

LAS HELADAS Y SU IMPORTANCIA EN LA AGRICULTURA

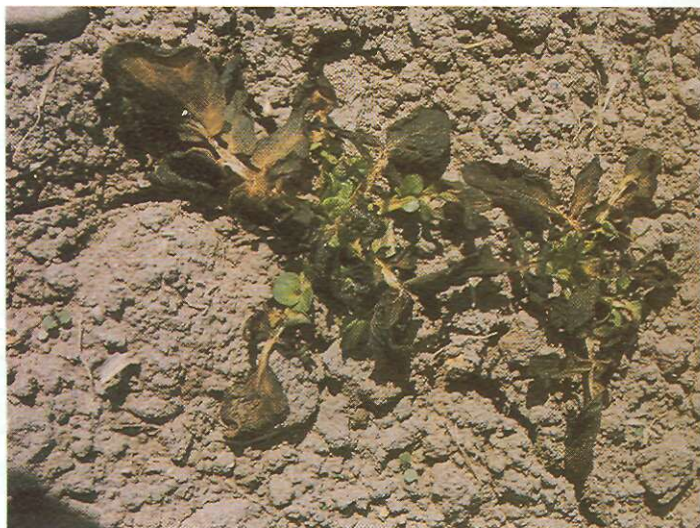
Primera Parte. Pérdida de calor, clasificación y factores que influyen en la intensidad de las heladas.

Sergio Villaseca C.
Rafael Novoa S-A.
Jorge Carrasco J.

El objetivo de este trabajo es describir y analizar cómo el agricultor puede evitar, o por lo menos aminorar, el efecto dañino de las heladas. Por ser un tema muy extenso se presenta en dos partes. En la primera se describen y analizan las bases mínimas que hay que conocer para comprender y aplicar en forma efectiva los métodos y técnicas de lucha contra las heladas, que se explicarán en la segunda parte.

Los aspectos que a continuación se detallan son los mecanismos de transmisión del calor (pérdida de calor), los diferentes criterios de clasificación de las heladas, y los factores que influyen sobre la intensidad de una helada.

Helada, según la Real Academia Española, significa "congelación de los líquidos producida por la frialdad del tiempo; blanca escarcha; caer heladas; helar. Helar, hablando de árboles, arbustos, plantas o frutas, secarse a causa de la congelación de su savia y jugos producida por el frío."



Planta de papas afectada por una helada negra.

Las heladas constituyen una de las adversidades agrometeorológicas más comunes en la zona central de Chile. Su efecto sobre las plantas son conocidos por toda persona involucrada en la producción de primores, frutales o cultivos de verano, especialmente subtropicales.

A pesar de su reconocida importancia, no es fácil cuantificar sus efectos ya que los vegetales poseen diferente sensibilidad a las bajas temperaturas según la especie considerada y la etapa de desarrollo (estado fenológico) en que se encuentre. En general, el daño de las células se produce cuando hay formación y crecimiento de cristales de hielo en el protoplasma. El punto en el cual se congela el protoplasma (punto eutéctico) es de $-0,5^{\circ}\text{C}$ y aunque algunas plantas presentan daños de heladas a temperaturas mayores, estos no deberían ser serios.

CÓMO SE PRODUCE EL ENFRIAMIENTO O PÉRDIDA DE CALOR

El enfriamiento se produce a través del proceso de **transmisión del calor**, por lo que es muy importante comprender este proceso para poder aplicar bien los métodos de controles de heladas. El calor se transmite por: conducción, convección, radiación y por cambio de estado.

Por conducción: cuando se calienta una barra de fierro por un extremo, al cabo de algunos instantes, si la barra no es demasiado larga, el extremo opuesto también se calienta. Ello indica que se ha producido una transmisión del calor a través de la barra, es decir el proceso denominado conducción. La habilidad de conducir el calor de los distintos materiales está dada por su densidad, calor específico y conductibilidad térmica. La conducción se observa en el suelo, en las piedras, en la madera, en las plantas, etc.

De acuerdo a la teoría cinética (movimiento) del calor, un aumento de la temperatura incrementa el movimiento de los átomos o moléculas. Este incremento se transmite desde el átomo estimulado a los adyacentes, en una onda que se inicia en el punto donde el calor es mayor.

Por convección: es la transferencia de calor desde una parte a otra en un fluido (agua, aire). En el caso de un recipiente con agua que es calentado por la parte inferior se produce un ascenso del agua del fondo (que está más caliente) y baja el agua fría de la parte superior. Este fenómeno se debe, a un cambio en la densidad del fluido la que disminuye cuando aumenta la temperatura.

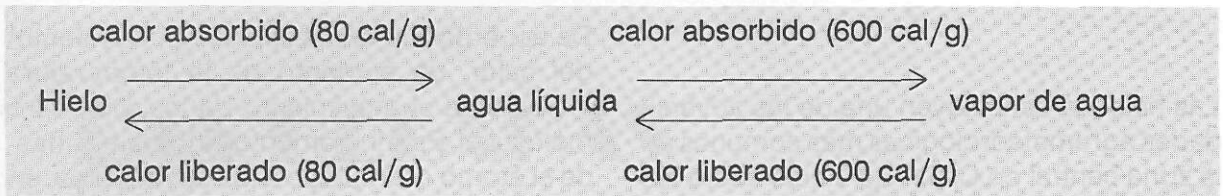
El fenómeno de la convección es importante en el caso de las heladas, pues explica por qué el aire frío, que es más denso que el aire cálido, se acumula en las partes más bajas del terreno si no hay viento que lo impida.

En general, los movimientos de convección del aire son mínimos o nulos en el momento en que ocurre una helada, lo que impide las mezclas del aire frío con el cálido, y produce temperaturas muy bajas a ras del suelo.

Por radiación: es el proceso de transmisión o pérdida de calor (enfriamiento) sin necesidad de un medio material, sólo se puede sentir al acercar las manos a un objeto caliente. El sol, la atmósfera, el suelo, las piedras, las plantas, etc. irradian calor.

Para el caso de las heladas, la pérdida de calor por radiación es la más importante, especialmente la que se produce durante la noche desde la superficie del suelo.

Por cambio de estado: cuando un material pasa de estado sólido a líquido, y luego a estado gaseoso, requiere absorber energía. Si en el material se produce el proceso inverso, de gaseoso a líquido y de este último a sólido, se libera la energía absorbida.



O sea, un gramo de hielo debe absorber 80 calorías para transformarse en agua líquida y ésta, a su vez, 600 calorías para formar vapor de agua. A la inversa, al condensarse un gramo de vapor de agua se liberan 600 calorías, y al solidificarse un gramo de agua líquida se liberan 80 calorías.

Este fenómeno es de gran importancia, pues constituye la base del uso de algunos sistemas de protección contra las heladas.

CLASIFICACIÓN DE LAS HELADAS

Existen diferentes criterios de clasificación. De acuerdo a su origen, algunos autores las clasifican en heladas de advección, de radiación y mixtas. Otros las clasifican según los efectos visuales que causan, designándolas como heladas blancas y heladas negras. Por último también pueden ser clasificadas de acuerdo a la fecha de ocurrencia: otoñales, invernales, primaverales o estivales. En Chile, las heladas que más daño ocasionan son las primaverales y otoñales.

Heladas de advección

Son provocadas por desplazamientos de masas de aire frío que invaden zonas más calientes. Por ejemplo cuando el centro del país es invadido por masas de aire polar.

Se distinguen por la presencia de vientos con velocidades iguales o superiores a 15 km/hr y el gradiente de temperatura* (relación de la temperatura con la altura), es negativo y sin inversión térmica**. Además, las áreas afectadas son extensas. La nubosidad no influye sobre la temperatura, ya que ésta experimenta variaciones con la marcha horaria y el comportamiento del viento.

Afortunadamente, este tipo de heladas sólo se produce en invierno, durante el período de reposo de la vegetación. Su incidencia es escasa en la zona central de nuestro país.

Heladas de radiación

Son las más importantes. Se caracterizan por una gran pérdida de calor del suelo durante la noche, favorecida por el escaso o nulo viento y por un cielo sin nubosidad. Provoca un fuerte enfriamiento del suelo y de las capas de aire en contacto con él. La pérdida de calor es mayor cuando las noches son más largas y el contenido de humedad del aire es menor.

La temperatura es más baja en la superficie terrestre y aumenta con la altura (inversión térmica). Esta situación se produce cuando las pérdidas de calor que sufre la superficie del suelo y los vegetales son superiores a los aportes que éstos reciben del aire o capas profundas del suelo (Figura 1). Por ejemplo, durante el día, la cubierta vegetal recibe radiación del sol, y también de la atmósfera. Los vegetales y el suelo, almacenan parte de esta energía elevando su temperatura. De acuerdo a esta temperatura, a su vez emiten radiación hacia la atmósfera. Durante la noche no hay aporte de radiación solar, pudiendo resultar que el balance entre lo aportado por la atmósfera y lo emitido por el suelo y la cubierta vegetal sea negativo. Si el balance es grande y prolongado, las temperaturas del suelo, de las plantas y del aire que los rodea disminuirán tanto que llegarán a 0°C, produciéndose una helada.

*Gradiente de temperatura: es la diferencia de grados que hay entre una altura y otra, tanto sobre como bajo el suelo.
 **Inversión térmica: lo normal es que la temperatura disminuya a mayor altura, en la inversión térmica ocurre todo lo contrario, o sea a menor altura menor temperatura.

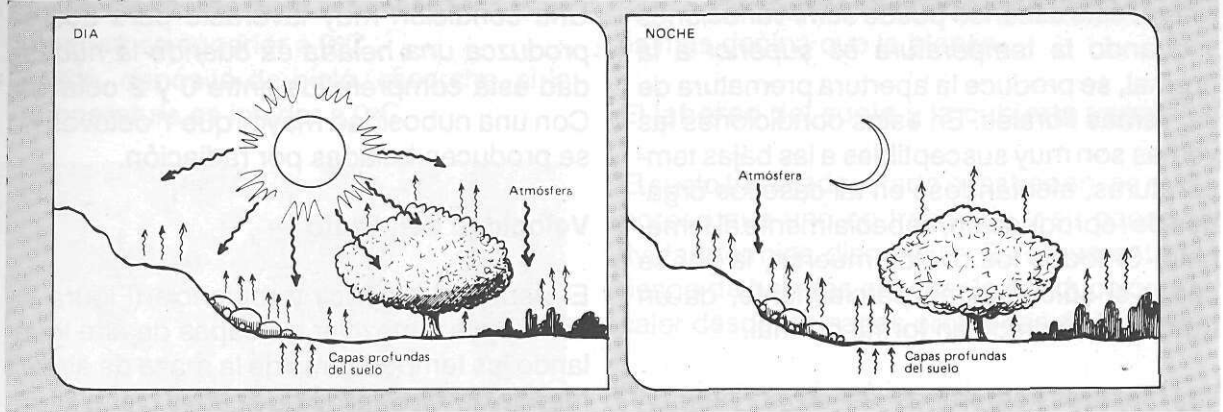


Figura 1. Transmisión de calor por radiación o pérdida de calor.

Los mayores daños de las heladas por radiación, se registran en las partes bajas del relieve del suelo.

La pérdida nocturna de calor de una hectárea es de alrededor de 1.000 kwat, es decir, equivalente a la combustión de 300 kg de petróleo por hora.

Heladas mixtas

Se denominan de este modo porque se combina el ingreso de masas de aire frío y simultáneamente hay un enfriamiento por pérdida de calor del suelo. El efecto en las plantas es más grave que el producido por cada una en forma separada.

Heladas blancas y negras

Estas heladas son las que más daño causan a los cultivos. La helada blanca es cuando la temperatura desciende por debajo de 0°C y se forma hielo sobre la superficie de las plantas y objetos expuestos libremente a la radiación nocturna. En la helada negra el descenso por debajo de 0°C no va acompañado de formación de hielo. Su designación responde a la visualización de la coloración que adquieren al día siguiente algunos órganos vegetales debido a la destrucción causada por el frío.

El contenido de humedad del aire determina el tipo de helada. La blanca se produce con

masas de aire húmedo, en cambio cuando la masa de aire es seca, se producen heladas negras.

Primaverales y otoñales

Es de temer que se produzca una helada primaveral cuando se presenta las siguientes condiciones:

- una noche clara, sin nubes
- una humedad atmosférica baja
- poco o nada de viento.

En estas condiciones las pérdidas de calor o enfriamiento de la superficie del suelo son las mayores, es decir la radiación es máxima.

En la primavera y otoño, las plantas tienen una gran sensibilidad a los descensos bruscos de temperaturas (heladas). En primavera, las plantas anuales se encuentran con brotes tiernos o recién emergidos o con pocos días de vida activa. En estas condiciones son muy sensibles al frío y las heladas extemporáneas que se producen en esta época, son las que más daños causan.

También en primavera, las plantas perennes, frutales, se encuentran en flor ya que las primeras yemas en activarse generalmente son las florales.

El pasaje del invierno a la primavera se caracteriza por un ascenso paulatino de la tempe-

ratura; este ascenso puede sufrir variaciones y cuando la temperatura es superior a la normal, se produce la apertura prematura de las yemas florales. En estas condiciones las yemas son muy susceptibles a las bajas temperaturas, afectándose en tal caso los órganos de reproducción, especialmente el femenino. Si todos los óvulos mueren, la flor se cae y si sólo mueren parcialmente, da un fruto que no crece en forma normal.

Las heladas tempranas de otoño pueden causar inconvenientes en las plantas que en ese momento se encuentran en floración o con frutos.

FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA INTENSIDAD DE UNA HELADA

Nubosidad

Las nubes actúan como una barrera que evita las pérdidas de energía. En consecuencia reducen las diferencias entre ganancias y pérdidas de energía moderando las variaciones térmicas.

Las nubes absorben el calor que proviene del suelo, se calientan y remiten el calor hacia el suelo (Figura 2). La nubosidad se expresa en octavos de cielo cubierto. Por ejemplo, un cielo totalmente despejado es cero octavos y uno totalmente cubierto es ocho octavos.

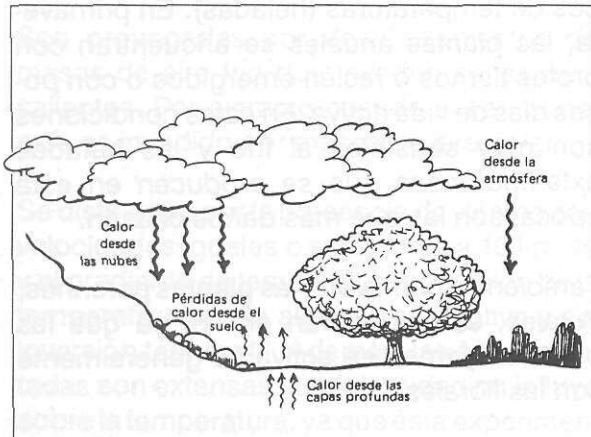


Figura 2. Efecto de la nubosidad sobre la pérdida de calor

Una condición muy favorable para que se produzca una helada es cuando la nubosidad está comprendida entre 0 y 2 octavos. Con una nubosidad mayor que 7 octavos no se producen heladas por radiación.

Velocidad del viento

El viento, al producir turbulencia (Figura 3), contribuye a mezclar las capas de aire igualando las temperaturas de la masa de aire; la mezcla del aire cálido que está a cierta altura con el aire frío a nivel del suelo produce un calentamiento del aire frío, disminuyendo el riesgo de helada. Además, evita la acumulación de aire muy frío en los lugares más bajos. Por ello, se considera como condiciones muy favorables para que se produzca una helada, que la velocidad del viento sea de 0 a 2 m/seg (0 a 7,2 km/hr). Si la velocidad es superior a 5 m/seg (18 km/hr) no se producen heladas por radiación.

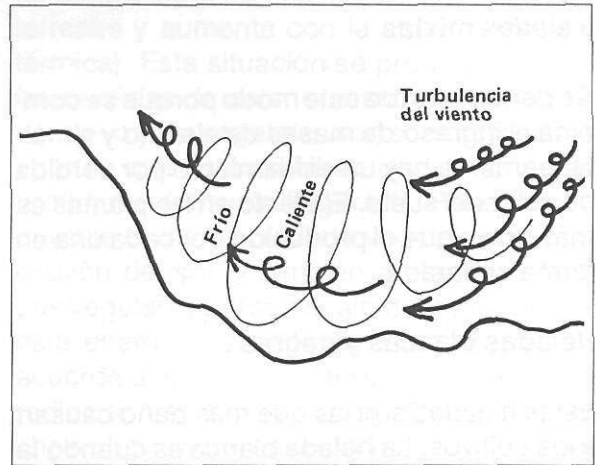
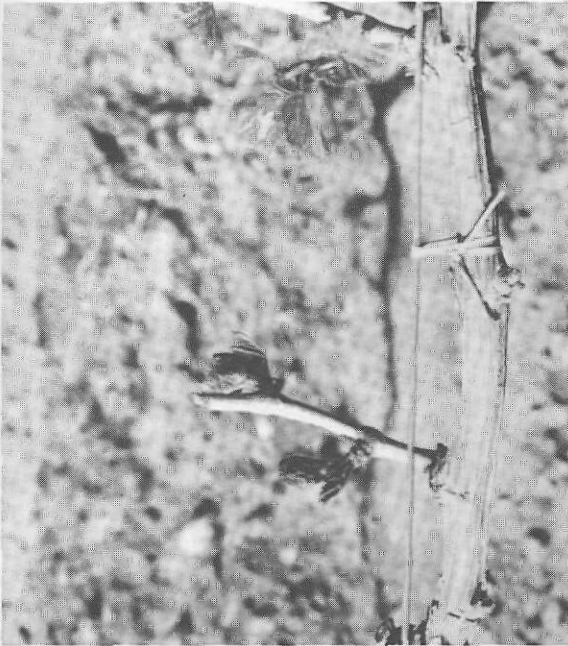


Figura 3. Turbulencia causada por el viento que mezcla el aire caliente con el aire frío que está a menor altura.

Humedad del aire

Cuando la temperatura disminuye en la noche y hay humedad, el aire puede saturarse. Si el enfriamiento continúa el agua contenida en el aire precipita como:

- líquido, caso del rocío o neblina si la temperatura es superior a 0°C.
- sólido, depósito de hielo, escarcha, si la temperatura es inferior a 0°C.



Brotos de vid variedad Perlette perjudicado por una helada de primavera.

La aparición del rocío o hielo frena o disminuye el enfriamiento del aire debido a la liberación de calor del vapor agua al condensarse (600 cal/g) o congelarse (80 cal/g). Esta energía es menor si el aire contiene menor humedad y el riesgo de helada es mayor.

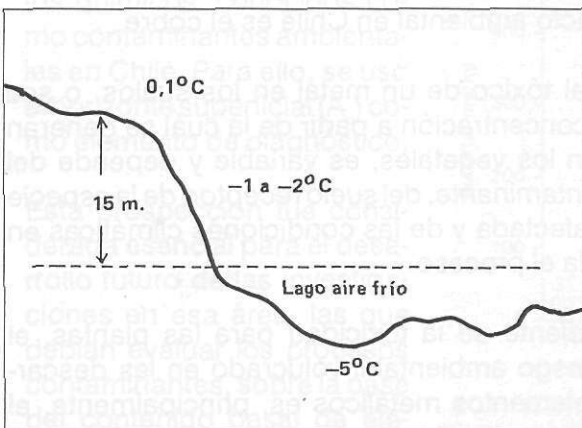


Figura 4. Gradiente de temperatura, es decir a mayor altura, mayor temperatura o viceversa.

Esto explica en parte por qué la helada negra es más dañina que la blanca.

El laboreo del suelo y la cubierta vegetal

El suelo trabajado, arado o rastreado, es más poroso que uno no trabajado y su conductividad térmica disminuye. Esto aumenta el riesgo de heladas al frenar la conducción de calor desde las capas profundas de la tierra.

Si el suelo está cubierto de una vegetación uniforme que juega un rol de aislante, se observa una disminución sensible de la temperatura.

En general, las temperaturas observadas en superficie en contacto con aire son:

- suelo desnudo sin trabajar: 0°C
- suelo trabajado, poroso: -1°C
- suelo enmalezado: -2°C
- suelo con paja: -3°C

La paja, las malezas o el trabajo en el suelo, actúan como aislantes evitando el aporte de calor de las capas profundas del suelo. La superficie del suelo se enfría más porque no recibe este calor.

Los suelos de color oscuro, secos, con exposición sur, de texturas livianas y con mala conductividad térmica, favorecen la producción de heladas.

La inclinación y exposición del terreno

La helada será más intensa en el fondo de un valle debido a que el aire frío, a causa de su mayor densidad, se desliza a lo largo de las pendientes y se acumula en los lugares más bajos. Toda barrera que evite el escurrimiento del aire frío evitan las heladas (Figura 4).

En nuestro próximo número se proporcionarán detalles, sobre el pronóstico y advertencia del fenómeno y los métodos activos de lucha contra las heladas. ●