

HOJAS DIVULGADORAS

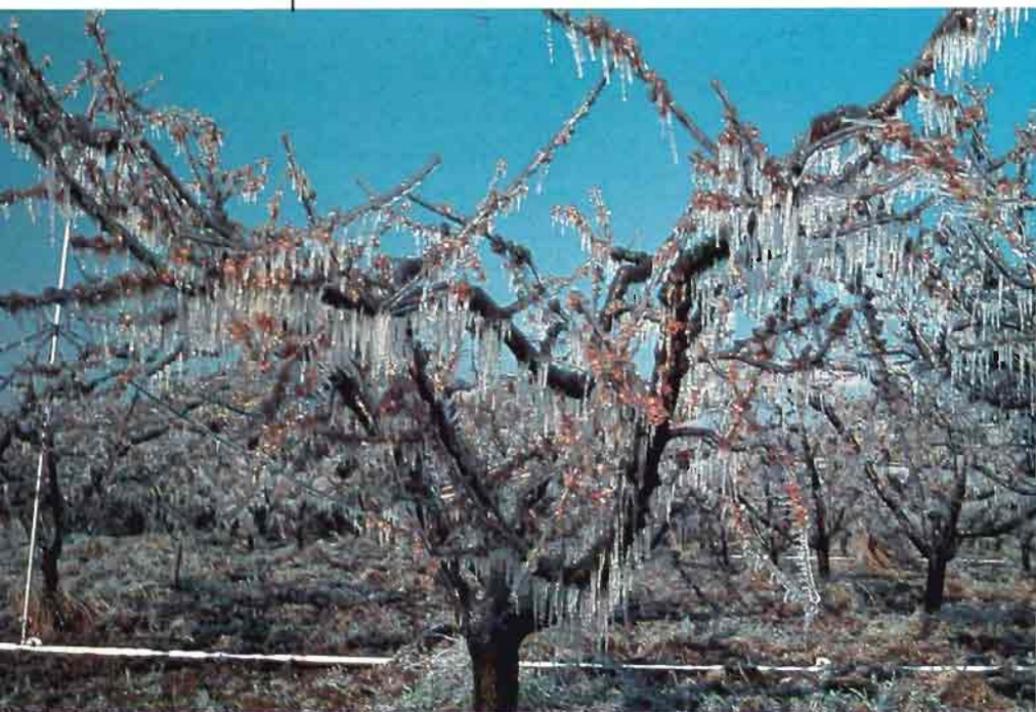
Núm. 5/87 HD

PROTECCION CONTRA LAS HELADAS

JOSE LUIS FUENTES YAGÜE

Ingeniero Agrónomo

Servicio de Extensión Agraria. Madrid.



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION

PROTECCION CONTRA LAS HELADAS

TIPOS DE HELADAS

Para conseguir una protección eficaz contra las heladas es necesario conocer las condiciones meteorológicas que las producen. Con arreglo a ello, las heladas se clasifican en tres tipos:

- Heladas de advección.
- Heladas de evaporación.
- Heladas de irradiación.

Los agricultores suelen hacer una distinción de las heladas por los efectos más o menos graves que causan a los cultivos. Así llaman «heladas blancas» a aquellas que causan daños moderados y que suelen ir acompañadas de escarcha, mientras que llaman «heladas negras» a aquellas otras que producen daños graves, dejando chamuscados y ennegrecidos los brotes de las plantas.

HELADAS DE ADVECCION

Heladas de advección o «heladas viajeras» son aquellas que se originan por la irrupción de aire muy frío. En la Península Ibérica las heladas de este tipo son las temidas «olas de frío», que se producen cuando hay una penetración brusca de aire del nordeste procedente de las mesetas siberianas.

El aire frío invade grandes regiones, ocupando las capas bajas de la atmósfera en un espesor que sobrepasa, a veces, los dos kilómetros. El ambiente es helador y los efectos sobre las plantas

suelen ser nefastos, pues los brotes y las flores quedan destruidos y, en ocasiones, hasta la misma planta resulta dañada o muerta. A las bajas temperaturas reinantes se une el efecto del viento frío, que roba calor a las plantas.

Las heladas de advección se producen generalmente durante el invierno, por lo que sus efectos no suelen ser graves para la vegetación, salvo que sean de una gran intensidad.

HELADAS DE EVAPORACION

Cuando se evapora un líquido se produce una absorción de calor que el líquido toma de sí mismo y de los cuerpos que le rodean. Las heladas de evaporación se producen cuando el agua que recubre las plantas se evapora con mucha rapidez, lo que origina que la temperatura de éstas descienda notablemente.

En tiempo frío se pueden producir heladas de este tipo después de una precipitación originada por el paso de un frente frío. Al descender la humedad relativa del aire se evapora con mucha rapidez la película de agua que recubre las plantas y la temperatura de éstas desciende notablemente. La intensidad de la helada, cuando llega a producirse, depende de la temperatura del aire y de la cantidad de agua que se evapora. Si existen corrientes de aire aumenta la posibilidad de evaporación y, por tanto, el riesgo de que se produzca la helada.

Las heladas de evaporación son frecuentes en las mañanas primaverales después de la salida del sol, cuando éste empieza a calentar con intensidad y se produce la evaporación rápida del rocío acumulado sobre los vegetales.

HELADAS DE IRRADIACION

Durante el día la superficie de la tierra se calienta por la acción de los rayos solares y durante la noche ese calor recibido se pierde por irradiación hacia el exterior. Como consecuencia de esa pérdida de calor se enfrían la superficie terrestre y las capas de aire que están próximas al suelo.

Cuando el enfriamiento es muy fuerte, el vapor de agua contenido en el aire se condensa y se forman gotas de rocío; si

el enfriamiento es muy intenso (por debajo de cero grados centígrados), el vapor de agua pasa directamente al estado de hielo y se forma la escarcha.

Las heladas que se producen como consecuencia de la irradiación terrestre reciben el nombre de heladas de irradiación. Se producen durante el otoño, invierno y primavera. Sus efectos se dejan sentir, sobre todo, en los cultivos tardíos y tempranos.

INTENSIDAD DE LAS HELADAS DE IRRADIACION

Los elementos meteorológicos que influyen más notablemente sobre la intensidad de las heladas de irradiación son:

- La nubosidad.
- El viento.
- El grado de humedad.

La nubosidad. La irradiación terrestre es muy intensa cuando el cielo está despejado. Cuando el cielo está nublado, una parte del calor que irradia la tierra se refleja en las nubes y vuelve a la superficie terrestre, calentándola de nuevo. Por tanto, con cielo cubierto no hay riesgo de este tipo de heladas.

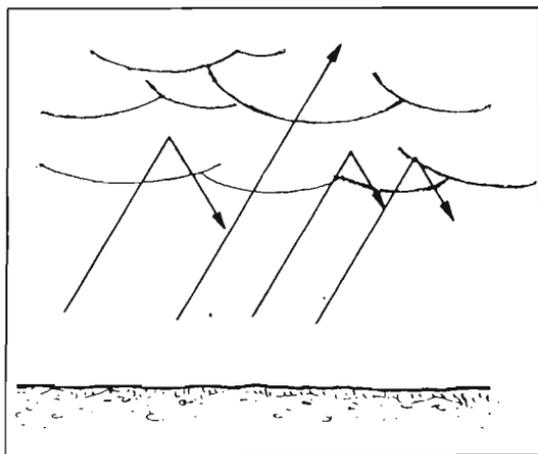


Fig. 1.—Cuando el cielo está nublado, una parte del calor irradiado por la tierra se refleja en las nubes y vuelve a la superficie terrestre, calentándola de nuevo.

El viento. La irradiación del calor de la tierra ocasiona un enfriamiento de las capas atmosféricas que están en contacto con el suelo. Este enfriamiento es muy intenso hasta una altura

que suele variar de 10 a 100 metros. Por encima de esa altura el aire está más caliente y, al tener menor densidad, no se mezcla con el aire frío situado a nivel inferior. Cuando sopla un viento moderado se mezclan ambas capas de aire y con ello aumenta la temperatura del aire que rodea a las plantas, disminuyendo el riesgo de helada.

El grado de humedad. Cuando la humedad del aire es muy elevada se producen condensaciones del vapor de agua. Este proceso implica un desprendimiento del calor de ese vapor de agua, con lo cual aumenta la temperatura del ambiente. Por eso, cuando la humedad relativa del aire es elevada, la irradiación del calor terrestre durante la noche provoca nieblas, pero no heladas. Además, la niebla forma, como las nubes, una pantalla protectora que evita una pérdida excesiva del calor terrestre, con lo cual disminuye el riesgo de helada.

Las nieblas y las heladas de irradiación se producen en análogas situaciones: anticiclón con aire frío y denso, cielo despejado y viento en calma. En las mesetas y zonas altas, donde el aire es seco, se producen heladas; en los valles de los ríos donde abunda la humedad se producen nieblas.

En resumen, la ausencia de nubosidad, el aire seco y transparente y la ausencia de viento son los factores meteorológicos que favorecen las heladas de irradiación.

Además de los elementos meteorológicos citados existen otros factores, ajenos a los meteoros, que también influyen en la intensidad de las heladas de irradiación: estos factores son, entre otros, la topografía del terreno y la constitución del suelo.

La topografía del terreno. El aire frío es más denso que el aire caliente y, por tanto, se sitúa junto al suelo. Cuando el terreno está en pendiente, el aire frío discurre hacia las partes más bajas, de modo semejante a como lo haría una corriente de agua. De esta forma, el aire frío discurre por las laderas y se acumula en las hondonadas y en el fondo de los valles, por lo que en dichas zonas aumenta el riesgo de heladas.

La constitución del suelo. Los suelos sueltos y pedregosos se enfrían con más rapidez que los suelos compactos, debido a que aquéllos conducen mejor el calor y tienen una mayor exposición

a la intemperie. Por esta causa, en igualdad de otras circunstancias, las heladas son más frecuentes en los suelos sueltos que en los suelos compactos.

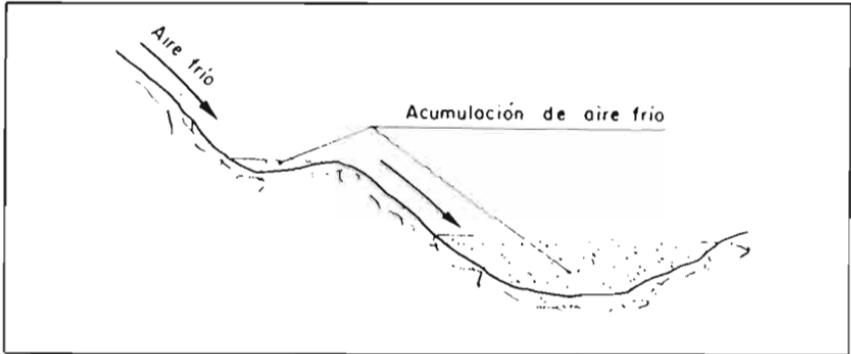


Fig. 2.—El aire frío discurre por las laderas y se acumula en las hondonadas.

PROTECCION CONTRA LAS HELADAS

La protección contra las heladas de irradiación tiene por finalidad evitar o reducir sus efectos. Existen dos formas de protección:

Protección pasiva o lucha indirecta. El agricultor acepta el clima tal como es, pero toma las precauciones naturales necesarias para que la adversidad atmosférica influya de la forma más leve posible.

Protección activa o lucha directa. Consiste en poner en práctica los procedimientos pertinentes para evitar que la temperatura del aire en el entorno de las plantas baje por debajo de la temperatura crítica, que es aquella a partir de la cual se producen daños en los distintos órganos vegetales.

Las heladas de irradiación ocurridas en primavera y otoño son las que causan más daños a los cultivos, sobre todo a los tempranos y tardíos, respectivamente. Por este motivo y porque los métodos de defensa activa son más asequibles para reducir o eliminar los efectos de este tipo de heladas, cuando hablemos de métodos concretos de defensa activa contra las heladas nos referiremos a las heladas de irradiación, aunque algunos de los

procedimientos se puedan emplear también contra los otros tipos de heladas.

En las heladas de advección no se puede utilizar ningún sistema de defensa activa (salvo la instalación de invernaderos con calefacción), debido a que toda la región queda sumergida en una masa de aire polar de bastante espesor; además, estas heladas suelen ir acompañadas de viento frío, que roba calor a las plantas, dificultando aún más cualquier sistema de defensa activa. Únicamente cabe luchar contra ellas mediante sistemas de protección pasiva.

Las heladas de evaporación se producen, por lo general, en circunstancias determinadas, a la salida del sol o después del paso de un frente frío, y tienen una duración muy escasa. Los sistemas más eficaces de lucha contra estas heladas, aparte de la protección pasiva, son el trasiego de aire con ventiladores y la producción de humos y nieblas. Si la helada ya se ha producido, ambos sistemas se pueden utilizar para disminuir sus efectos, haciendo que el deshielo sea lento.

PROTECCION PASIVA

Las principales precauciones a tener en cuenta en la práctica de la protección pasiva son las siguientes:

Elección de especies y variedades

No existen especies ni variedades de plantas cultivadas que sean verdaderamente resistentes a las heladas, pero la sensibilidad hacia este fenómeno es muy distinta de unas a otras. En el caso de los árboles frutales, cuando exista riesgo de heladas tardías se elegirán aquellas especies y variedades más resistentes y de floración más tardía. El manzano soporta las heladas mejor que otros frutales; en orden creciente le siguen el cerezo, el peral, el melocotonero, el ciruelo y el albaricoquero. Dentro de una misma especie hay variedades más resistentes que otras; por ejemplo, las variedades de manzano «Belleza de Roma» y «Golden Delicious» presentan mayor resistencia que la variedad

«Starking». Las variedades de pera «Blanquilla» y «Pera de Roma» son menos resistentes que las variedades «Limonera» y «Williams».

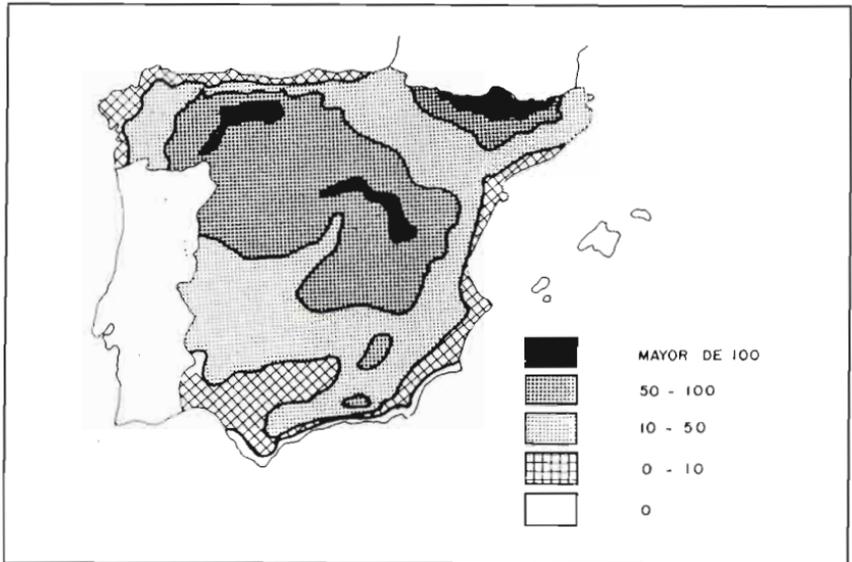


Fig. 3.—Número de días de helada por año.

Emplazamiento

Ya hemos indicado anteriormente que el aire frío, más denso que el aire caliente, discurre por las laderas y se acumula en las hondonadas y zonas bajas, de una forma semejante a como lo haría una masa de agua. Por tanto, las heladas se dan con mayor frecuencia en las vaguadas y las zonas bajas de los valles que en aquellos otros terrenos elevados o que tienen una forma bombeada.

El aire frío, al discurrir por la pendiente del terreno hacia las zonas bajas, se queda estancado frente a cualquier obstáculo que se oponga a su libre circulación. Por consiguiente, en terrenos en pendiente existe mayor riesgo de helada junto a la parte superior de esos obstáculos (muros, setos, bosques, etc.).

Por otra parte, los suelos sueltos y pedregosos se enfrían con

más rapidez que los suelos compactos, por lo que las plantas cultivadas sobre aquéllos estarán más expuestas a los daños de las heladas.

Técnicas adecuadas de cultivo

El mayor o menor enfriamiento de un suelo durante la noche depende de la cantidad de calor que es capaz de acumular durante el día y de la facilidad con que este calor se pierde durante la noche. El enfriamiento será tanto más acusado cuanto menor sea la cantidad de calor acumulado durante el día y cuanto más fácilmente se pierda durante la noche.

A este respecto conviene hacer las siguientes consideraciones:

- El suelo cubierto con vegetación acumula menor cantidad de calor que cuando está sin vegetación.
- El suelo seco se enfría con mayor rapidez que el suelo húmedo.
- El suelo labrado se enfría con mayor rapidez que el suelo apelmazado.

Por consiguiente, en el caso concreto del cultivo de frutales el riesgo de helada será mayor cuando el suelo tiene cubierta vegetal, está seco o ha sido arado recientemente.

La paja o la hierba seca acumuladas sobre el terreno suministran un buen aislamiento, que disminuye la pérdida de calor del suelo.

Un abonado equilibrado y suficiente aumenta la resistencia de los cultivos a las heladas.

La resistencia disminuye cuando la planta se encuentra debilitada a consecuencia de enfermedades o plagas que haya sufrido en la temporada anterior.

En algunos árboles frutales se puede conseguir una prolongación del reposo invernal mediante tratamientos con productos adecuados, con lo cual se retrasa la floración y disminuye el riesgo de daños causados por heladas.

En lugares donde existe riesgo de heladas se aconseja retrasar la poda de los frutales, con lo cual se consigue un retraso de la floración.

PROTECCION ACTIVA

En la protección activa se utilizan distintos procedimientos para crear, en el entorno de las plantas, un clima que las mantenga fuera de peligro. Todos estos procedimientos se basan en dos criterios:

Suministro de calor ajeno al entorno.—Se utilizan como fuentes de calor el agua (riego por agua rodada y riego por aspersión) y ciertos combustibles (sólidos, líquidos y gaseosos).

Aprovechamiento del calor natural del entorno.—Trasiego de aire mediante ventiladores, recubrimiento del suelo y de la planta para reducir las pérdidas de calor (acolchados, túneles, invernaderos), calentamiento de agua mediante la energía solar (colchones y mangas de agua), formación de humos y nieblas artificiales que dificulten la irradiación terrestre.

En la protección activa se pretende evitar que los órganos vegetales lleguen a la temperatura crítica. Ahora bien, durante las heladas de irradiación la temperatura del aire que marca un termómetro situado en una garita meteorológica suele ser más elevada que la de los vegetales. Para que la defensa sea segura y eficaz hay que medir, de la forma más exacta posible, la temperatura de los vegetales, y ello se consigue con termómetros adecuados colocados en el campo de forma idónea.

Tanto el termómetro de ambiente como el de mínima deben ser de precisión, de modo que permitan leer décimas de grado.

En la protección de la viña y de los árboles frutales los termómetros se colocan en posición horizontal, a 40 centímetros del suelo, con el depósito separado del soporte y alejado de troncos de árboles, paredes u otros obstáculos y de los depósitos de agua. En la protección de cultivos bajos se colocan a unos cinco centímetros del suelo. Se ha comprobado experimentalmente que, en estas condiciones, las temperaturas que miden los termómetros por la noche se asemejan mucho a la temperatura de las plantas cercanas.

Cuando el aire contiene suficiente humedad, una parte del vapor de agua se condensa antes de que la temperatura descien-

da por debajo de cero grados centígrados. El calor desprendido en esas condensaciones retrasa el proceso de enfriamiento de los vegetales. Por consiguiente, interesa conocer la humedad relativa del aire, lo cual se consigue mediante el psicrómetro. El «detector de heladas» es un psicrómetro provisto de un gráfico que indica las probabilidades de helada.

Cualquier sistema de protección activa ha de ponerse en marcha antes de alcanzar la temperatura crítica del cultivo que se desea proteger. Existen diversos sistemas de alarma que avisan o ponen en funcionamiento el sistema de protección cuando llega el momento preciso.

Protección mediante riego por agua rodada

Cuando el agua se enfría desprende una cantidad apreciable de calor, que pasa al ambiente y lo calienta. Cuando el agua empieza a helarse, el desprendimiento de calor es muy notable.

Basándose en estos principios, en algunos casos se puede conseguir una protección eficaz contra la helada aportando grandes cantidades de agua mediante riego con agua rodada. Hay que tener en cuenta las pérdidas por drenaje que, naturalmente, no aportan calor.

La cantidad de calor suministrado por una determinada cantidad de agua depende de su temperatura y de la cantidad de hielo formado. En términos generales, una aportación (sin pérdidas) de 20 a 40 litros por hora y metro cuadrado proporcionan bastante protección en cultivos muy bajos (de 10 a 20 centímetros de altura) y con temperatura ambiente no inferior a tres grados bajo cero.

El terreno en cultivo se empieza a inundar cuando los termómetros de precisión marquen una temperatura de un grado y se comprueba que continúan descendiendo.

En caso de que el agua tarde más de media hora en inundar el campo se empieza con una temperatura un poco más alta. En los cultivos resistentes a la asfixia de las raíces se puede dejar el terreno inundado durante varios días.

Este sistema de protección sirve únicamente para plantas de porte muy bajo que se cultivan en suelos poco arenosos y con terreno muy nivelado. Tiene, además, el inconveniente de que se necesita una gran cantidad de agua.

Protección mediante riego por aspersión

Este método de protección se basa en que el agua al congelarse desprende una notable cantidad de calor y que su temperatura se mantiene a cero grados mientras queda agua por congelar. Por tanto, el sistema de riego instalado ha de mantener constantemente sobre las plantas una cierta cantidad de agua en estado de congelación.

Cantidad de agua

La práctica demuestra que se necesitan entre 15 y 50 metros cúbicos por hora y hectárea, que corresponden a una pluviometría comprendida entre 1,5 y 5 milímetros por hora. Entre estos límites tan amplios, la elección de la pluviometría más conveniente depende de las condiciones ambientales reinantes, que influyen en la mayor o menor intensidad de enfriamiento del medio ambiente en donde se desarrollan las plantas. A este respecto hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Cuanto más rápida sea la bajada de temperatura tanto mayor será la cantidad de calor que haya de aportarse para que las plantas se mantengan por encima del nivel crítico. Por tanto, la pluviometría será tanto más elevada cuanto más rápida sea la bajada de la temperatura.
- El agua que se evapora roba al ambiente una gran cantidad de calor. Cuando el ambiente es muy seco, una parte del agua suministrada por el riego se evapora, lo que provoca una disminución de la temperatura ambiental. Esta pérdida se compensa con una aportación suplementaria de calor, que se consigue aumentando la pluviometría.
- Las heladas de irradiación se producen en ausencia de

vientos o cuando éstos son muy débiles. Cuando haya viento débil se precisará una mayor cantidad de agua, con el fin de compensar las pérdidas por la evaporación provocada por el viento.

En términos generales, los aumentos de temperatura conseguidos a la altura de los cultivos con relación a la temperatura ambiental, en función de la pluviometría y de la velocidad del viento, son los siguientes:

Pluviometría (milímetros por hora)	Velocidad del viento (metros por segundo)	Aumento de la temperatura (grados centígrados)
1 - 2	0 0,5 1 - 2,5	4 - 5 2 - 3 1 - 2
2 - 3	0 0,5 1 - 2,5	5 - 6 3 - 4 1 - 2
3 - 6	0 0,5 1 - 2,5	6 4 - 5 2 - 4

Distribución del agua

El calor que se aprovecha mejor es el suministrado por el agua que permanece y se congela sobre la propia planta. Lo ideal sería que los órganos vegetales tuvieran siempre una película de agua en estado de congelación, pues mientras exista agua en ese estado, la temperatura no baja de cero grados centígrados. Para conseguirlo se requiere una gran uniformidad en la distribución del agua. Cuando las gotas son demasiado pequeñas se hielan en el aire y cuando son demasiado grandes escurren por la planta hacia el suelo, en donde seguramente quedará una parte importante de agua sin helar.

Cuando la frecuencia de giro de la aspersión es baja, la temperatura del hielo formado sobre los órganos vegetales des-

ciende periódicamente, creando oscilaciones de temperatura que pueden resultar peligrosas. Cuando la frecuencia es excesiva, el agua sobrante no se congela sobre el vegetal y se aprovecha peor el calor desprendido. Por otro lado, el exceso de agua sobrante puede originar problemas de encharcamiento. La frecuencia de giro de un minuto es la más aconsejable en la mayoría de los casos.

La instalación de riego

La instalación de riego por aspersión debe ser de cobertura total, puesto que se ha de regar simultáneamente toda la superficie que se pretende proteger.

El caudal de los aspersores se calculará para una pluviometría máxima de unos cinco milímetros por hora, que corresponde a las situaciones más desfavorables. Deben proporcionar un reparto uniforme, con gotas muy finas. No parece conveniente que la separación de los aspersores supere los 25 metros, puesto que en este caso el reparto del agua es menos uniforme, sobre todo si sopla algo de viento.

El riego por aspersión se pondrá en marcha cuando la temperatura sea superior en dos grados centígrados a la temperatura crítica.

Cuando el riego se interrumpe, el hielo formado sobre las plantas continúa enfriándose por debajo de cero grados, debido a que cesa el aporte de calor proporcionado por el agua líquida que se congela. Por consiguiente, una vez que se ha puesto en marcha el equipo hay que evitar a toda costa que el riego se interrumpa mientras dure la helada o que las interrupciones no sean superiores a dos minutos.

El riego debe permanecer en marcha hasta que la temperatura alcance un grado centígrado.

En el supuesto de que se utilice agua de algún depósito hay que tomar las medidas oportunas para que no se interrumpa el riego por falta de agua, pues esto causaría más daño que no utilizar sistema alguno de defensa. En cualquier caso, habrá que contar con una reserva de agua para tres noches consecutivas.

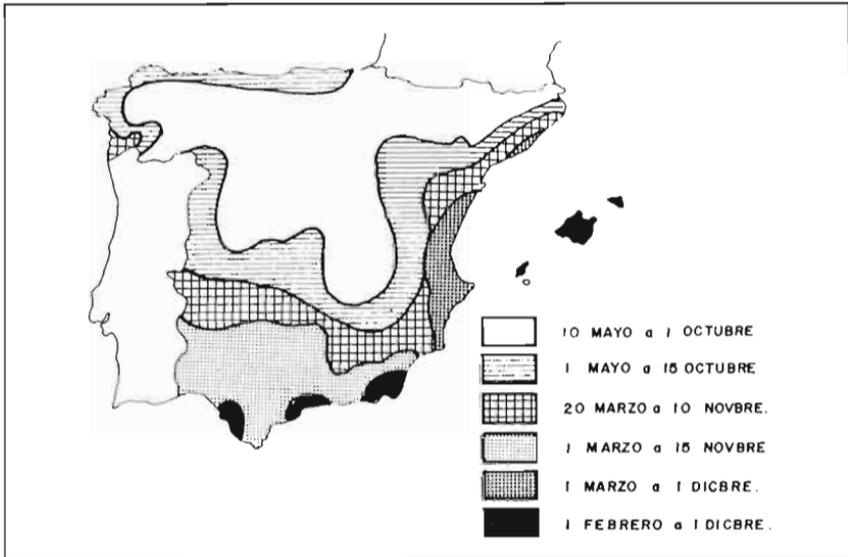


Fig. 4.—Periodo libre de heladas.

Ventajas e inconvenientes del sistema de riego por aspersión

El riego por aspersión es el sistema más eficaz, más seguro, más cómodo y, a la larga, más económico de los utilizados para la defensa contra las heladas. Proporciona una protección eficaz hasta con temperaturas de ocho grados bajo cero. Está indicado especialmente para grandes plantaciones de árboles frutales con terreno sin nivelar. Se deberá aplicar en terrenos de fácil drenaje, pues si las heladas se repiten durante varios días consecutivos se pueden producir encharcamientos.

Protección mediante combustiones

Al enfriarse la superficie terrestre se enfrían también las capas de aire que están en contacto con ella, siendo este enfriamiento bastante intenso hasta una altura que varía de cinco a 15 metros. Por encima de esta altura el aire se mantiene más caliente y suele actuar como una especie de pantalla o tapadera que impide a este aire más caliente mezclarse con el aire frío situado a nivel más bajo.

La protección por medio de combustiones se fundamenta en calentar, mediante diferentes sistemas, el aire frío de las capas más bajas. El caldeamiento del aire alrededor de los focos caloríficos da lugar a un movimiento ascendente del aire calentado, que continúa la ascensión hasta que llega a una capa de aire que tenga la misma temperatura. Al mismo tiempo, otra masa de aire frío se desplaza y viene a ocupar el hueco que dejó el aire caliente al elevarse, calentándose a su vez. De este modo, el aire frío de las capas bajas se calienta de una manera análoga a como se calienta el aire de una habitación donde se han puesto uno o varios focos caloríficos.

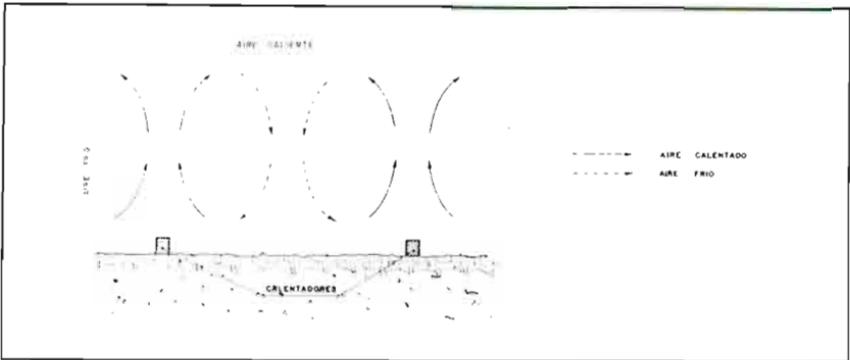


Fig. 5.—Cuando existe inversión térmica, el aire frío se sitúa junto al suelo, mientras que el aire caliente se mantiene encima del aire frío y forma una especie de pantalla o tapadera que impide mezclarse a ambas capas de aire. El caldeamiento del aire alrededor del calentador da lugar a un movimiento ascendente del aire calentado, que continúa su ascensión hasta que llega a una capa de aire que tiene su misma temperatura, mientras que el aire frío se desplaza junto a los quemadores. De esta forma el aire frío de las capas bajas se calienta de una forma análoga a como se calienta el aire de una habitación.

El número de focos caloríficos colocados condiciona la distribución del calor dentro de la zona que se desea proteger. Si se ponen pocos focos, el aire se calienta mucho alrededor de aquéllos y se eleva con demasiada rapidez hasta bastante altura, puesto que ha de subir hasta las capas atmosféricas que tienen su misma temperatura. En cambio, si esa misma potencia calorífica se distribuye en un mayor número de focos caloríficos el aire se calienta más uniformemente y, además, el volumen de aire a calentar será mucho menor, puesto que la corriente

ascendente, menos caliente, sube a menor altura, lo que se traduce en una mayor eficacia del sistema.

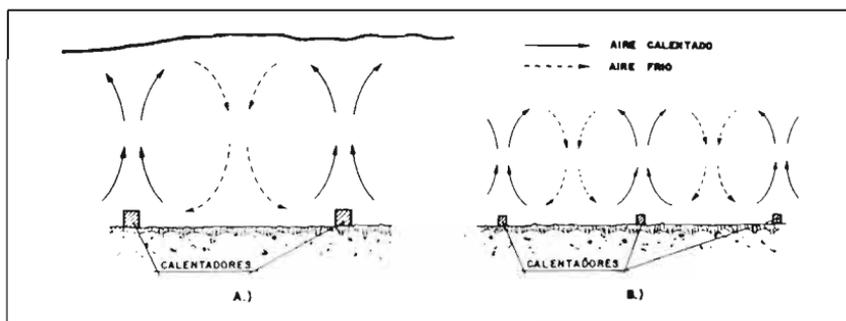


Fig. 6.—A) Colocación de pocos calentadores a gran temperatura. El aire se calienta mucho alrededor del calentador y se eleva a mucha altura. B) Colocación de mayor número de calentadores a menor temperatura. El aire se calienta menos que en el caso anterior y sube a menor altura, por lo que el volumen de aire a calentar será mucho menor y habrá un mejor aprovechamiento del combustible gastado.

Los focos caloríficos se han de distribuir uniformemente, aunque conviene reforzar la línea por donde entran los vientos dominantes y espaciarlos un poco más en el centro de la parcela.

La cantidad de combustible que se necesita depende de la intensidad de la helada, del poder calorífico del combustible y del rendimiento del aparato en que tiene lugar la combustión. En cualquier caso, el inconveniente más grave de este sistema de protección es el elevado precio de los combustibles, salvo en el caso de utilizar como combustible subproductos de la explotación.

Se utilizan diferentes sistemas de calentamiento, según el combustible quemado y el tipo de calentador empleado en la combustión.

Calentadores de combustible a presión

Estos calentadores queman combustible líquido (gasóleo) presionado o gas (propano) licuado a presión. Con este sistema de calentadores se obtiene un elevado rendimiento del combustible y se puede regular la combustión con mucha facilidad, lo que permite mantener de continuo una temperatura de uno a dos grados por encima de la crítica.

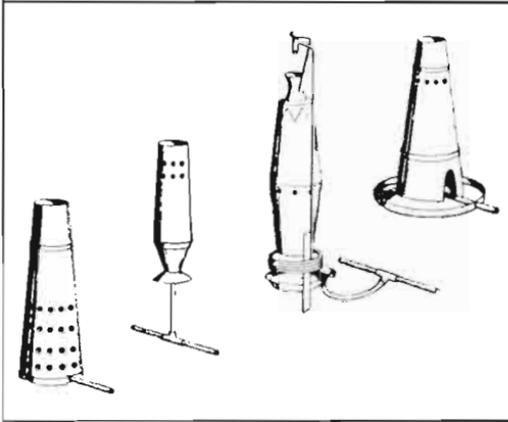


Fig. 7.—Modelos de calentadores de alimentación continua.

El sistema se pone en marcha cuando la temperatura es un grado más elevada que la temperatura crítica correspondiente al estado vegetativo del cultivo. La parada se hace cuando las temperaturas exteriores a la parcela sean uno o dos grados superiores a la crítica.

Calentadores de combustible líquido sin presión

Existen diferentes tipos de estufas, con chimenea y sin chimenea, en donde la combustión se gradúa mediante la apertura de una tapadera. Las estufas con chimenea tienen un rendimiento más elevado que las desprovistas de chimenea, ya que en aquéllas la combustión es más completa.

El número de estufas varía, según modelos, de 100 a 200 por hectárea.

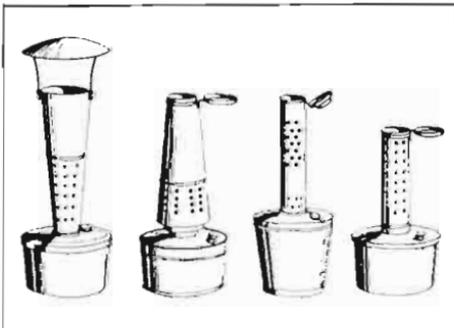


Fig. 8.—Algunos modelos de calentadores con chimenea.

Las estufas se encienden cuando la temperatura sobrepasa la crítica en uno o dos grados y se apagan cuando la temperatura de las parcelas sin protección es de dos a tres grados por encima de la crítica.

Empleo de combustibles sin recipientes de combustión

Los combustibles más utilizados son candelas de combustible sólido, bolsas con serrín impregnado de combustible líquido y balas de paja.

Las candelas de combustible sólido, de las cuales existen varios modelos en el mercado, proporcionan una buena protección. Aunque tienen un coste elevado, resulta el sistema más económico cuando la protección sólo se utiliza durante dos o tres noches, con una duración total de diez a doce horas por temporada. Por cada hectárea protegida se suelen colocar de 400 a 500 candelas, que se encienden cuando la temperatura está un grado por encima de la crítica y se apagan cuando la temperatura en una parcela no protegida sea unos dos grados más elevada que la crítica.

El serrín impregnado de combustible líquido barato (aceite de motores usado, fuel-oil con un 10 por 100 de gasóleo) se envasa en bolsas de plástico de dos a cuatro kilos de capacidad. En cada hectárea se colocan de 300 a 400 bolsas, cuya combustión dura, aproximadamente, tantas horas como kilos tiene la bolsa. Se encienden cuando la temperatura sobrepasa en uno o dos grados la temperatura crítica del cultivo y se prevé de tal forma la distribución de las bolsas que su combustión dure hasta la salida del sol. Para una protección de veinticinco horas hay que contar con un acopio de serrín impregnado de 10.000 kilos por hectárea.

Las balas de paja que se utilizan en la protección contra las heladas deberán tener un peso de seis a ocho kilos y una compresión media. De este modo se quemarán en un plazo de tiempo de una o dos horas. Las balas ordinarias, cuyo peso es de 15 a 20 kilos, son menos adecuadas porque, al disponer de menos focos caloríficos a mayor temperatura, hay un reparto

menos uniforme del calor. En cuanto a la compresión, si están poco comprimidas se queman con mucha rapidez, y si están muy comprimidas arden muy lentamente o se apagan.

El encendido se realiza acercando una llama a la gasolina que previamente se ha vertido sobre la paja. Se comienza el encendido cuando la temperatura esté dos grados centígrados por encima de la temperatura crítica, manteniendo esta diferencia de temperatura hasta la salida del sol.

En términos generales, para defender una hectárea durante una hora se necesitan de 1.000 a 2.000 kilos de paja. Debido a la gran cantidad de combustible que se precisa, este sistema se puede utilizar únicamente en el caso de que la defensa se necesite sólo unas cuantas horas al año.

Una variante del sistema consiste en impregnar las balas de paja con aceite usado o con fuel-oil, a razón de la mitad de peso de combustible líquido con respecto a la paja; de esta forma, las necesidades de paja se reducen a la tercera o cuarta parte.

Trasiego de aire mediante ventiladores

Al enfriarse la superficie terrestre se enfría también el aire que está en contacto con ella. En ausencia de viento, este aire frío, más denso, se queda junto al suelo cuando el terreno es horizontal o discurre lentamente hacia las zonas más bajas cuando el terreno es inclinado. Ocurre entonces que las capas más bajas de aire, hasta una cierta altura, están más frías que las capas situadas encima; esta altura puede variar entre 10 y 100 metros, siendo menor cuando el terreno es horizontal.

El fundamento del sistema de defensa se basa en trasegar aire caliente desde las capas más altas hacia las más bajas. El trasiego de aire mediante ventiladores colocados sobre torretas es un método de protección que se ha extendido por algunos países, especialmente después del aumento del precio de los combustibles. Los terrenos llanos, extensos y alejados de montañas o elevaciones del terreno son los más idóneos para la práctica de este sistema. En los terrenos con desnivel o en pendiente, o bien encajonados entre montículos o encima de

ellos habrá que elegir otro sistema de defensa. Aun en los casos más favorables, el aumento de temperatura que se consigue es tan sólo de dos o tres grados centígrados.

El número de ventiladores a instalar depende de la potencia de los aparatos y del diámetro de las aspas. Se necesita una potencia de 15 a 25 CV por hectárea, y los ventiladores utilizados suelen tener una potencia de 25 a 150 CV, con un diámetro de aspas de cuatro a seis metros. Las torretas sobre las que van instalados los ventiladores suelen tener una altura de 8 a 12 metros.

Los ventiladores se ponen en marcha cuando el termómetro marca de 1 a 1,5 grados centígrados, sin tener en cuenta la temperatura crítica de la planta, pues el gasto de funcionamiento es muy pequeño y con este sistema resulta difícil corregir una situación peligrosa cuando la temperatura se acerca al punto crítico. Por la misma razón no es aconsejable parar los ventiladores hasta después de la salida del sol. En el caso de que el cultivo se hiele, los ventiladores se mantienen en marcha hasta, por lo menos, dos horas después de la salida del sol, con lo cual se produce un deshielo lento y los daños son mínimos.

El trasiego de aire mediante helicópteros tiene el mismo efecto que el producido con ventiladores. Se utiliza en algunas comarcas de Murcia y de Almería para proteger grandes explotaciones de tomates.

Defensa mediante acolchados, túneles e invernaderos

El acolchado consiste en colocar sobre el suelo de cultivo una lámina de polietileno, con el fin de mantener la temperatura del suelo y limitar la evaporación del agua. El polietileno transparente favorece el calentamiento del suelo durante el día y dificulta su enfriamiento durante la noche.

El túnel consta esencialmente de una cobertura de lámina de plástico (polietileno, policloruro de vinilo) sostenida con una armadura metálica o de madera de poca altura.

El invernadero es una instalación cubierta, de gran capacidad, formada esencialmente por una armadura y una cobertura

de material transparente que deja pasar la luz del sol y dificulta la pérdida del calor terrestre. En la cobertura se utilizan diversos materiales: vidrio, materiales plásticos en forma de lámina rígida y materiales plásticos en forma de lámina flexible.

Dentro del invernadero se logra un clima favorable que permite aumentar los rendimientos y obtener cosechas fuera de las épocas normales. En los invernaderos que van provistos de algún sistema de calefacción convencional no son de temer las heladas, pero en aquellos otros desprovistos de calefacción, si en alguna época hubiera peligro de helada, se puede eliminar o disminuir el riesgo mediante algún procedimiento de aprovechamiento directo de la energía solar (colectores solares, acolchados, colchones o mangas de agua, etcétera).

Recubrimiento de las plantas

Recubriendo las plantas con ciertos materiales se consigue atenuar la pérdida de calor. Para este fin se emplean cubiertas de papel, de cartón o de plástico. En ningún caso el material de cubrición debe tocar las plantas, ya que podría producir helada por contacto, en cuyo caso el daño podría ser mayor que sin protección.

Recubriendo las plantas con paja se obtiene una buena protección, debido al aislamiento térmico que suministran los espacios llenos de aire que se forman.

El sistema de recubrir las plantas sólo se puede llevar a cabo, desde los puntos de vista práctico y económico, en determinados cultivos hortícolas.

Defensa mediante colchones o mangas de agua

Este sistema se funda en aprovechar la luz solar para calentar agua, que puede almacenar durante el día una gran cantidad de calor para cederlo durante la noche. El agua se mete dentro de unas bolsas de polietileno transparente o de color negro en forma de colchones o mangas. Los colchones y mangas, cuyo grosor de lámina es de 0,15 a 0,25 milímetros, se colocan sobre

surcos, distribuidos uniformemente por la parcela que se desea proteger.

El mayor inconveniente de este sistema es que para conseguir una defensa eficaz se necesita una gran cantidad de agua (de 80 a 100 litros por metro cuadrado de superficie a proteger). Puede resultar muy conveniente para proteger pequeñas superficies o un número limitado de plantas, sobre todo si éstas son de porte bajo. Está indicado de un modo especial en invernaderos y túneles. El agua empleada se puede utilizar para el riego una vez finalizada la defensa.

Formación de humos y nieblas artificiales

La superficie de la tierra se calienta con la luz del sol y una vez que se ha calentado irradia su calor en forma de rayos de calor. Estos rayos de calor pueden ser absorbidos o reflejados por el vapor de agua atmosférico, las gotitas de agua de las nubes y nieblas y otras partículas (humo, polvo, etc.) que se mantienen en suspensión en la atmósfera.

Estos fenómenos se han tomado como base para producir humos y nieblas artificiales como sistema de protección contra las heladas. Para producir humo se pueden emplear los subproductos de la explotación (hojas, sarmientos, paja húmeda, etc.) y otros productos comerciales. Sobre las diminutas partículas de humo se condensa una parte del vapor de agua atmosférico, resultando un conjunto muy denso de humo y gotitas de agua, que reflejan y absorben los rayos calóricos de una forma parecida a como ocurre en las nubes y nieblas naturales.

Con este sistema se logra tan sólo una diferencia de temperatura de uno o dos grados con relación a las parcelas no protegidas, por cuyo motivo no se puede utilizar más que en caso de heladas ligeras.

Con la producción de humos y nieblas artificiales se pretende únicamente frenar la bajada de la temperatura, pero no un aumento de la misma. Por tanto, los humos y nieblas deben producirse antes de que el descenso de la temperatura sea muy acusado, y siempre antes de llegar a cero grados centígrados.

La topografía del terreno juega un papel importante, ya que los humos y nieblas deben cubrir, de forma continua, toda la superficie que se pretende proteger. Esto se logra en terrenos llanos, pero no es fácil conseguirlo cuando el terreno tiene una pendiente acusada, ya que los humos tienden a situarse en las hondonadas. En cualquier caso habría que prever los problemas que ocasionaría en la circulación rodada cuando los cultivos estén próximos a una vía de gran circulación. También habría que tener en cuenta el peligro de contaminación atmosférica en la zona afectada.

En los invernaderos sin calefacción resulta muy efectivo el humo producido al quemar paja húmeda. El humo se sitúa en la parte superior del invernadero, y juntamente con las gotas de agua que se condensan en la cobertura forman una pantalla muy eficiente para evitar la pérdida de calor.

Los efectos del hielo en los vegetales son menos nocivos cuando el deshielo se produce de una forma lenta. Cuando sale el sol, después de una noche de helada, la temperatura sube con rapidez y los efectos son desastrosos. En consecuencia, los perjuicios de una helada que ya se ha producido pueden reducirse o incluso anularse, cubriendo el terreno con una cortina de humo a fin de impedir que el sol alcance a las plantas hasta que la temperatura de éstas se haya elevado lentamente.

Foto portada: Agencia de Extensión Agraria. ATECA (Zaragoza)



MINISTERIO DE AGRICULTURA,
PESCA Y ALIMENTACION

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION
Y CAPACITACION AGRARIAS

Servicio de Extensión Agraria
Corazón de María, 8 - 28002-Madrid

Se autoriza la reproducción **íntegra** de esta publicación mencionando su origen: «Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación».