

CAPÍTULO 1

DEFINICIONES

Patricio Luchabeche Vera

Meteorólogo.

Dirección Meteorológica de Chile

1.1 Introducción

Las heladas meteorológicas tiene gran impacto en muchas actividades, como son la agricultura, la ganadería, el sector energético, como también sobre la salud de la población. La helada meteorológica, es aquella donde la temperaturas del aire es de 0°C o inferior, medida por un instrumento a un metro y medio de altura, nivel de cobertizo meteorológico o del sensor de temperatura en una estación meteorológica automática. En este capítulo se revisan las definiciones y clasificaciones relacionadas a las heladas como eventos meteorológicos y que potencialmente pueden dañar las plantas cultivadas.

HELADAS

Temperatura
Mínima ($^{\circ}\text{C}$)

Los registros y pronósticos de la temperatura del aire se refieren al valor medido en la estación meteorológica, ubicado a 1.5 m de altura de la superficie.



	Helada Superficial	Helada Meteorológica
Altura 1.5 m	1°C	0°C

Superficie 0°C -2°C

Figura 1. Cobertizo de medición de temperatura en una estación meteorológica convencional.

Dentro de las clasificaciones habituales se acostumbra a señalar que también existen las heladas agronómicas, las que con temperaturas mínimas cercanas o menores a 2°C (medida a 1.5 metros) y que ocasionan daños en algunos cultivos específicos a nivel de superficie del suelo y que son sensibles al frío.

También existe la helada superficial registrada a nivel de superficie del suelo, es decir, a 10 cm y que pueden registrarse aún con temperaturas de cobertizo que son habitualmente superiores a cero grados Celsius (1 a 2°C).

Las heladas, cualquiera sea su tipo, son un elemento meteorológico que puede provocar graves daños en la agricultura, entendiéndose ésta en su más amplio espectro. Sus efectos adversos dependen tanto de la intensidad y duración, como del estado de desarrollo de los cultivos, llegando a producir cuantiosas pérdidas en la producción agrícola. El conocimiento oportuno de la intensidad de las heladas que ocurren en una región, el número de veces que se presentan al año, su intensidad y duración, así como los períodos normales de ocurrencia, interesan al público en general, pero muy especialmente al agricultor en especial y a los encargados de planificar la actividad agrícola regional.

1.2 Definición de helada

Varias son las definiciones que puede indicar la literatura, pero la siguiente engloba las ideas recurrentes en ellas. Se considera helada meteorológica cuando la temperatura del aire a 1,50 m. del suelo desciende a un valor igual o inferior al punto de congelamiento del agua, es decir, a 0 °C, independiente de su duración o intensidad.

Desde el punto de vista agrometeorológico podría definirse una helada como la temperatura a la cual los tejidos de la planta comienzan a sufrir daño. A medida que la temperatura desciende y la helada se prolonga, los daños en los vegetales aumentan.

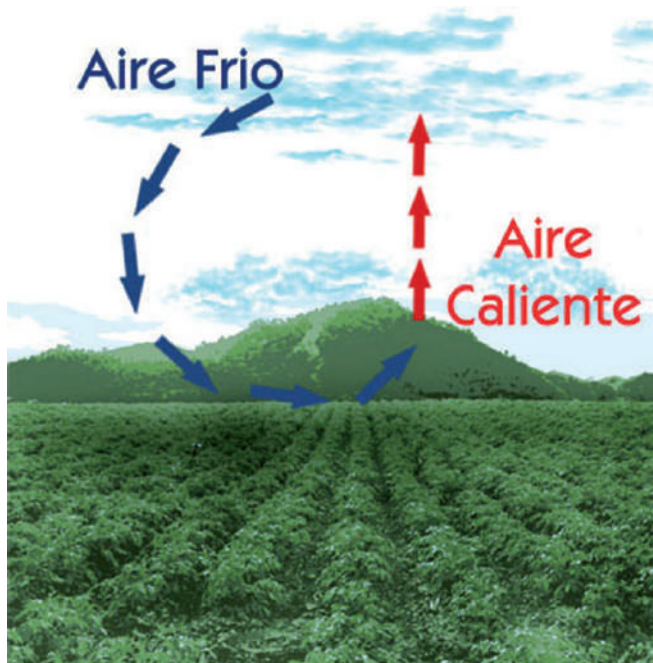
Generalmente la helada ocurre en la madrugada o cuando está saliendo el Sol. Sin embargo, en invierno es muy frecuente que la duración de ellas sea de varias horas. Sin embargo, es necesario señalar que para fines más específicos del agro, puede indicarse la existencia de la **helada agronómica**, la cual se define como aquella en que el descenso de la temperatura del aire a niveles críticos para los cultivos ocurre sin llegar necesariamente a 0 °C. No obstante, se considera la temperatura igual o menos a 0 °C como la señal para la toma de decisiones en las medidas de manejo utilizadas para minimizar el posible daño de heladas. Independiente de la clasificación, es factible definir

una helada como toda condición energética del medio ambiente que alcanza valores suficientemente bajos, que provocan alteraciones en el metabolismo vegetal, resultando daños fisiológicos en las plantas (Ometto. 1981).

En la práctica, el daño debido a las heladas es el efecto conjunto de la baja temperatura y de la extensión en el tiempo en que persiste dicha temperatura.

Para cada uno de estos fenómenos el grado de daño a los cultivos depende de la intensidad de las bajas temperaturas, pues no es lo mismo alcanzar una temperatura mínima de -1°C o de -4°C . También influye el tiempo de duración de la temperatura inferior a 0°C . Cuando la helada se prolonga por varias horas, produce un efecto dañino más intenso que si sólo durara una hora o menos. La magnitud de la helada puede experimentar diversos grados de intensidad, dependiendo de las condiciones topográficas del lugar, del tipo de cultivo, del grado de humedad y laboreo del suelo.

Los efectos dañinos de las heladas son mayores en sectores bajos, debido a la mayor densidad del aire frío que tiende a desplazarse y rellenar esos espacios. Por lo tanto, cultivos ubicados en esas condiciones, están mayormente propensos a recibir daños. Si no fuera posible contar con otros terrenos, el agricultor debiera, en lo posible, considerar las variedades más precoces en las zonas más altas y las más tardías en las más bajas.



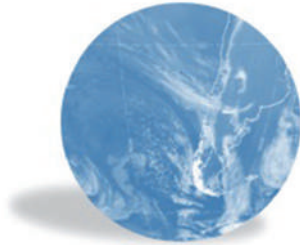
1.3 Clasificación de las heladas

La literatura cita varias clasificaciones de las heladas (Castillo, E. 2001, Da Mota, F. 1987). Estas se pueden agrupar desde los puntos de vista de su génesis u origen sinóptico, la época de ocurrencia o el aspecto visual. Algunas de las categorías se relacionan entre sí; por ejemplo, una helada puede ocurrir en toda época del año. La severidad de las heladas varía considerablemente con las condiciones generales de la atmósfera y depende de las condiciones locales, tales como topografía y vegetación, entre otras. Las clasificaciones más comunes son:

De acuerdo al origen sinóptico

Heladas advectivas: Se producen debido al movimiento de una masa de aire frío sobre una región específica. En nuestro país, las heladas por advección se producen generalmente tras el paso de un sistema frontal. Luego de la lluvia y el paso del frente frío, ingresa una masa de aire frío con altas presiones, proveniente desde zonas subpolares o de altas latitudes con temperaturas cercanas al punto de congelación. Un ejemplo se presenta en la Figura 1.3. En ocasiones,

HELADA
ADVECTIVA



Ingreso de masa de aire de características polares, asociado a circulación anticiclónica (Alta Presión Fría). Dicha condición atmosférica acompañada la mayoría de las veces a un sistema frontal frío que ingresa al continente.

CARACTERISTICAS

- Ingreso de masa de aire frío
- Cielos despejados
- Viento intensidad variable
- Heladas en extensas zonas
- Persistencia de días

Figura 1.3. Características de las heladas advectivas.

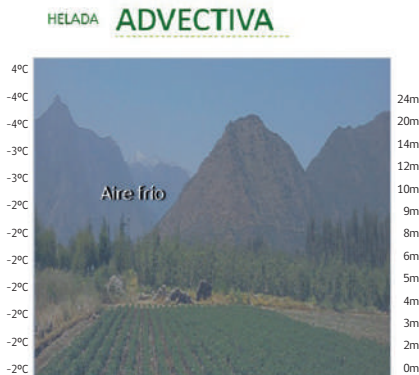


Figura 1.4. Conformación espacial de una helada advectiva.

las heladas advectivas se deben al establecimiento de un anticiclón, sin que haya pasado un frente por la zona. Estas heladas tienden a ser muy intensas, especialmente si se advecta aire desde zonas subpolares o altas latitudes.

Se produce principalmente en épocas de otoño, invierno y primavera de cada año. El origen de esta helada, ocurre por el desplazamiento de una masa de aire frío, de origen polar o subpolar, con temperaturas cercanas al punto de congelación. Suelen afectar a amplias zonas del territorio, tanto en superficie como en altura. Por su cobertura territorial, duración e intensidad son las más dañinas. Es la denominada "helada negra", llamada así por el color que presentan las plantas quemadas por las heladas (Ledesma, 2000). Por sus características los métodos de control contra este tipo de helada suelen ser ineficaces (Castillo, 2001). La extensión de la masa fría es desde la superficie hasta niveles medio de la atmósfera, lo que hace prácticamente imposible contrarrestar sus efectos adversos en los cultivos, pues la inestabilidad atmosférica existente impide la generación de una inversión térmica en los niveles inferiores, resultando imposible modificar artificialmente el comportamiento térmico (Figura 1.4).

Helada radiativa: Se producen durante noches despejadas, debido a la pérdida de radiación desde la superficie durante una noche despejada y atmosfera seca. La



Figura 1.5. Características de una helada radiativa.



Figura 1.6. Conformación espacial de una helada radiativa

radiación que el suelo ganó durante el día se emite al espacio, enfriando significativamente la superficie terrestre. Por otro lado, durante noches nubladas, la presencia de la cobertura nubosa y alta humedad, impide que la radiación se escape al espacio, redistribuyendo la mayor parte de ese calor en la atmósfera y evitando descensos abruptos de la temperatura en superficie.

En noches despejadas sin viento, la superficie del suelo comienza a enfriarse por pérdida radiativa nocturna y este enfriamiento, si es intenso, puede llegar a formar una capa en que el aire cercano a la superficie tiene temperaturas bajo 0°C (helada radiativa). Bajo condiciones anticiclónicas (altas presiones) se produce la inversión térmica, es decir, el aire cercano a la superficie se encuentra más frío que en su nivel superior, por la cual se presenta una capa donde la temperatura aumenta con la altura.

Durante el día la temperatura en la superficie se mantiene sobre el congelamiento; durante la noche, la pérdida de energía de la superficie por emisión de radiación de onda larga se acentúa, provocando una caída rápida de la temperatura del aire próximo a la superficie del suelo (Castillo, 2001). Estas heladas se producen preferentemente en invierno, principios de primavera y finales de otoño (Ledezma, 2000).

Este tipo de heladas es factible de combatir, por cuanto la sola existencia

de una inversión térmica por subsidencia, indica que a muy baja altura existe aire más cálido y por lo tanto, basta con iniciar un calentamiento desde la superficie, para que se inicie un proceso convectivo en los niveles inferiores de la atmósfera que, conjuntamente con aportar calor al medio ambiente, haga también rotar el aire cálido existente en los niveles inmediatamente superiores y evite que el enfriamiento superficial prosiga.

Heladas Mixtas: Son la combinación de los factores revisados anteriormente (advección más radiación), pudiendo ser las heladas mixtas las más intensas debido a la pérdida de calor durante la noche y a la masa de aire frío que se desplaza por una determinada región.

Más que un tipo de heladas propiamente tal, las denominadas heladas mixtas corresponden a una etapa de transición entre la invasión de aire muy frío e inestable y el restablecimiento de las altas presiones que conduce a la subsiguiente estabilidad de la masa en cuestión. De acuerdo a lo anterior, se puede aducir que la etapa inicial de una helada mixta se produce cuando en una determinada región, después de haber sido invadida por una masa de aire muy frío (generalmente polar), se despeja el cielo y permite un enfriamiento adicional (presencia de masa fría + pérdida de calor por radiación desde la superficie terrestre), comenzando recién a generarse una inversión térmica por subsidencia, que por aún muy débil, no permite que la helada sea combatida con efectividad.

Helada de evaporación: A veces la literatura cita este tipo de heladas y se produce al evaporarse el agua depositada sobre las plantas, con el consiguiente enfriamiento al ser absorbido del aire el calor latente necesario para la evaporación. Si después de una precipitación desciende la humedad relativa del aire, lo que es frecuente después del paso de un frente frío, el agua que recubre los vegetales se evapora rápidamente. La intensidad de estas heladas depende de la cantidad de agua que se evapora, de la temperatura del aire y de la humedad relativa (Castillo, 2001).

Según la época de ocurrencia.

De acuerdo con la estación del año en que se presentan, se identifican tres clases de heladas.

Heladas primaverales o tardías: Reciben dicha denominación por el hecho de que se registran una vez terminado el invierno, es decir, al principio o en plena primavera. Este tipo de helada afecta principalmente a los cultivos

de ciclo anual (como el maíz, papas y otros) y también a los frutales en su proceso reproductivo. En general, se caracterizan por su intensidad moderada, siendo raros los casos en que las intensidades alcanzan valores catastróficos. Sin embargo, dependiendo de la especie y de su estado fenológico, los daños pueden ser severos, dependiendo de la duración de la temperatura dañina. Por ejemplo, en la vid se puede tener muerte de brotes suculentos y racimos florales con temperaturas inferiores a $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$; si la temperatura letal es menor a $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un período corto, se tiene daño ligero (Winkler, 1965).

Heladas otoñales o tempranas: Son aquellas que se producen antes de que llegue el invierno. Son perjudiciales para varios cultivos porque pueden interrumpir bruscamente el proceso de cosechas, afectando en Chile principalmente a cultivos frutales o perennes y en menor medida a hortalizas propias de la estación.

Heladas invernales: Se producen cuando la temperatura ambiente disminuye notablemente. Estas heladas afectan a todo tipo de cultivos, incluyendo a especies frutales perennes (paltos, cítricos, etc), hortalizas específicas de invernaderos, flores de invierno, viveros forestales y cuando el frío es muy intenso, a la masa ganadera, en especial a los animales recién nacidos. Sin embargo, no afectan significativamente a frutales caducifolios (que pierden sus hojas en invierno), debido a que estas plantas se encuentran en periodo de receso, adaptación que les permite soportar las bajas temperaturas.

Según su aspecto visual.

La designación de estos tipos de heladas obedece a los efectos visuales producidos por el fenómeno. Atendiendo a la apariencia de los cultivos expuestos a las bajas temperaturas del aire, se tienen dos tipos de heladas: la blanca y la negra. El contenido de humedad en las masas de aire determina estos tipos de heladas (Da Mota, 1987).

Helada negra: Recibe esta denominación porque si bien la temperatura ha bajado a 0°C o menos, no se presenta escarcha. En estos casos la planta afectada adquiere un color negro al día siguiente de producirse la helada. El vegetal, o parte de él afectada por el frío, muere. Los factores que provocan heladas son los mismos que influyen en la formación del rocío: nubosidad, velocidad, del viento, exposición de los objetos, diferencia de densidad entre el aire caliente y frío, capacidad de emisión de radiaciones, conductividad del calor de los cuerpos. Además de las causas mencionadas, otras dos situaciones están relacionadas con la formación de heladas. Ellas son: sequedad del aire que contribuye a una

mayor irradiación de calor de las plantas y al proceso de evapotranspiración generando que se pierda más calor, tanto por la planta como por el suelo.

Ocurre cuando la atmósfera tiene baja concentración de vapor de agua y se produce una pérdida radiativa intensa, causando enfriamiento acentuado de la vegetación, llegando a la temperatura letal. En función a la baja humedad del aire, no hay formación de hielo. Este tipo de helada es la más severa, pues una baja humedad del aire permite la ocurrencia de temperaturas bastante menores.

Helada blanca o escarcha: Ocurre cuando un intenso enfriamiento nocturno produce condensación de vapor de agua y su congelamiento en la superficie de las plantas. Cuando se tiene más humedad en el aire, se produce una condensación con liberación de calor latente, hecho que ayuda a reducir la disminución de la temperatura. Por lo tanto, una helada blanca es menos severa que una negra.

No es otra cosa que el congelamiento del rocío. Este congelamiento se produce cuando la superficie de los cuerpos alcanza una temperatura inferior o igual a los 0° C. Cuando la cantidad de vapor del aire que se encuentra en contacto con los cuerpos es muy escasa, no se produce rocío sino que directamente se forma escarcha.

1.4 Factores que influyen sobre la intensidad de una helada

Nubosidad

Las nubes actúan como una barrera que evita las pérdidas de energía. Absorbe la radiación del suelo y vuelve a emitir. En consecuencia reduce las diferencias entre ganancias y pérdidas de energía moderando las variaciones térmicas.

Velocidad del viento

El viento contribuye a mezclar las capas de aire igualando las temperaturas de la masa del aire. Mezcla el aire cálido que está a cierta altura con el aire frío a nivel del suelo provocando un calentamiento del aire frío y de esta forma disminuye el riesgo de helada. Por ello, si no hay viento, hay mayor posibilidad de que se produzca una helada. Las hélices usadas para control de heladas tratan de imitar este efecto.

Humedad del aire

Cuando la temperatura disminuye en la noche, y el aire está húmedo puede

saturarse. Si el enfriamiento continúa, el agua contenida en el aire precipita la aparición del rocío o hielo frena el enfriamiento del aire por liberación de calor del agua al condensarse (600 cal/gr) en agua o al congelarse (80 cal/gr). Esta energía no es suministrada si el aire está seco y el riesgo de helada es mayor (helada negra). La emisividad del aire aumenta con la humedad atmosférica.

El laboreo del suelo y la cubierta vegetal

Un suelo trabajado es más poroso que uno no trabajado y su conductividad térmica disminuye. Una vegetación uniforme juega un rol de aislante y se observa una disminución sensible de la temperatura del suelo. La paja, las malezas o el trabajo en el suelo frenan el aporte de calor de las capas profundas del suelo.

El relieve o pendiente del terreno.

La inclinación del terreno es muy importante. La helada será más intensa en el fondo de un valle debido a la acumulación de aire frío (tiene una densidad mayor). Ejemplo: en la cima de una colina, la temperatura puede ser de sólo 1°C. A medida que se desciende, disminuye hasta -5°C en el fondo del valle, donde se acumula el aire frío. El aire frío se desliza a lo largo de las pendientes y se acumula en los lugares más bajos.

La altura sobre el suelo

En la noche la superficie del suelo se enfría primero, lo que a su vez hace disminuir la temperatura del aire en contacto con él. Así, durante la noche la temperatura aumenta con la altura.

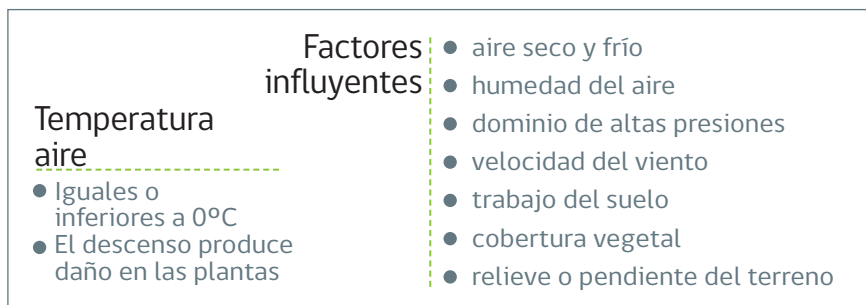


Figura 1.7. Factores influyentes en las heladas



Figura 1.8. Esquema del comportamiento del aire con la altura.

1.5 Referencias

- Castillo, E. 2001. Agrometeorología. 2da edición corregida. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 517 pp.
- Da Mota, F. 1987. Meteorología Agrícola. Universidad Federal de Pelotas, Sao Paulo, Nobel, 2º reimpresión, 376 p.
- Ledesma, M. 2000. Climatología y Meteorología Agrícola. Paraninfo, 451 p.
- Ometto, J.1981. Bioclimatología Vegetal. Editora Agronómica Ceres Ltda., Sao Paulo, 435 pp