gases inflamables. El tubo para los gases de retorno pone en comunicación el trozo cilíndrico de la chimenea con la cámara que queda en el depósito, por encima del aceite; parte de los gases que se forman en la chimenea por encima de la llama bajan por este tubo, debido a que los gases del tubo están más fríos que los de la chimenea y a la aspiración que el tiro produce en el depósito, al mezclarse con los gases inflamables que el combustible produce. Su efecto es reducir los humos, dando una llama azul pálida y prácticamente sin humo. Es el mismo efecto que produce el vapor de agua inyectado en el hogar de una caldera, el cual no parece ser de índole química, sino de orden físico, pues experimentalmente se ha probado que cualquier gas inerte lo produce. La longitud de la porción cilíndrica de la chimenea es como vez y media mayor que la tronco-cónica, y su diámetro, unas dos veces y media mayor que el del tubo para gases de retorno.

El hornillo ideado por A. S. Leonard fué ex-

perimentado en el campo por R. A. Kepner, cuyas conclusiones son las siguientes:

El hornillo es:

- a) Fácil de llenar y encender.
- b) Fácil de apagar.
- c) Quema aceite ordinario de hornillo de huerto.
- d) No se aprecia el humo en un margen relativamente amplio de intensidad de combustión (de 1,9 a 3,4 litros por hora).
- e) Muy pequeñas acumulaciones de hollín en la chimenea.
- f) Tiene bastante buenas características de energía radiante.
- g) Puede arder hasta quedar seco sin humo excesivo ni daño para el depósito.
- h) Reduce el problema del escurrido si las tapaderas se limpian regularmente (26).

*Hornillo con depósito separado.*—Ciertas instalaciones llevan estufas con depósito separado y mechero de combustión alimentado por aquél; son mucho menos frecuentes que las de hornillos de chimenea corta y media; más raras aún son las de mecheros o quemadores conectados por tubería a un depósito de gran capacidad que suministra aceite a más o menos presión a un número elevado de ellos. Las últimas tienen pocas ventajas. En las primeras el mechero puede estar alimentado por válvula de aspiración o por gravedad. Algunos mecheros dan poco humo; han de regularse según la viscosidad del aceite. Si el aceite tiene agua o asfalto, los mecheros funcionan mal. En los de

alimentación por gravedad, cuando el depósito se vacía sale a menor presión el aceite y el mechero calienta menos, lo cual ocurre en las últimas horas de la madrugada, que es cuando son de esperar temperaturas más bajas (35).

*Inconvenientes del humo.*—Ya hemos expuesto que el humo produce escasa o nula protección, durante el frío, en los naranjos. En otro orden de consideraciones, presenta inconvenientes debido a sus efectos sobre el fruto, sobre las viviendas y sobre el aprovechamiento de combustible. El fruto después de algunas horas, sobre todo si hay que encender varias noches, de estar sometido a la acción del humo, adquiere una capa más o menos fuerte de partículas carbonosas u hollín; el lavado en las máquinas del almacén elimina esta suciedad en su mayor parte; con todo, si el fruto se ensucia en cierto grado, quedará algo depreciado por necesitar cuidados más esmerados al lavarlo y por el riesgo de que no pueda limpiarse del todo. En los poblados vecinos, si hay buen número de hornillos encendidos, el humo produce molestias a las personas, estropea el menaje y ensucia otros productos. La eficacia de los calentadores disminuye cuando dan humo, pues pierden una cantidad de combustible sin quemar en forma de partículas de carbón u hollín que aquél arrastra; a la mañana, los rayos del sol no calientan el suelo cubierto de humos y por la noche éste se enfriará antes.

Ensayos realizados por W. R. Schoonover y F. A. Brooks (34) demostraron que:



“1.º Los diferentes hornillos varían grandemente en cuanto a producción de humo.

2.º Es posible quemar clases ordinarias de aceites en hornillos sencillos y baratos sin producir masas visibles de humo, en las proporciones de combustión normales.

3.º Los humos de muchos tipos de hornillos se pueden reducir con regulación apropiada y limpieza frecuente.

4.º La composición de los aceites que se obtienen en el comercio no tiene mucha influencia en el humo de los diferentes hornillos.

5.º Los ensayos de laboratorio hechos a las temperaturas del verano dan una buena indicación de la relativa producción de humos de los hornillos cuando se trabaja en el campo durante el invierno.”

También les permitieron afirmar que la producción de humos es debida en gran parte al diseño de la chimenea. Sacaron la conclusión, además, de que la acumulación de hollín sólo aumenta la cantidad de humo en los aparatos de chimenea alta. En éstos el hollín tiene una influencia muy marcada en los humos; en los otros modelos disminuye la combustión y puede dificultarla hasta el punto de apagarlos. Otra observación fué la de que las pérdidas de combustible, en el carbón e hidrocarburos sin quemar arrastrados por el humo, ascienden por término medio al 5 por 100 (en casos el 16 por 100) en los modelos que entonces estaban en uso. Cuando el humo no es visible, las pérdidas bajan a menos del 1 por 100.

No debe juzgarse la eficacia de la combustión por la menor negrura del humo, porque en él hay "materia combustible carbonácea, invisible".

Los autores últimamente citados recomiendan a los cultivadores, para reducir el humo sin cambiar de combustible ni modificar el material fundamentalmente, que no quemén aceite en depósitos abiertos, limpiar el hollín, regular la combustión en el punto mejor para cada tipo de hornillo, en general combustión lenta, seguir las advertencias meteorológicas, cuidado en la instalación de termómetros y no quemar más aceite del necesario.

Como consecuencia de los ensayos a que nos hemos referido y estudio consiguiente, idearon en California nuevos tipos de chimeneas adaptables a los hornillos viejos, que reducen completamente los humos. Las nuevas chimeneas son: unas más anchas que las anteriores, con cámaras de combustión en la base; otras con admisión de aire por su parte inferior, que se mezcla en la chimenea con los gases desprendidos por el aceite, los cuales se inflaman en el extremo superior, ardiendo la llama amarilla y sin humo (en vez de rojiza y humeante) por encima de la chimenea como en un mechero Bunsen de laboratorio; y otras rectas, altas y más estrechas.

Aparatos originales que sirvieron para las pruebas del campo y laboratorio sobre los humos han sido descritos por los mismos autores.

*Número de hornillos.*—Corrientemente podríamos recomendar, en huertos de naranjos de zonas no demasiado expuestas y marco de plantación me-

dio, un hornillo de gran capacidad por cada cuatro árboles. Hornillos pequeños harían falta a razón de uno por árbol. Convendrá en las dos primeras filas del borde del campo por donde sopla el aire N. y NO. duplicar el número de aparatos. Los huertos de limones necesitan calefacción mayor. Una buena práctica sería, si el estudio económico del caso lo permite, tener dispuesto un hornillo por árbol, encender a primera hora un número prudencial y dejar los demás en reserva por si precisa aumentar calor.

*Combustibles.*—El aceite que quemán estos hornillos es de unos 28° Baumé de densidad. Es un residuo de destilación del petróleo bruto, y más preferible cuanto más exento esté de agua y asfalto. En California estos aceites son muy baratos (el año 1935 costaban poco más de 3/4 de centavo el litro, que equivalían a unos 5 céntimos de peseta), y a ello es debido la popularidad que este sistema de calefacción ha alcanzado. Desgraciadamente, en España, el elevado precio actual de los aceites minerales hace antieconómico el procedimiento. Únicamente si los interesados en la riqueza naranjera consiguiesen del Estado un régimen especial de importación de aceites, como otros productores lo han alcanzado en algún caso, podría ser realizable la calefacción de huertos con hornillos de aceite, de la que mucho cabría esperar.

En un huerto de regular extensión es preciso tener un depósito para el aceite, o un depósito general en el punto más alto y varios de menor volumen unidos por tubería al primero y distribuidos

por el campo. Hay que calcular los depósitos para que sean capaces de almacenar el aceite necesario para encender los hornillos cuatro o seis noches por lo menos. Más vale tener el aceite preparado que buscarlo precipitadamente cuando el tiempo apremia. La distribución del aceite suele hacerse con carros-cubas, y los hornillos se llenan con cubos. En el suelo no debe caer aceite, porque además de su pérdida dañaría las raíces.

*Encendedores.*—Los encendedores están compuestos de un depósito cilíndrico para el combustible, de altura aproximadamente doble que la anchura, con un asa lateral. Un tubo en el centro de la tapa superior, de longitud algo mayor que el depósito, lleva una mecha de amianto y una tela metálica de malla de cobre entre él y el depósito. El combustible cae encendido por la torcida, y la tela metálica sirve para evitar que se inflame dentro del depósito. Como combustible utilizan mezclas de gasolina y keroseno a partes iguales.

*Hornillos de butano.*—Se supone que hornillos alimentados con butano serían prácticos y fáciles de manejar (2). No conocemos que, por ahora, se hayan llevado a la práctica.

*Hornillos de carbón.*—Los hornillos de este tipo, que generalmente utilizan cok o briquetas como combustible y llevan chimenea media, han dado resultados comparables a los del tipo anterior. Su uso se ha difundido en países que no poseen aceite mineral a precio aceptable. En España parece que podrían llegar a ser el medio más práctico de



combatir las heladas si aprovechando los carbones de Teruel naciese una industria de briquetas con mezcla de alquitranes, breas u otros productos, que suministrase en Valencia un combustible barato y apropiado para un modelo de hornillo de construcción nacional. Queremos llamar la atención sobre estos dos puntos industriales: fabricación de briquetas de carbón partiendo de materias de bajo precio, y construcción de un modelo de hornillo con requisitos parecidos a los que hemos visto exigen a los de aceite. Resueltos con éxito, darían un buen margen de negocio y rendirían un servicio a la producción naranjera. Por supuesto, ambos encierran dificultades.

En Australia los hornillos de briquetas de carbón y los de carbón vegetal son satisfactorios. Construídos de hierro, tienen capacidad para unos 9 kilogramos de combustible y resultan a precio moderado. Llevan un cilindro inferior (similar al depósito de los de aceite) con parrilla que constituye el hogar, un cono superior que encaja sobre él y soporta la chimenea, y la tapadera de ésta (31). Los emplean en los huertos de frutales.

En las viñas del valle de Murray los humos no daban resultado y los hornillos de briquetas han resultado eficaces. Aumentan la temperatura más lentamente que los de aceite, y algo menos, alcanzando el máximo en la segunda hora. Su carga es de 6,75 kilogramos de briquetas y colocan 150 hornillos por hectárea (27). Otros experimentadores (28, 17) han comprobado, aparte de la eficacia relativa de los de carbón, la ventaja citada de los

de aceite sobre éstos. Las dificultades de encendido son escasas. Un hombre enciende 50 hornillos en doce minutos; dan un buen resultado y elevan la temperatura de 2 a 4,5° C. (3).

En Florida han resultado eficaces para preservar los huertos de naranjos. Hume (21) cita un modelo de hornillo compuesto de un cilindro de metal, unas tres veces más alto que ancho, con agujeros para el tiro cerca de la base, que se coloca sobre una parrilla sostenida por tres pies. La parrilla lleva un pequeño depósito para llenarlo de petróleo y facilitar con él la operación de encendido. Consume cok.

También en Alemania se utilizan los hornillos de carbón. Fabrican un modelo que se carga con virutas, naftaleno bruto y briquetas de carbón (23). Para las viñas, los han encontrado muy útiles en la práctica; allí valen 1,8 R. M. y duran diez años (24).

Recientemente en la Universidad de California han proyectado dos nuevos tipos de hornillos de cok. Uno de gran capacidad, con carga de 18 a 27 kilogramos, quema unos tres kilogramos por hora, y otro, como un cestillo de alambre, para noches de menos frío que contiene unos 6 kilogramos de cok. Los técnicos encarecen las ventajas de estos nuevos modelos y recomiendan que antes de encenderlos viertan una pequeña cantidad de aceite mineral sobre el cok con lo cual, la faena es más fácil (2).

*Instalación de termómetros en los huertos.*—Para llevar a buen término las operaciones de cale-

facción de los huertos y encender con oportunidad los hornillos, hace falta conocer con bastante exactitud la temperatura del aire. Sólo conseguiremos tal propósito con una instalación de termómetros adecuada; la apreciación personal, sin instrumentos, del frío engaña en ciertos límites, según sean las circunstancias de humedad, viento, temperatura, etc., de la tarde anterior. Hará falta instalar, aproximadamente, un puesto de observación por hectárea, y si hay alguna hondonada de cierta importancia en el campo, convendrá instalar también termómetros en los puntos más bajos.

Si se coloca el termómetro colgado de un árbol o un palo, expuesto al aire libre, radia calor, y si la noche está clara, su temperatura es algo menor que la del aire que rodea a los árboles. Si se dispone debajo de un abrigo de tablas, el calor que radia es reflejado en su mayor parte y la lectura de sus indicaciones corresponde mejor a la temperatura del aire del ambiente. Por término medio hay diferencias de algo más de  $3/4$  de grado C., entre termómetros protegidos y expuestos, y a veces de 3 y  $3,5^{\circ}$  C. (15).

Los puestos de observación deben ser fijos durante todo el invierno. Están constituídos por un pie derecho de madera, el abrigo y los termómetros. El poste o listón fuerte de madera está clavado en el suelo y bien asegurado; su extremo superior queda alrededor de metro y medio sobre el terreno. El abrigo está formado por dos tablas de  $25 \times 45$  centímetros clavadas formando un ángulo diedro recto, o sea como una viga en L,

por la dimensión mayor. Se sujeta en la parte superior del pie derecho, de forma que quede una tabla horizontal sirviendo de tejado y la otra, unida al poste, vertical y por debajo de la primera. En la parte interior de la tabla vertical, protegidos por la horizontal, van los termómetros. Es buena práctica instalar dos: uno bueno de mercurio, comprobado, y otro de mínima de alcohol. Los termómetros creemos nosotros que deben quedar expuestos al Oeste, es decir, cara a poniente, porque de esta forma el sol apenas les toca en el invierno y el aire del Norte no incide directamente sobre ellos, enfriándolos por debajo de la temperatura ambiente, sobre todo si hubiese llegado a depositar en los mismos partículas de humedad.

La lectura del termómetro es preciso hacerla rápidamente y con lámpara eléctrica. Colocando termómetros dentro del fruto, su temperatura baja más despacio que en el aire (33). Estos termómetros introducidos en el fruto dan indicaciones más exactas del enfriamiento del mismo, pero habrá que estar más atento a sus lecturas, pues hay peligro de que si el fruto está ya frío los efectos de la calefacción lleguen tarde, puesto que él también tarda más en calentarse por el interior. Sin embargo, F. D. Young (42) dice, refiriéndose a huertos de limones, que se pueden ahorrar dinero (en la calefacción) empleando termómetros dentro del fruto en vez de termómetros al aire. Parece, pues, que este proceder sería útil, a cambio de que sus observaciones han de ser más cuidadosas y atentas, o sea, más difíciles.



Suponiendo una colaboración entre todos los cultivadores de una zona, sería ventajoso, para seguir el fenómeno de la helada, establecer puestos de observación con termómetros elevados por encima de los árboles.

Un puesto de observación fuera de la parcela calentada servirá para comprobar la acción de las estufas y seguir la intensidad del descenso de temperatura.

Múltiples sistemas de aparatos de alarma han ideado constructores europeos y americanos para poner en funcionamiento alarmas acústicas cuando la temperatura llega a un límite dado. No vamos a entrar en su descripción. Existen casas españolas que los preparan o los construirían si llega el caso. El fundamento más corriente de ellas es el de termómetros en U, a través de cuyo mercurio se cierra un circuito eléctrico cuando llega a marcar un grado determinado, que pone en marcha el timbre de alarma. Otras se fundan en principios análogos a los termorreguladores, o en otros artificios. Las instalaciones antiguas funcionaban con menos seguridad; ahora ya se construyen sistemas perfeccionados. Aparte de su coste, no las consideramos indispensables en España; el cultivador sabe aproximadamente cuándo hay peligro de helada, y auxiliado con puestos de observación bien distribuidos, determinará con seguridad el momento oportuno de encender. No creemos que los aparatos de alarma le proporcionasen la tranquilidad suficiente para evitarle visitas frecuentes al termómetro cuando el peligro se acerca.

*Ocasión de encender.*—Hemos visto que el punto peligroso para la naranja ocurre cuando el descenso de temperatura llega a los tres grados y medio bajo cero. Cuando en el huerto haya hornillos, habrá que encenderlos antes que la temperatura baje hasta aquel punto. Teniendo presente que los de aceite no producen su máximo efecto hasta la segunda hora de encendido, y que los de carbón aun tardan más, por un lado, y por otro que la cifra indicada de temperatura es la que ya comienza a producir daños, deduciremos que es prudente encender cuando el termómetro llega a dos grados y medio bajo cero. Si la operación no se hace rápidamente, convendrá encender en cuanto baje de 2° C., y lo mismo con hornillos de carbón.

Comienzan a encenderse los hornillos de la parte por donde viene el viento. La primera vez que se encienden, aparte de que les cuesta más arder, el personal no está adiestrado; entonces será medida acertada comenzar la faena cuando el termómetro esté aún algo por encima de dos grados bajo cero.

La operación de apagarlos, con las tapaderas, es más rápida. Es conveniente cerrar el regulador para que no entren al depósito materias extrañas. Se apagan como término general una hora después de salir el sol; es preferible hacerlo, si se tiene un termómetro testigo instalado en parcela de condiciones similares no protegida, cuando éste indica que el peligro ha cesado o sube por encima de las temperaturas a las que fué preciso encender.

*Estudio económico.*—Antes de decidirse a em-

plear cualquier sistema de protección contra las heladas, especialmente calefacción, el cultivador deberá hacer sus cuentas. Tan cierto es que la protección produce beneficios, como que la helada produce pérdidas; pero hay que hacer el balance del montante probable de unos y otras para deducir lo que conviene. También es cierto que la helada la mayoría de las veces beneficia a los cultivadores cuya naranja no fué afectada, mas estos beneficios particulares no cuentan frente al trastorno general que tal calamidad produce, ya se mire por el lado del cultivo, del comercio o del consumo.

Dos capítulos del estudio económico son: gastos de instalación y funcionamiento, y aumento probable de ingresos debido a la calefacción. Si los ingresos exceden apreciablemente de los gastos, conviene la protección; si se llevan poca diferencia o son menores, es evidente que no puede instalarse.

Vamos a analizar las partidas que compondrán unos y otros, suponiendo que se trata del caso de hornillos de carbón y que el estudio se hace para un período de diez años.

Entre los gastos de instalación (G. I.) hay que figurar: cuota de amortización de los hornillos y demás material del equipo (deducida de su coste de compra y del número de años que tendrán de duración); interés del capital que han costado los hornillos, encendedores, depósitos, termómetros, etcétera; interés del dinero invertido en carbón (durante el tiempo que el carbón está almacenado); jornales para colocar y llenar por primera vez los

hornillos; jornales para retirar, vaciar y almacenarlos a fin de temporada.

Los gastos de funcionamiento (G. F.) habrá que calcularlos basándose en observaciones anteriores, según el número de noches que probablemente será preciso encender en el período de los diez años. Este número de noches multiplicado por los gastos de cada noche (combustible consumido, más jornales de reparto, encendido, apagado, limpieza y reparación) dará la cifra de gastos de funcionamiento.

El aumento probable de ingresos (A) es difícil de calcular; tendrá que hacerse, a la vista de los datos de la localidad, una hipótesis sobre el número de heladas que probablemente acaecerán en los diez años y una estimación, según la situación de la finca, de los tantos por cien de cosecha que es probable se salven en cada una gracias a la calefacción. La suma de las cantidades de cosecha, multiplicada por un precio medio de la naranja, arrojará el total de aumento de ingresos.

Descontando de (A) la suma (G. I.) + (G. F.) obtendremos el beneficio probable, aproximado, de la calefacción durante los diez años. En buena teoría, cabría tener en cuenta los intereses de los ingresos y algún otro factor que el operar con datos sujetos a fuertes errores hace innecesario.

Todos estos estudios implican supuestos cuyo grado de error no conocemos y operar con cantidades que se aproximarán más o menos a la realidad. Por lo cual sus previsiones no pueden tomarse más que como una guía conveniente antes



de tomar una decisión. Con todo, siempre será mejor hacerlos y darles crédito que obrar a ciegas y determinarse a gastos de cierta importancia que no serán remuneradores en todos los casos; por lo menos hace falta contar con una probabilidad relativa de que la protección producirá beneficios.

*Otras tentativas.*—Bajo los auspicios de la Comisión Naranjera de Levante, con la colaboración de la Estación Naranjera de Levante, se celebró el año 1935, en Valencia, un concurso de medios preventivos contra las heladas. Al concurso concurren 22 solicitantes, de los cuales algunos no presentaron sus métodos a las pruebas. Los métodos correspondían a varios de los tipos generales que hemos descrito: pantallas, medios fisiológicos, nubes y humos y calefacción principalmente. Entre ellos destacaron los hornillos de tipo americano, una estufa alimentada con "orujo de oliva sulfurado seco", el sistema de pantallas de papel, un estudio de medios fisiológicos bien documentado y otro de nubes artificiales.

Los hornillos de aceite mineral dieron muy buen resultado; el método de pantallas de papel fué también eficaz. Ambos presentaban el inconveniente de su coste elevado; el primero por el precio del combustible, y el segundo por el gasto de instalación. Con las nubes artificiales no aparecieron resultados concluyentes en las pruebas.

El fallo del jurado, firmado en Valencia el 1.º de julio de 1935, apunta que con los hornillos de aceite, utilizando 144 por hectárea, cuyo consumo

es de 2,5 kilogramos por aparato y hora, “han conseguido elevaciones de temperatura en el ambiente de  $4^{\circ}$  C. en los puntos más alejados de los focos caloríficos”. Hace constar que “la aplicación del método a la defensa de los naranjales es tan sólo cuestión de precio del combustible necesario para el funcionamiento de los hornillos, y su posible aplicación o no está íntimamente ligada al precio a que se pueda lograr el fuel-oil en el mercado español”. Respecto a las nubes, establece que “en las pruebas realizadas, la elevación termométrica en el ambiente, en todos los sistemas que han utilizado nubes o nieblas artificiales, no alcanzó una elevación permanente de un grado C.”

Aparte de las conclusiones del concurso, éste sirvió para atraer la atención de industriales y técnicos sobre estos problemas y despertar el interés de los cultivadores por los remedios de una calamidad que no es completamente inevitable.

*Predicción de heladas.*—En un tiempo consideraban el punto de rocío determinado a última hora de la tarde como la temperatura mínima a la madrugada siguiente. Suponían que el calor liberado en la condensación de humedad, al bajar la temperatura hasta el punto de rocío, impedía una caída mayor de temperatura. En heladas de radiación, con 40 a 50 por 100 de humedad relativa, aquella hipótesis resulta aproximada; si la humedad es menor de 40 por 100 por la tarde, la mínima de la madrugada será unos  $5^{\circ}$  C. más que el punto de rocío; si es mayor que 50 por 100, la mínima estará por debajo (15). Ello se comprende

considerando ejemplos cerca del límite de saturación. Con humedad relativa muy elevada al anochecer, caso frecuente en Valencia, el punto de saturación se alcanza a poco que baje la temperatura; en cambio, con aire seco el punto de rocío es muy bajo, y aunque haya un fuerte descenso de temperatura, ésta queda por encima de él.

Varios métodos se citan (15) para la previsión de heladas de radiación en primavera, el día anterior. Todos ellos requieren múltiples observaciones locales previas. Creemos que después de un trabajo de preparación serían adaptables a las heladas de invierno en la zona naranjera. Uno de los más sencillos está fundado en la hipótesis de que en noches despejadas, de calma, la temperatura baja, uniformemente (quiere decir a la misma velocidad, o sea, el mismo número de grados por hora) desde un máximo por la tarde a un mínimo en la mañana siguiente. Observaciones anteriores permiten deducir, en un paraje determinado, a qué hora este descenso de temperatura llega a la mitad. Con tal antecedente, si a dicha hora leemos el termómetro, tendremos la presunción de que la temperatura ha de bajar todavía un número de grados igual al que ha descendido desde el máximo de la tarde anterior hasta entonces. En otras palabras, la diferencia entre la máxima de la tarde y nuestra lectura restada de esta misma lectura da la mínima que es de esperar en la madrugada.

Otro método consiste en aplicar la ecuación  $y = a + bR$ , en la que  $y$  es la variación de la temperatura mínima de la mañana, sobre el punto de

rocío de la tarde anterior, o sea, lo que hay que sumar o restar al punto de rocío para obtener la mínima;  $R$  es la humedad relativa por la tarde, y  $a$  y  $b$  son constantes deducidas de observaciones previas.

También se ha empleado la fórmula  $v = x + by + cz$ , en la que  $v$  es la variación de la temperatura mínima con respecto al punto de rocío de la tarde;  $b$ , la humedad relativa de la tarde;  $c$ , es igual al cuadrado de  $b$ ;  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , son coeficientes hallados mediante observaciones locales.

Los dos últimos procedimientos, aunque más complicados, tienen la ventaja sobre el primero de que facilitan el pronóstico algunas horas antes, sin esperar a la lectura de la temperatura media.

Para una previsión a más larga fecha, habrá que utilizar los partes de los observatorios meteorológicos e interpretarlos de acuerdo con la situación particular de la localidad. En Valencia tenemos la experiencia de que los primeros y últimos días del año son frecuentemente fechas de peligro.

*Cooperación.*—En la labor penosa de defensa contra la helada hace falta una colaboración entre los cultivadores y los Centros Experimentales del Estado. Aquéllos, observando las prácticas experimentadas; el personal de éstos, ideando y divulgando medios. Entre los comerciantes, al impedir que la fruta helada sirva de descrédito. Cooperación entre todos los cultivadores por medio de seguros y aprovechamiento de la fruta helada. Ayuda de los industriales en este último aspecto.

Más inmediata es la cooperación entre los cul-



tivadores de huertos pequeños, en partidas buenas y no demasiado expuestas al frío. Los propietarios de huertos extensos pueden aplicar por sí solos cualquier medio protector, si el análisis económico del mismo lo aconseja. Los cultivadores de zonas en las que hiela todos o casi todos los años con relativa intensidad, difícilmente hallarán beneficiosos los procedimientos de defensa; la recolección temprana es lo único que les salva; ésta plantea otras cuestiones comerciales y es un lastre para el conjunto de la producción. Los huertos de partidas inferiores, con naranja que sólo espera precios bajos, tampoco pueden pagar un seguro de helada equivalente al gasto que la calefacción u otra protección origina.

Aquella cooperación, entre pequeños propietarios de partidas buenas, es necesaria y práctica. Sobre todo si se trata de calefacción, el efecto de la instalación de un huerto pequeño se pierde en parte en los vecinos, sin compensación por el lado de aquéllos si no la tienen establecida. La vigilancia de termómetros, las llamadas oportunas, la compra de combustibles, las faenas de encendido y apagado, el almacenaje de productos, etc., en una palabra, el aprovechamiento del sistema, es mejor y más fácil cuando todos los propietarios de una partida, valle o conjunto de huertos de condiciones parecidas obran de acuerdo, se ayudan mutuamente y están unidos de algún modo para este fin. Organizaciones con tal objeto existen en otros países, y aunque en el nuestro, por ahora,

no tienen arraigo, posiblemente contribuirían en buena medida a la lucha contra los fríos.

CUIDADOS EN LOS HUERTOS HELADOS.—El vigor de la planta y los cuidados posteriores son los dos factores principales que señala R. W. Hodgson (19) para que los árboles se recobren pronto de los efectos de heladas severas que aniquilan ramas.

Los cuidados posteriores, además de un esmerado cultivo general que los árboles necesitan para convalecer, versan sobre la poda, riegos, abonos y pulverizaciones.

Como regla general puede adoptarse la de no podar ningún árbol que haya padecido efectos de helada, por lo menos hasta el verano siguiente. Especialmente si existen ramas gruesas heladas, hay que esperar hasta que la parte seca quede bien delimitada y la nueva brotación ofrezca elementos aprovechables para reemplazarlas. V. F. Blanchard (6) aconseja no podar el año que hiela, y al año siguiente poda ligera y quitar lo seco. Cuando llega el momento de cortar las ramas secas, en el verano o al año siguiente, será preferible hacerlo con herramientas desinfectadas. Los cortes mayores de dos centímetros y medio deben ser tratados con un buen desinfectante (13). “Después de la desinfección es preciso dejarlos varios días y hasta una semana, según la rapidez con que se sequen, antes de cubrirlos” (13). Pasado este tiempo se cubren con ceras, barnices o ungüentos. En las regiones invadidas de hongos que dañan la madera, es preferible no cubrir los cortes a hacerlo

demasiado pronto; los árboles parecen ser más resistentes a la penetración de estos hongos durante el período de crecimiento activo que en otras estaciones del año (13). Por esa razón es aconsejable cortar las porciones de madera seca en aquel momento.

Buenos desinfectantes son los siguientes (13):

*Pasta bondolesa.*—Se compone con la fórmula:

Sulfato de cobre .....	2 kilogramos.
Cal viva .....	4 —
Agua .....	24 litros.

Disolver los 2 kilogramos de sulfato de cobre en 12 litros de agua en recipiente de tierra, madera o vidrio. El sulfato se disuelve cómodamente dejándolo una noche metido en un saco, dentro de la parte superior del agua. (El saco cuelga de un palo cruzado sobre los bordes de la tina.) Revolver la cal en 12 litros de agua. Mezclar los dos productos a partes iguales, en volumen, para obtener la cantidad necesaria en el día. Los restos, conservarlos tapados. Aplicarla con brocha.

*Cianuro mercúrico.*

Alcohol desnaturalizado .....	1 litro.
Cianuro de mercurio .....	8 gramos.
Agua .....	3 litros.

Disolver el cianuro de mercurio en el agua y añadir luego el alcohol.

*Cloruro mercúrico (Sublimado corrosivo).*

Cloruro mercúrico .....	4 gramos.
Agua .....	4 litros.

Penetra mejor en los tejidos con la fórmula:

Cloruro mercúrico .....	8 gramos.
Alcohol desnaturalizado .....	1 litro.
Agua .....	3 litros.

No usar para estas soluciones recipientes metálicos.

Para preparar ceras y unguentos, sirven las siguientes recetas (13):

*Pastas de injertar.*

a) Sebo, cera de abejas y resina a partes iguales (Fundirlas al fuego. Revolver cuidadosamente. Trabajar la pasta, cuando se vaya enfriando, con las manos engrasadas).

b) Resina y cera a partes iguales.

c) Resina .....	4 partes.
Cera .....	2 —
Sebo .....	1/2 —

Las tres se usan en caliente.

d) Para aplicar en frío, con brocha:

Resina .....	0,5 kilogramos,
Sebo .....	60 gramos,
Alcohol .....	180 c. c.
Esencia de trementina .....	30 —



Fundir la resina y el sebo juntos. Dejar enfriar algo. Añadir el alcohol sin cesar de revolver. Idem la trementina. No emplear mayor dosis de trementina.

*Pintura de albayalde.*—Protege contra las quemaduras del sol. Debe ser renovada hasta que la herida cicatrice.

*Pintura de asfalto.*—Asfalto disuelto en bencina o gasolina.

En cuanto a los riegos, son tan necesarios en los huertos helados como en los sanos. Ya hemos visto que los efectos de la helada son parecidos a los de la sequía. No sería pertinente que aquéllos se agravasen por falta de humedad. Hay que tener en cuenta, por otra parte, si el árbol ha perdido mucha hoja, que evaporará menor cantidad de agua que cuando poseía el sistema foliar completo. El equilibrio entre las funciones de la raíz y la parte aérea quedará alterado en cierto modo. Quiere decir que sus exigencias en cantidad de agua serán menores que las de un árbol sano. Como norma general, los huertos que por consecuencia de la helada han sufrido pérdida abundante de hoja deberán regarse menos de lo acostumbrado.

Los árboles afectados han de renovar hojas u hojas y ramas. Será preciso procurar que tengan una brotación vigorosa y sana; más tarde, que la madera nueva agoste bien. Por cuya razón necesitarán recibir un abonado suficiente. A. D. Shamel (36) aconseja la aplicación de abonos nitrogenados en los árboles que han perdido hoja. No deben emplearse cantidades exageradas, porque

aunque el primer efecto sería bueno, posteriormente la formación de los tejidos leñosos sería deficiente. Hablando en términos muy amplios, para naranjos adultos recomendaríamos un abonado de 7 kilogramos por árbol, de la mezcla: sulfato amónico, 40 por 100; superfosfato de cal, 45 por 100; sulfato de potasa, 15 por 100; y un kilo de nitrato de sosa o cal. Para árboles jóvenes, 3 kilos de la mezcla anterior y medio kilo de nitrato de sosa o cal.

La práctica de blanquear los naranjos defoliados para evitar quemaduras del sol ha estado en boga algún tiempo. Nosotros aceptamos la autoridad de H. J. Webber (41) en esta materia, quien asegura que no hay peligro de las supuestas quemaduras, que el blanqueo retarda el crecimiento unas tres semanas y en ocasiones daña la hoja. L. T. Sharp (38) es partidario de pulverizar con sulfato de cinc, después de la helada, los árboles atacados de clorosis o de enfermedades similares. Se refiere a enfermedades cuyo síntoma más acusado es la decoloración de la hoja. Las pulverizaciones con sulfato de cinc causan buenos efectos y curan la enfermedad, principalmente en la foliocelosis o "vinsant", que se caracteriza por desaparición del color verde del limbo de la hoja entre las nervaduras (éstas conservan el color verde), tomando tintes blanquecino-amarillentos, mientras en las clorosis de varios tipos y causas la decoloración es más o menos uniforme, en manchas, en bandas, parcial o total. La fórmula que aconsejamos para preparar el líquido de las pulverizaciones es:

Sulfato de cinc .....	1	kilogramo.
Cal apagada .....	0,5	—
Albúmina de sangre .....	30	gramos.
Agua .....	100	litros.

En plantaciones poco atacadas, las cantidades de sulfato y cal pueden rebajarse hasta medio kilo y un cuarto, respectivamente.

RECONOCIMIENTO DE LA NARANJA HELADA.— Aparte de las manchas en la corteza, que a veces ocasiona la helada con escarcha, los síntomas más característicos de la naranja helada son los cristales de hesperidina y la desecación de la pulpa.

En un fruto levemente afectado aparecerán algunos puntos blancos en la cutícula de los gajos entre dos de ellos, cerca de la corteza, o hacia el pedúnculo; debido a su pequeñez, escaso número y a que desaparecen en cuanto los moja el jugo, será difícil encontrarlos sin una observación meticulosa y sin tomar precauciones para que no se derrame jugo de los gajos al abrir la naranja; el gusto del zumo no se alterará, o casi imperceptiblemente; más tarde la pulpa quedará algo seca, pero ningún gajo por completo. Estas naranjas levemente afectadas son comerciales en todo momento; su calidad habrá desmerecido un poco, pero se confunden fácilmente con las completamente sanas.

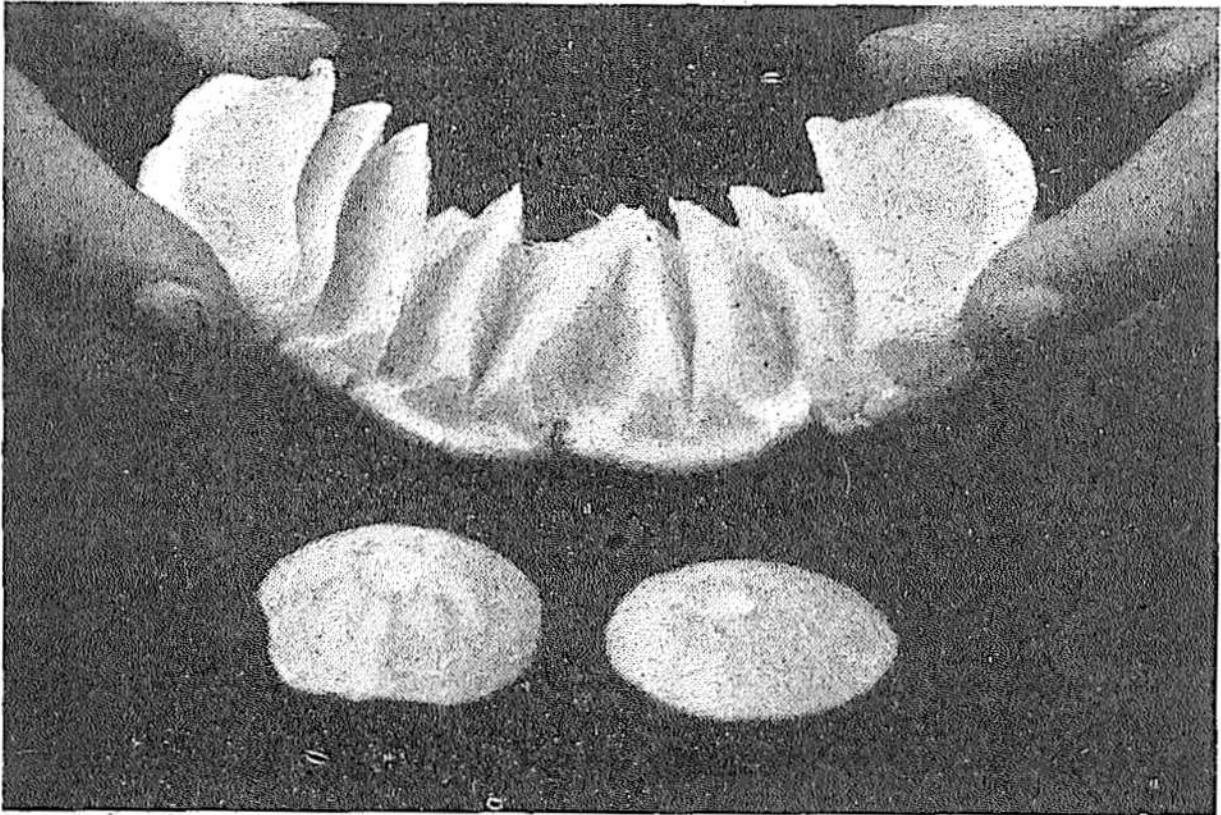
En una naranja helada, las manchitas blancas de cristales de hesperidina son numerosas y aparentes en la cutícula o pared de los gajos; alguno de ellos quizá no las tenga, pero abriendo la naranja como diremos se reconocen fácilmente; de-

bido a los cambios de orden químico que experimenta el fruto, el jugo tomará un gusto amargo más o menos pronunciado, que si poco intenso aun lo aguanta el paladar, si es fuerte las naranjas dejarán de ser comestibles; poco después, en la cutícula de los gajos se forman como ampollas de aire de forma varia, o arrugas; las dos membranas de los gajos vecinos se pegan y sueltan con dificultad o se desgarran al abrir el fruto; la desecación comienza; las vesículas del jugo pierden la turgencia, se presentan sumidas, alargadas y algo retorcidas; luego la pulpa se desecará por la zona del pedúnculo, dejando huecos de aire, tomando aspecto esponjoso con vacíos en el centro del gajo; la desecación llegará hasta el centro de la fruta, o en casos, ésta quedará completamente seca; la piel se pondrá fofa; si se trata de variedades tardías, algunas naranjas poco afectadas aun conservarán, en parte, la facultad de absorber agua por el pedúnculo y podrán recobrase algo; ordinariamente las hallaremos más secas a medida que pase el tiempo. Tales frutos helados, si están maduros, son aprovechables comercialmente en sus primeras fases, con tal de que lleguen al consumidor antes de que hayan puesto en evidencia los síntomas de helada, especialmente el gusto amargo; sirven para mercados próximos. También son utilizables para la mayor parte de industria de derivados. Los que no están maduros sólo son susceptibles de aprovechamiento industrial. Ni unos ni otros serán apropiados para exportar.

Heladas muy fuertes pueden ocasionar una des-



composición del jugo y pulpa antes de llegar la desecación; la masa de jugo y pulpa oscurece y se pudre. Excepcionalmente, con temperaturas muy bajas, toda la corteza de la naranja se ennegrece, toma aspecto como de cuero, se endurece, y aun

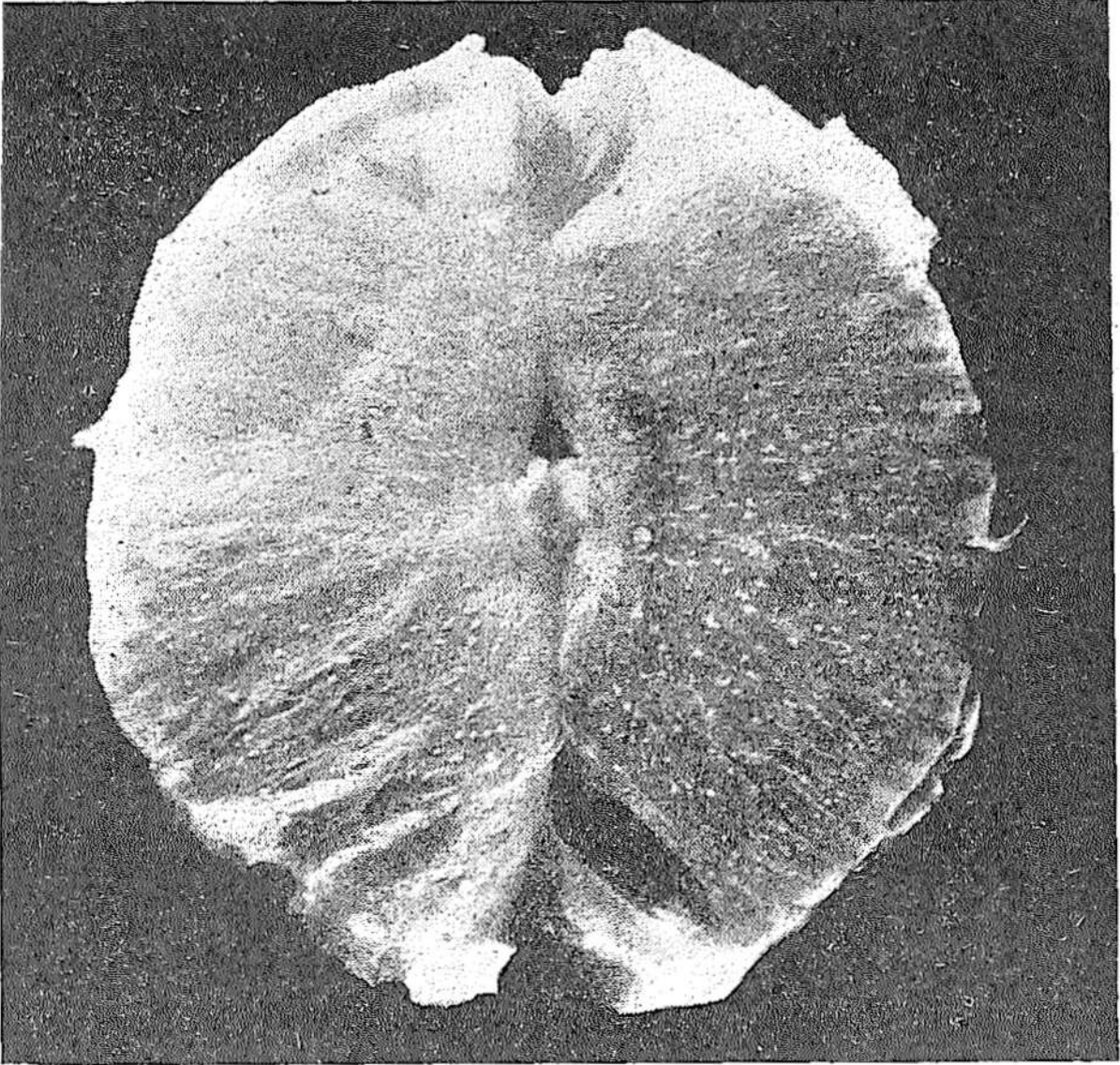


Fotografía núm. 19.—Procedimiento de abrir la naranja para apreciar los síntomas de helada.

quedando adherido al pedúnculo, pronto es asiento de gérmenes de descomposición. De este último fenómeno hemos visto algún caso en árboles intensamente afectados y limitado a reducidos frutos de ramas muy expuestas.

La aparición de cristales de hesperidina tiene lugar algunos días después de la helada, alrededor de una semana más tarde, y a veces ya se manifiestan antes. Cuando la desecación progresa, las

trazas de los cristales desaparecen; lo cual puede ocurrir al cabo de mes y medio o dos meses. El gusto amargo puede revelarse antes que los cristales, después, o puede el fruto no llegar a tomar-

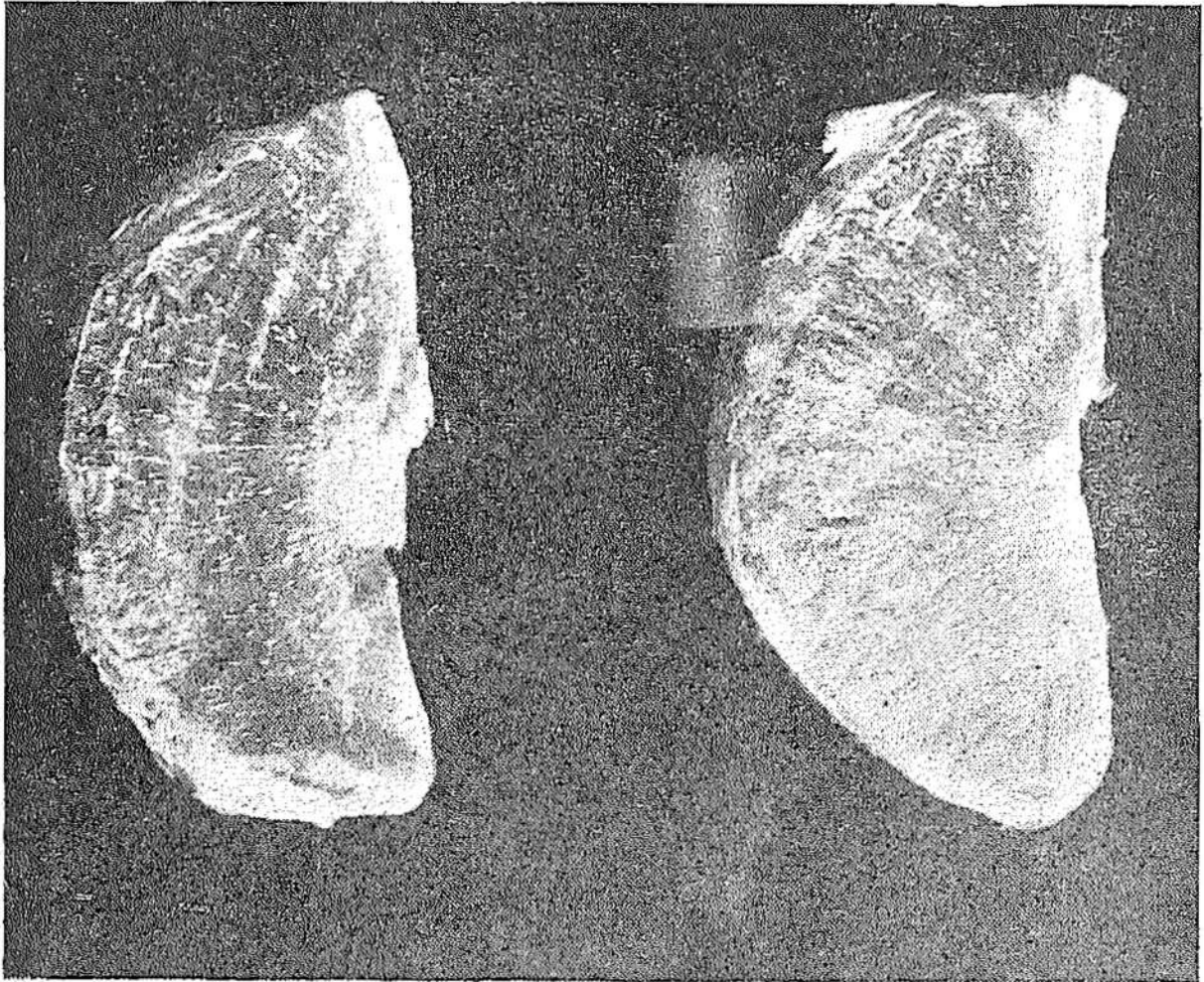


Fotografías núms. 20 y 21.—Aspecto de los cristales de hesperidina en la cutícula de los gajos.

lo; como los cristales, llega a mitigarse; pero cuando esto ocurre, el sabor de la naranja ya no es el peculiar. Las arrugas en la pared de los gajos serán evidentes al cabo de unos veinte días. Tér-

mino éste variable igual que el de desecación, pues ambos dependen de la intensidad del frío. Aquella puede aparecer a los veinte días; normalmente, al cabo de un mes; en todo caso, pasados dos meses.

Un procedimiento corriente para observar los



Fotografía núm. 21.

cristales de hesperidina consiste en separar dos pequeños casquetes, uno en el pedúnculo y otro en el polo opuesto; sin cortar los gajos o acaso una pequeña porción de sus extremos, dar un corte en el sentido de los gajos (en el del meridiano) hasta cerca del eje del fruto, abrir por ese corte



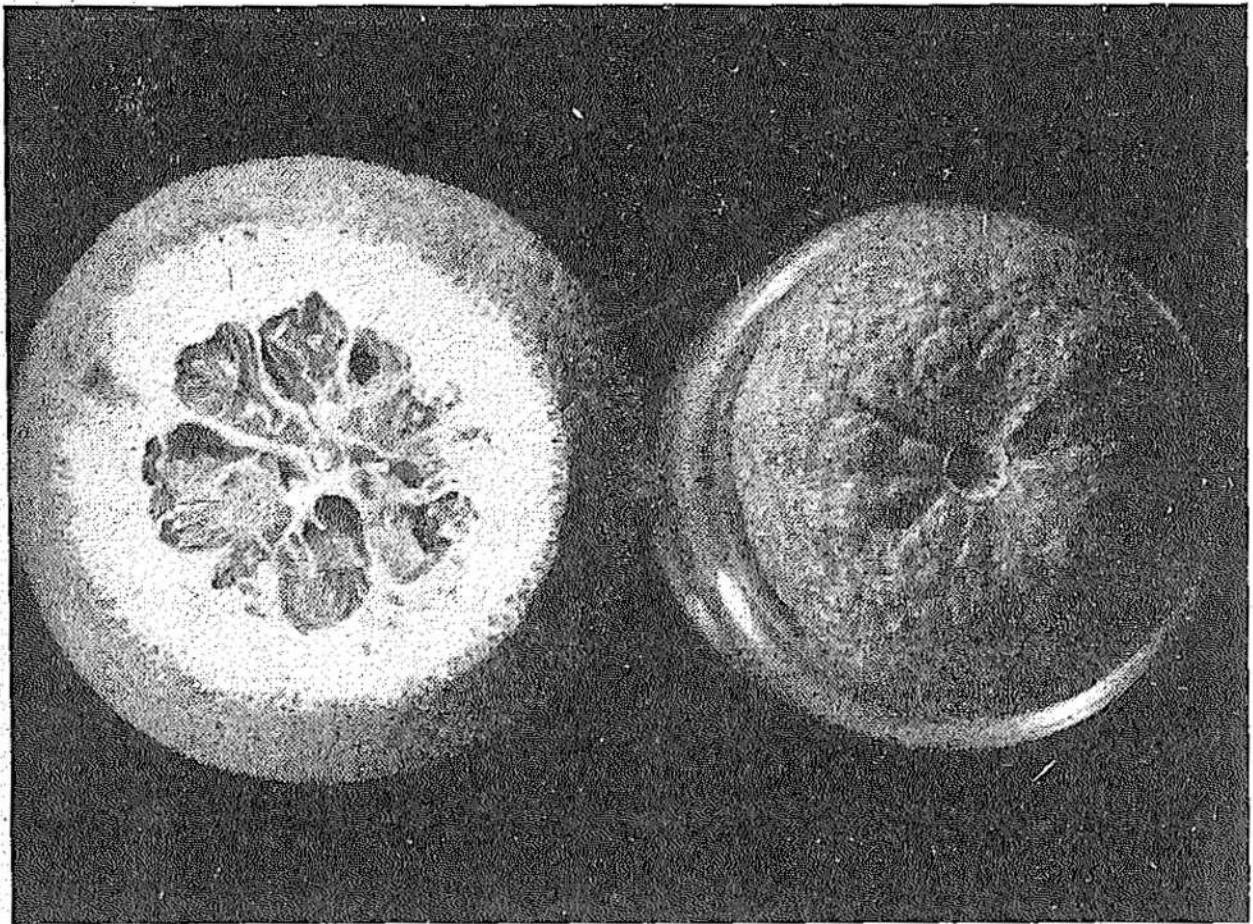


Fotografía núm. 22.—Depósitos cristalinos de hesperidina en la cutícula de los gajos (X 9).



con los dedos de forma que los gajos queden sobre la banda de corteza y separados entre sí por sus paredes de contacto. En esas paredes, o en las que queden aparentes, es donde hay que observar los puntitos blancos (fotografías núms. 19 a 22).

Otro sistema para apreciar daños leves es el

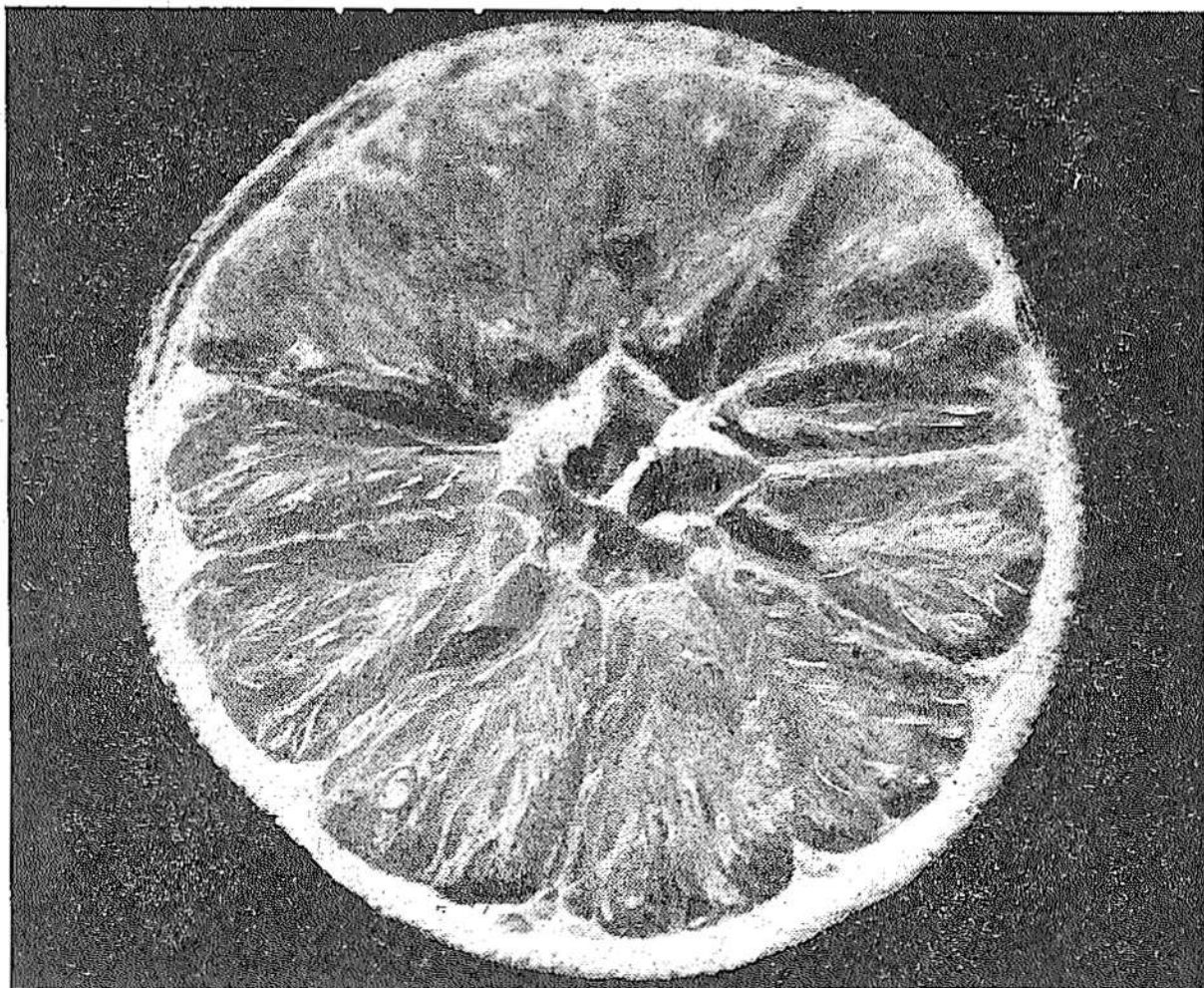


Fotografía núm. 23.—Naranja helada con la pulpa seca.

de partir la naranja en dos mitades con las manos, después de cortar el casquete del pedúnculo sin herir los gajos y de hacer una incisión pequeña en los bordes de la sección para iniciar la abertura. Tiene el inconveniente de que sólo se pueden observar cuatro caras, dos en cada mitad, y alguna puede ser inservible para el propósito si se ha

mojado o aplastado al abrir; no es cómodo de practicar; su ventaja es que en algún gajo se tiene la seguridad de hacer la observación en seco.

La desecación se observa mediante secciones perpendiculares al eje. Al practicarlas aparecen los

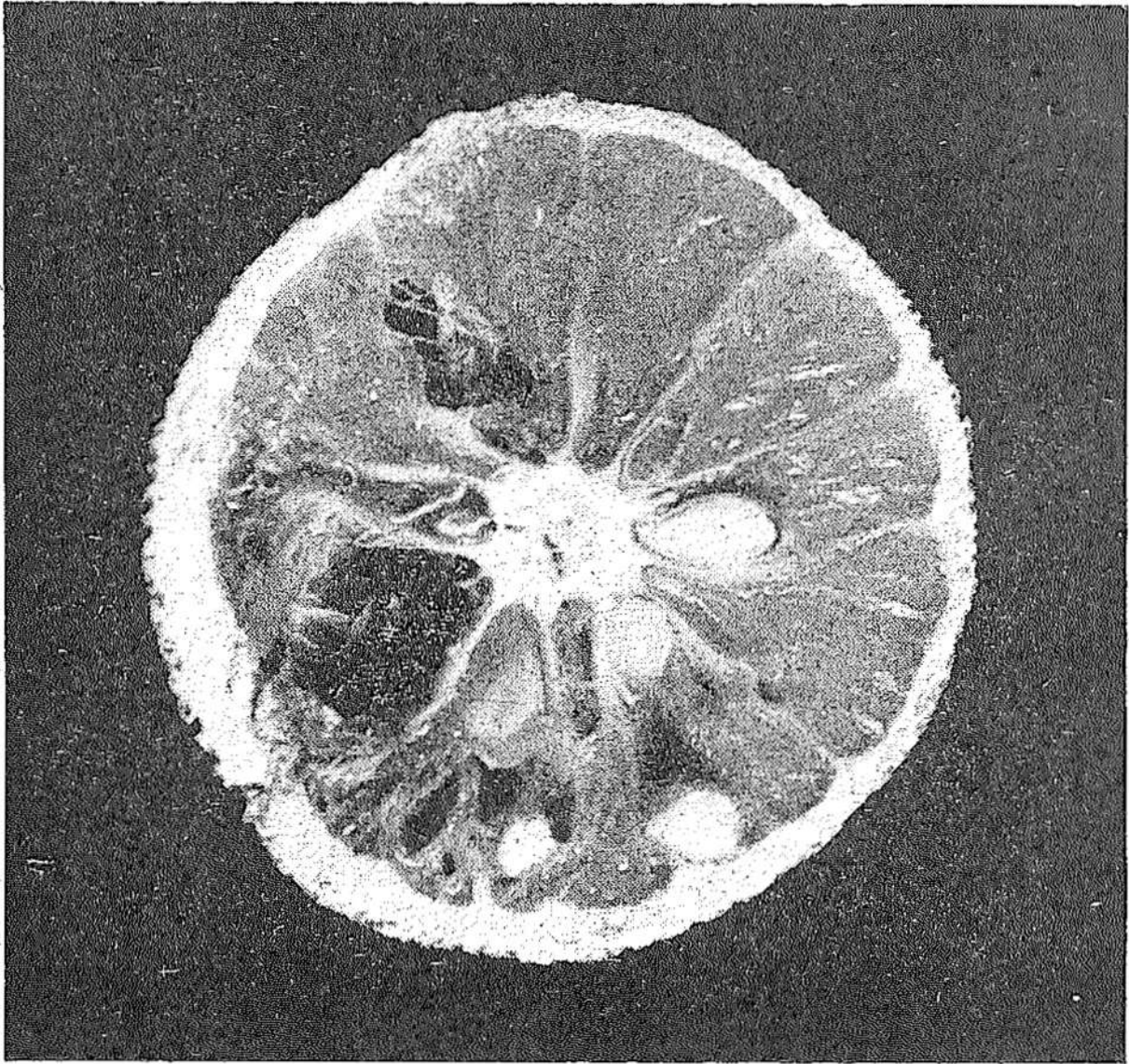


Fotografías núms. 24 y 25.—Naranja helada en grado de desecación, avanzado.

progresos de la misma a diferentes alturas. En ellas notaremos si alcanza a todos los segmentos o sólo a un determinado número, si se limita a la mitad superior (hemisferio del pedúnculo) o llega hasta la inferior. En las variedades tardías no ha-



brá que cortar muy cerca del pedúnculo (alrededor de un centímetro por debajo de su inserción) para apreciar la desecación de helada. Dicha porción



Fotografía núm. 25.

está expuesta a una desecación de otra clase (fotografías núms. 23, 24 y 25).

W. B. Davis (11), después de revisar la literatura anterior sobre esta materia, opina que aparte de los estudios sobre la formación de cristales de hesperidina y la desecación de la pulpa hay otras

fases sin analizar. La desecación es un síntoma tardío. Trabajando con naranjas Valencia, heladas artificialmente, encontró que la resistencia de los gajos al paso de la corriente eléctrica varía desigualmente en los diferentes de un fruto, como consecuencia de la helada. Efecto que puede apreciarse y ser registrado inmediatamente después de la helada. La resistencia la determinaba con el puente de Wheatstone. Medía en una rodaja ecuatorial de tres centímetros de altura (o sea, obtenida por dos secciones perpendiculares al eje, hacia el punto medio del mismo, distantes 3 cm.) la resistencia de cada gajo o segmento. Para ello se valía de dos electrodos de platino, distantes un centímetro, aplicados en el centro de cada gajo. Repitiendo la operación en 25 naranjas, encontraba una serie de cifras expresivas de las medidas de las resistencias. Estas resistencias eran variables. Construyendo la curva de frecuencia de las mismas, halló que en naranjas sanas se distribuyen con tendencia a la curva normal; en naranjas heladas las curvas de frecuencia de las resistencias son asimétricas. Señala que para medir 25 naranjas se tarda dos o tres horas.

El procedimiento es curioso, y su razón se comprende porque el fruto no sufre uniformemente los daños del frío; cada gajo o porción padece un efecto particular. En la práctica comercial, no es fácil de adoptar, porque sus determinaciones son relativamente lentas, si bien el diagnóstico es temprano.

En los laboratorios de la gran Cooperativa Ca-



liforniana han realizado investigaciones sobre la aplicación de los rayos X al reconocimiento de fruta helada; esperan obtener por este medio datos acerca del avance de los daños (4).

CAÍDA DE NARANJA.—Como efecto indirecto de la helada, particularmente en la variedad de Sangre doble fina, han ocurrido en ciertos casos fenómenos de caída anormal de fruto, cuyo mecanismo y causas inmediatas no están todavía esclarecidos. Estos fenómenos no son los de caída normal de fruto helado, aunque sus causas se relacionan con la helada.

La variedad Sangre doble fina tiene la característica de producir naranja poco adherente al pedúnculo, naranja que cae con facilidad por la acción de viento, a consecuencia de la madurez, por debilidad del árbol o por otras razones. Aparte de esta predisposición del fruto a desprenderse, que podríamos llamar típica o normal de tal variedad, hemos observado en años de helada una caída de fruto anormal y exagerada. Después de la helada de 1940, comprobamos en los huertos del Plá Redo, de Villarreal (Castellón), un fenómeno de esta clase. A la helada, ocurrida en días en que fueron frecuentes los vientos del N., siguieron unos días de lluvias; al cabo de quince días, en unas cuarenta y ocho horas se verificó una caída copiosa de fruta no helada, sin causa inmediata aparente. Algunos árboles quedaron casi sin fruto y en el suelo no aparecían apenas naranjas heladas, y éstas con síntomas ligeros. De tres supuestos cabría partir para buscar la explicación de esta caída anor-

mal de fruto sano: admitir una acción directa del frío en los tejidos del pedúnculo y el fruto, achacarlo a un fenómeno fisiológico o atribuirlo al desarrollo de microorganismos. Ninguno de ellos está comprobado. Quizá concurren todos a la producción del hecho. La acción del frío por sí sola es difícil que produzca efectos tan iguales en la mayor parte de los frutos. Produce una desecación, en este caso aumentada por el viento. Las lluvias posteriores copiosas avivaron la vegetación, y este cambio funcional, combinado con la acción de hongos, quienes son el agente de otras carpóptosis, tal vez constituirían elementos de una teoría sobre el caso.

MÁQUINAS SEPARADORAS.—Después de una helada suele quedar en los árboles naranja sana y fruta con daños. La primera es apta para exportar si la recogida o separación de la segunda es cuidadosa. El personal experto es capaz de efectuar la recolección con bastante acierto y coger pocas naranjas heladas. A pesar de ello, si se quiere trabajar en los almacenes con la seguridad de que el fruto embalado sea prácticamente sano, prestan buenos servicios las máquinas separadoras de fruto helado. Hemos repetido que la naranja helada pierde jugo, o sea, disminuye su peso; conserva aproximadamente el mismo volumen, y por consecuencia, pierde densidad. En la menor densidad de la naranja helada con relación a la sana radica el fundamento de las máquinas separadoras. Con ellas, dentro de ciertas tolerancias de error, se consigue separar la naranja que tiene una

densidad superior a un límite dado de la que cae por debajo de él. Una máquina separadora, para ser práctica, deberá reunir las condiciones de eficacia o seguridad en la clasificación del fruto por densidad; ser regulable; no perjudicar al fruto; operar con rapidez; no tener partes mecánicas complicadas susceptibles de averías; ser de construcción sólida, y barata.

Uno de los modelos americanos más conocidos consiste en un depósito parecido al de las máquinas lavadoras, en el cual se establece una corriente de agua según la dimensión mayor. La corriente está producida por una hélice. Las naranjas caen en el agua rodando por un plano inclinado, desde una altura de medio metro aproximadamente. Entran en el depósito por uno de los extremos de la dimensión mayor. Por la velocidad adquirida se sumergen en el agua. Las más densas llegan a más profundidad que las de densidad menor. Estas vuelven a la superficie antes que aquéllas. Entretanto, la corriente de agua arrastra las naranjas hacia el otro extremo. En la región vecina a éste hay colocada una pantalla horizontal de tela metálica a poca profundidad dentro del agua (la profundidad es suficiente para que por encima de ella puedan pasar naranjas flotando). Las naranjas sanas, que todavía no han vuelto a la superficie, pasan por debajo de la pantalla metálica, que contiene su ascenso posterior. Las naranjas heladas, que al llegar al borde de la pantalla han subido ya a la superficie y van flotando, pasan por encima de la tela metálica. En el extremo opuesto al de en-

trada dos transportadores arrastran respectivamente la naranja de cada clase. Van provistas de regulador que mueve la pantalla horizontal.

En España varios constructores han ideado aparatos de esta clase. Dos concursos celebrados en años anteriores avivaron el interés por el problema. El Ministerio de Agricultura convocó por Decreto (*Gaceta de Madrid*, 24-II-32) un concurso de aparatos seleccionadores, al que acudieron diez firmas nacionales y extranjeras con 12 proyectos de aparatos. Los fundamentos de los diferentes proyectos eran alguno de los siguientes: el empleo de la célula fotoeléctrica; la desviación que de la vertical sufre un cuerpo en su caída cuando está sometido a la acción de una corriente de aire; el descrito de naranjas sumergidas en agua; el descenso del peso específico del agua mezclada con burbujas finas de aire; el principio de Arquímedes; una selección mecánica por volumen precedida o seguida de otra por peso. El jurado declaró desierto el concurso porque ningún aparato construido para trabajo normal hubo de presentarse a tiempo para las pruebas.

Un segundo concurso fué convocado por la Comisión Naranjera de Levante el año 1935, colaborando en su organización la Estación Naranjera de Levante. El jurado concedió premios a cuatro aparatos de fabricación española que operaban "con error menor del 6 por 100 para naranja que haya perdido el 20 por 100 de zumo y de 20 al 25 por 100 para naranja cuya pérdida de zumo sea del 10 por 100". El primer premio lo obtuvo



el aparato presentado por D. Luis Ros de Ursinos, de Castellón. Hacía constar el jurado en su fallo “que tan grave problema ha logrado una perfecta solución comercial”.

En las condiciones y pruebas de los concursos, se exigió que las máquinas trabajasen para separar las naranjas con un límite de peso específico comprendido entre 0,65 y 0,94.

El peso específico normal de la naranja sana está alrededor de 0,82.

LEGISLACIÓN.—Tendiendo a remediar la perturbación que la naranja helada produce en el comercio, e impedir que los frutos helados lleguen a los mercados de consumo, los países productores han establecido leyes prohibitivas sobre la circulación de fruta helada.

Literalmente copiamos a continuación las disposiciones de California:

“Los frutos del género Citrus deberán estar maduros y exentos de alteraciones; exentos de daños graves debidos a helada, desecación en los extremos del pedúnculo o de la flor (debida a otras causas que la helada), grietas, golpes o pinchazos, y además los limones deberán estar exentos de daños graves debidos a quemaduras de sol o alteración interna.

Los frutos del género Citrus que se embalen deberán ser virtualmente de tamaño uniforme. Los daños por desecación en los extremos del pedúnculo o de la flor de todos los frutos del género Citrus (ocasionados por otras causas que las heladas), y los daños por alteración interna o deseca-

ción debida a quemaduras del sol de los limones, no son graves, a menos que el 20 por 100 de la pulpa muestre coloración, secado o desecación.

*Daños de helada.*—Los daños causados por las heladas a cualquier fruto no son graves, a menos que: A) Causen un secado o desecación del 20 por 100 ó más de la pulpa expuesta según aparece en un corte transversal que pase por el centro, o B) Causen, antes de que el proceso de desecación se desarrolle, una apariencia de empapado de agua, o evidencia de un empapado anterior de agua, o presencia de cristales o depósitos cristalinos sobre las dos membranas de la superficie de cada uno de dos o más segmentos que aparecen en la separación de dos o más segmentos de una sección, cuya sección no deberá ser menor de una pulgada ni mayor de pulgada y media de gruesa, y estará obtenida de la porción central del fruto cortando una porción de cada extremo; tal evidencia de daños de helada se mostrará en la longitud total, pero no necesariamente en el área total de las membranas de la superficie.

El tanto por ciento de daños graves de los frutos del género Citrus, en envases o a granel, puede ser establecido por la inspección de una muestra media, la cual no comprenderá menos de cien frutos. Los daños causados por grietas, golpes o pinchazos en cualquier fruto del género Citrus no son graves si las lesiones están bien curadas y exentas de moho o alteraciones. Los otros daños, aparte de la desecación causada por quemaduras

del sol en los limones, no son graves, a menos que afecten la porción comestible del fruto.

*Tolerancias.*—Con la excepción de los daños graves causados por las heladas, no puede estar por debajo de estos requerimientos más del 10 por 100, por conteo, de los frutos del género Citrus en cualquier envase o lote a granel; pero con la excepción de los daños graves debidos a quemaduras del sol y alteración interna de los limones, o a desecación de los extremos del pedúnculo o de la flor de todos los frutos del género Citrus (ocasionados por otras causas que las heladas), no se permitirá por cualquier otra causa exceder una mitad de esta tolerancia. En el caso de daños graves por alteraciones debidas a heladas, cuando la determinación del daño grave se basa en la apariencia de empapado de agua, en la evidencia de un empapado anterior de agua o en la presencia de cristales o depósitos cristalinos en las membranas de la superficie de los segmentos, como aquí se ha definido, y antes de que el proceso de desecación se desarrolle, no podrán estar más del 15 por 100, por conteo, de los frutos del género Citrus en cualquier envase o lote a granel, por debajo de estos requerimientos. Después de que el proceso de desecación se desarrolle y la determinación de un daño grave de helada está basada en un corte transversal, como aquí se ha definido, no podrán estar más del 15 por 100, por conteo, de los frutos del género Citrus en cualquier envase o lote a granel por debajo de estos requerimientos, pero no se permitirá exceder un tercio de esta tolerancia

para frutos del género Citrus que muestren secado o desecación en el 40 por 100 o más de la pulpa expuesta según aparece en un corte transversal que pase por el centro. La tolerancia total para una combinación de defectos no excederá de la tolerancia permitida para una de las causas en más del 5 por 100, por conteo.

Ningún lote de frutos del género Citrus que no cumpla las prescripciones por causa de daños graves por alteraciones debidas a heladas debe ser mezclado o embalado con otros lotes de frutos del género Citrus que cumplan las prescripciones, resultando una ocultación del fruto inferior, reduciendo con esto el tanto por ciento de frutos defectuosos en los lotes, con daños graves, a los límites de tolerancia que se permiten para errores de clasificación solamente.

Cualquier fruto, del género Citrus, envuelto y embalado que haya estado almacenado o después de ser embarcado no llega a cumplir las prescripciones de esta Ley únicamente por razón de la podredumbre parda (brown rot), moho azul o moho verde, los cuales se hayan desarrollado después del embalaje, no se computará como una violación de las prescripciones de este capítulo en lo que se refiere a tal deterioro."

En el artículo 781, capítulo II, división 5.<sup>a</sup>, define corte transversal como sigue: "M) "Corte transversal" significa la sección del fruto o vegetal hecha perpendicularmente a la línea recta que pasa por el extremo del pedúnculo y el extremo opuesto del mismo".



La legislación española contiene las prescripciones siguientes:

Decreto del Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio de 4 de octubre de 1935 (*Gaceta de Madrid*, 6 de octubre de 1935):

“Art. 22. Queda terminantemente prohibida la exportación de fruta helada.

A tal efecto, se considerará helado el fruto cuando en el contenido de cualquier envase de los corrientes en el comercio, o en escandallos o tanteos hechos en fruta amontonada, aparezca un 10 por 100 ó más de fruta que cortada en dos mitades por una sección perpendicular al eje de los gajos, o abiertas sin cortar los gajos en forma de acordeón, se aprecie en ella la descomposición del jugo de los gajos, la aparición de cristales de hesperidina o la pérdida de zumo.

En caso de helada, y para toda la fruta destinada al consumo interior, se admitirá una tolerancia hasta el 20 por 100 de pérdida de zumo, siempre que no haya sufrido descomposición, siguiéndose las mismas normas para la madurez comercial interior y exterior, y admitiéndose una mayor tolerancia para la fruta dañada y la que presente rozaduras, arañazos o lesiones de carácter grave.

Art. 23. Cuando se produzcan heladas de carácter total o parcial, la Jefatura del Servicio Agronómico de cada provincia suspenderá inmediatamente en su demarcación toda recolección de fruto, con el fin de poder apreciar el alcance del daño o determinar las localidades, términos o partidas afectados por la helada.

Seguidamente informarán detalladamente sobre el alcance de la misma a la Dirección General de Comercio, la cual podrá ordenar la adopción de medidas que estime necesarias para delimitar las zonas dañadas y evitar que la recolección de fruta en las partidas afectadas se haga sin las debidas garantías.

Art. 24. Por la Junta Naranjera Nacional se instalará, en cada uno de los puertos o estaciones en que se verifique de una manera permanente la inspección, uno o varios de los aparatos seleccionadores de frutos afectados por los fríos, a fin de que mediante el empleo de los mismos se efectúe la comprobación de las inspecciones de los frutos dudosos, para evitar con el empleo de este medio mecánico las frecuentes diferencias de apreciación del estado del fruto por distintos técnicos.”

Por Decreto del Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio de 9 de noviembre de 1935 (*Gaceta de Madrid*, 14 de noviembre de 1935) se determinó:

“Artículo 1.º Se suspende la aplicación del Decreto de este Departamento de 4 de octubre del corriente año, sobre regulación de exportaciones de frutos agrios...”

APROVECHAMIENTO CASERO DE LA NARANJA HELADA.—Las industrias de derivados pueden utilizar para sus preparados una gran parte de la fruta helada. Excepto para la obtención de jugos naturales, que no puede partir de frutos que hayan tomado el gusto amargo, la de aceites esenciales, pectina, pulpa seca, corteza seca, mermeladas, dul-

ces, alcohol, vinagre, etc., etc., encontrarán una primera materia aceptable en frutas dañadas. Por supuesto, no hay que esperar que tales industrias paguen altos precios de la mercancía.

Aparte de ellas, el aprovechamiento casero de la fruta averiada serviría también para paliar el quebranto económico que la helada trae consigo. En éste, como en todos los problemas naranjeros, no hay que pensar en remedios totales ni en fórmulas mágicas. Las soluciones parciales, los "muchos pocos", darán más resultado práctico que los arbitrios ambiciosos que pretendan arreglarlo todo con la aplicación de un supuesto recurso definitivo. Las causas que los producen son complejas, y los medios han de ser limitados y más o menos provisionales. Si con cada uno llegamos a un pequeño éxito, la suma de todos será más eficaz que los procedimientos rotundos y definitivos, que pocas veces llegan a la realidad. En un año de helada, si con los procedimientos preventivos se llegase a salvar un 5 por 100 de la pérdida de cosecha, y con aprovechamientos posteriores otro 5 por 100, no parecería un éxito extraordinario a primera vista. Pues, nada más que eso, produciría un ingreso de varios millones de pesetas a la producción naranjera.

La utilización casera de la naranja helada sólo es factible en los huertos de pequeños propietarios que disponen de la mano de obra familiar. La extracción del aceite esencial por el sistema de la esponja con máquina rudimentaria de tipo italiano, la fabricación de vinagre y la desecación de

pulpa para pienso sería un plan que reportaría algunos beneficios a dichos propietarios.

Completados estos aprovechamientos reducidos con una industria de subproductos bien establecida que no se limitase parcialmente a la extracción de un solo producto, sino que agotara las posibilidades del fruto, el perjuicio de la helada entraría en una prudente limitación.

**ZONAS MÁS EXPUESTAS.**—Haciendo de antemano las salvedades de que no han ocurrido dos heladas iguales, de que dentro de un término hay partidas expuestas y huertos prácticamente libres, y de que faltan todavía datos recogidos sistemáticamente sobre el particular, hemos hecho un primer intento de limitación de zonas más expuestas a la helada en las comarcas naranjeras.

En los mapas de la región naranjera, que tampoco se han publicado anteriormente, delimitamos aproximadamente como primera contribución a su estudio las zonas que por observación directa e informes recogidos entran en una primera categoría respecto al peligro de helada.



## BIBLIOGRAFIA

1. B. G. Aliño: *Tratado completo del naranjo*, 1893.
2. Anónimo: "Orchard Heating Demonstrations". *Cal. Citrograph.*, nov. 1940.
3. Anónimo: "Solid Fuel Orchard Heaters. Successful Tests in Victoria". *The Fruit World of Australasia*, 36, 1935.
4. Anónimo: "X-Ray Used to Study Progress of Frost Damage". *Cal. Citrograph.*, 22, 1937.
5. L. H. Bailey: *The Standard Cyclopedia of Horticulture*. Frost, 1927.
6. V. F. Blanchard: "Rebuilding Frost Injured Citrus Trees". *Cal. Citrograph.*, 22, 1937.
7. J. Bret: "La défense contre la gelée blanche". *Prog. Agr. et Vit.*, 101, 1934.
8. — "Un nouvel appareil de défense contre les gelées blanches". *Prog. Agr. et Vit.*, 100, 1933.
9. W. H. Chandler y A. C. Hildreth: "Evidence as to How Freezing Kills Plant Tissue". *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, vol. 33, 1936.
10. J. E. Coit: *Citrus Fruits*, 1930.
11. W. V. Davis: "Detection and Mesurement of Freezing Injury in Valencia Oranges". *Am. Jour. of Botany*, mayo 1935.
12. E. F. De Busk: "Grove Heaters and Other Frost Protection Mesures". *The Citrus Industry*, enero 1936.

13. H. S. Fawcett y H. A. Lee: *Citrus Diseases and Their Control*, 1926.
14. P. Galli: *Agrumicoltura*, 1928.
15. V. R. Gardner, F. C. Bradford y H. D. Hooker: *Fundamentals of Fruit Production*, 1922.
16. W. Y. Gray: "The Effect of Freezing on Oranges". *The Citrus Industry*, mayo 1935.
17. J. B. Harris: "Frost Prevention". *J. Dep. Agric. S. Aust.*, 40, 1936.
18. A. H. Hoare: "Orchard Heating". *J. Minist. Agric. Lond.*, 42, 1936.
19. R. W. Hodgson: "Further Observations on Frost Injury to Subtropical Fruit Plants". *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 32, 1935.
20. — "Resistence to low Winter Temperatures of Subtropical Fruit Plants". *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 30, 1934.
21. H. Hume: *El cultivo de las plantas cítricas*, 1929.
22. Imperial Bureau of Fruit Production: *Investigations on the Standardization of Citrus Trees by Propagation Methods*, t. C, núm. 3, nov. 1932.
23. O. W. Kessler: "Die Bekämpfung von Frostschäden". *Obst. u. Gemüsebau*, 80, 1934.
24. — "Frostschadenbekämpfung". *Repr. Dtsch. Weinbau*, 1935.
25. H. H. Kinball y F. D. Young: "Smudging, as a Protection from Frost". *U. S. Monthly Weather Review*, 48, 1920.
26. A. S. Leonard y F. A. Brooks: "New Tipe Orchard Heater". *Cal. Citrograph.*, nov. 1940
27. A. V. Lyon: "Frost Protection Methods". *The Fruit World and Market Grower*, agosto 1936.
28. — "Vineyard Heating for Frost Protection". *Aust. Dried Fruit News*, 11, 1936.
29. N. A. Maximov: *A Textbook of Plant Physiology*, 1930.
30. H. C. Powell: *The Culture of the Orange and Allied Fruits*, 1930.
31. R. L. Prest: "Frost Prevention by Orchard Heating". *The Fruit World of Australasia*, julio 1935.

32. A. N. Rawes: "Orchard-Heating Experiments at Wisley May 1935". *J. Roy. Hort. Soc.*, 60, 1935.
33. W. R. Schoonover: "The Use of Termometers in Orchard Heating". *U. S. Dep. of Agric. and Un. of Calif. Agric. Ext. Serv.*
34. W. R. Schoonover y F. A. Brooks: "The Smokiness of Oil-Burning Orchard Heaters". *Cal. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 536, 1932.
35. W. R. Schoonover, R. W. Hodgson y F. D. Young: "Frost Protection in California Orchards". *Cal. Agr. Ex. Serv. Cir.*, 40, 1930.
36. A. D. Shamel: "Frost Injury to Bearing Orange Trees". *Cal. Citrograph.*, 22, 1937.
37. — "Early Frost Protection Devices Used at Riverside". *Cal. Citrograph.*, nov. 1933.
38. L. T. Sharp: "Freeze Observations and after Treatment of Citrus Orchard". *Cal. Citrograph.*, 22, 1937.
39. H. E. Thomas y L. H. MacDaniels: "Freezig Injury to the Roots and Crowns of Apple Trees". *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 556, 1933.
40. D. J. Thompson: "Survey of Wind Machines under Freeze Conditions". *Cal. Citrograph.*, 22, 1937.
41. H. J. Webber: "Is Whitewashing to Prevent Sunburn on Frozen Citrus Trees a Safe Practice?". *Cal. Citrograph.*, 22, 1937.
42. F. D. Young: "General Information on Frost Protection Given Lemon Club". *Cal. Citrograph.*, enero 1933.
43. — *U. S. Dep. of Agr. Mo. Wheather Rev.*, 48, 1920.