

Las heladas y su impacto en la agricultura (parte 1)

Autores: Juan Pablo Martínez C., Jaime Otárola A. y Jorge Carrasco J., INIA Rayentué

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INFORMATIVO INIA RAYENTUÉ N° 89 – AÑO 2024



Figura 1. Trigo de invierno afectado por helada, Litueche año 2023.

¿Qué es una helada?

Desde el punto de vista meteorológico, la helada corresponde al descenso en la temperatura del aire, alcanzando valores iguales o menores a 0 °C, cualquiera sea su intensidad, ocurrencia y duración de ésta. Es medida por un sensor de temperatura a un metro y medio de altura, nivel de cobertizo meteorológico, en una estación meteorológica automática (Luchabelle, 2020).

Teniendo en cuenta el criterio agrometeorológico, y lo que significa daño a cultivos agrícolas, se considera que se produce una helada cuando la temperatura ha disminuido lo suficiente, al punto tal de producir daños en los órganos vegetales (Oñate, 2010).

Las heladas constituyen una de las adversidades agrometeorológicas más comunes en la zona central de Chile. Su efecto sobre las plantas es conocido por toda persona involucrada en la producción de cultivos primores, frutales o cultivos de verano, especialmente subtropicales (Villaseca *et al.*, 1992).

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 las temperaturas cercanas a 0 °C. Cuando la helada se prolonga por varias horas, produce un efecto dañino más intenso que si sólo durara 1 hora o menos (Martínez, *et al.* 2007).

En relación al daño que sufren las plantas por exposición a bajas temperaturas, existen dos tipos de daño. El primero ocurre aproximadamente entre 2 °C y 0 °C, condición que resulta en una variedad de alteraciones fisiológicas en la germinación, el desarrollo de flores y frutos, el rendimiento y la capacidad de almacenamiento de reservas. El segundo tipo de daño es el producido por congelación (Figura 1). Este tipo de lesión se produce cuando la temperatura exterior desciende por debajo del punto de congelación del agua, es decir bajo 0 °C.

Villaseca *et al.* (1992) y Oñate (2010) señalan que es difícil cuantificar el efecto de las heladas, ya que los vegetales poseen diferentes sensibilidades a las bajas temperaturas, según la especie considerada y la etapa de desarrollo (estado fenológico) en que se encuentre.

Algunas variedades de plantas susceptibles de sufrir daños por frío pueden morir con la primera helada. Las plantas pueden experimentar congelación intracelular y/o congelación extracelular. La congelación intracelular daña la estructura protoplasmática y los cristales de hielo matan la célula una vez que crecen lo suficiente como para ser detectados microscópicamente. En la congelación extracelular, el protoplasma de la planta se deshidrata, porque se crea un déficit de vapor de agua a medida que el agua celular se transfiere a los cristales de hielo que se forman en los espacios intercelulares. Para impedir este tipo de daño, debemos evitar exponer las plantas a este tipo de eventos.

Tipos de plantas afectadas por bajas temperaturas

Las plantas pueden agruparse en tres clases diferentes según su tolerancia a las bajas temperaturas (Stushnoff *et al.* 1984; Fennell, 2004).

El primer grupo incluye las plantas que son sensibles a los daños por frío y pueden morir por breves periodos de exposición a temperaturas justo por debajo del punto de congelación. No pueden tolerar el hielo en sus tejidos y muestran fácilmente síntomas de daños por heladas que incluyen un aspecto flácido, empapado de agua, con pérdida de turgencia, seguido de un rápido secado tras la exposición a mayores temperaturas. Los cultivos como frejoles, maíz, pimiento, arroz y tomates son ejemplos de plantas de esta categoría.

El segundo grupo son aquellas plantas que se aclimatan a bajas temperaturas, lo que les permite tolerar la presencia de hielo extracelular en sus tejidos. Su resistencia a las heladas va desde las plantas anuales de verano de hoja ancha, que mueren a temperaturas

ligeramente inferiores al punto de congelación, hasta las gramíneas perennes que pueden sobrevivir a la exposición a -4 °C.

El tercer grupo está formado por plantas muy resistentes al frío, que son predominantemente especies leñosas de zonas templadas. Al igual que las plantas del grupo anterior, sus límites inferiores de tolerancia al frío dependen de la fase de aclimatación, la velocidad y el grado de descenso de la temperatura, la capacidad genética de los tejidos para adaptarse a la congelación extracelular y al estado fenológico.

¿Cuáles son los tipos de heladas que pueden afectar a nuestros cultivos?

Las heladas se pueden clasificar de acuerdo con su origen, siendo de tres tipos: i) heladas de advección, ii) radiativas y iii) mixtas. También se pueden clasificar según si la helada forma hielo o no en la superficie del suelo o cultivo, denominándose helada blanca o negra, estado determinado por el contenido de humedad del ambiente donde se produce la helada (alto o bajo). Otra clasificación es por estación donde ocurre la helada (primavera u otoño).

Heladas de advección. Son aquellas provocadas por desplazamientos de masas de aire frío que invaden zonas más calientes. En general, las áreas afectadas son extensas y se producen normalmente en invierno, por efecto de un frente de aire frío proveniente del Polo Sur, que invade el continente y alcanza la zona central. El fenómeno se da en vastas extensiones, con temperaturas bajas durante todo el día y velocidades de viento superiores a 10 km/h. Respecto a la temperatura del aire, ésta es prácticamente la misma en superficie como en altura, y hace frío tanto en el día como en la noche (Martínez *et al.*, 2007).

Heladas de radiación. Son las más importantes en el valle central de nuestro país. 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. Se produce un fuerte enfriamiento del suelo y de las capas de aire en contacto con él. La Figura 2A muestra 11 heladas consecutivas entre el 1 y 17 de julio de 2024, llegando a temperaturas cercanas -4 °C. La duración e intensidad de la helada de los días 14 y 15 de julio de 2024 se detalla en la Figura 2B. La duración de la helada fue de 8 horas, aproximadamente y la intensidad de -3,3 °C para ese día. Esta pérdida de calor por parte de la superficie del suelo, produce un gradiente de temperatura disminuyendo las temperaturas en altura.

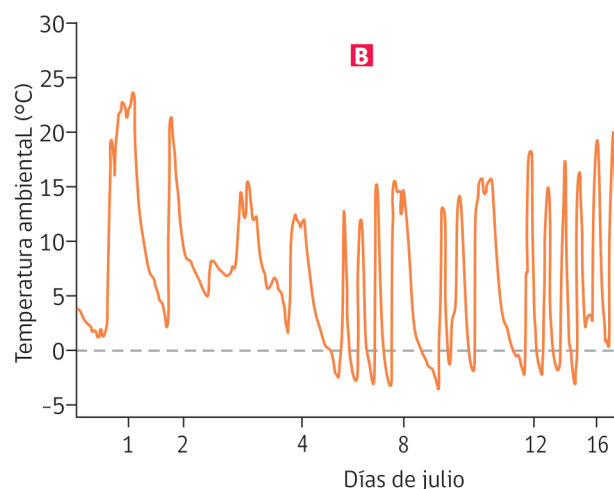
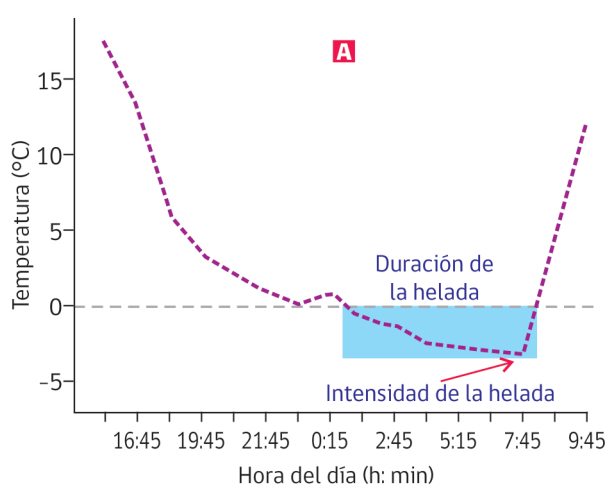


Figura 2. Evolución de temperatura (°C) entre el 1 y 17 de julio 2024 (A) y evolución de temperatura (°C) entre el 14 y 15 de julio 2024 (B) en Centro Regional de Investigación INIA Rayentué, Rengo, Chile.

Heladas mixtas. Son aquellas en que se combina el ingreso de masas de aire frío y el enfriamiento por pérdida de calor del suelo, de manera simultánea. El efecto sobre las plantas es más grave que el producido por cada una en forma separada.

Heladas blancas. Este tipo de helada se produce 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.

Helada negra. Esta helada negra se produce cuando el descenso de la temperatura es por debajo de 0 °C y no va acompañado de formación de hielo. Este tipo de helada es muy destructiva, generando un color oscuro sobre la cobertura vegetal por el daño, como si fuera una quemazón del tejido vegetal.

Heladas primaverales y otoñales. Son aquellas que se producen en primavera u otoño, momento donde las plantas tienen una gran sensibilidad a los descensos bruscos de temperatura. 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 a las heladas extemporáneas que se producen en esta época. Son las que más daños causan en frutales caducifolios de floración temprana. Por otra parte, las heladas tempranas de otoño pueden causar inconvenientes en los frutales persistentes, que en ese momento se encuentran en floración o con frutos.

Métodos de mitigación contra heladas

Los métodos de control de heladas pueden ser clasificados en sistemas de control pasivos y sistemas de

control activos. A continuación, se explicará en este informativo el primer método:

Sistemas de control pasivos de heladas

Son aquellas prácticas preventivas que se realizan antes de la ocurrencia de heladas. Van desde el análisis de la ubicación del predio, cultivo o especie, hasta los manejos del suelo. Generalmente son de menor costo que los métodos activos y, en varios casos, sus beneficios son suficientes como para eliminar la necesidad de usar equipos de protección activa.

Selección del sitio, especie y variedades. La selección del sitio ha tomado importancia por dos razones: a) Debido al interés por establecer plantaciones en nuevas zonas y b) Frente a las nuevas condiciones de variabilidad climática que se están presentando en la actualidad. En caso de nuevas plantaciones, la mejor prevención es la elección del sitio adecuado, ya sea seleccionando aquellos donde ocurran pocas heladas, analizando la topografía del lugar, según la cual puede ser recomendable nivelar los bajos, o bien, ubicar la plantación en la parte alta de los valles. El aire más frío es más denso que el aire más cálido, por lo cual se deposita en la zona baja de los valles y de los predios. También es posible que, sin haber diferencias topográficas, algún sector se afecte con mayor frecuencia por heladas, lo que se debería a suelos con distintas características de conducción y capacidad de almacenamiento de calor.

Es importante evitar el daño por frío, modificando las fechas de plantación, aunque esto suele ser difícil por su efecto en el desarrollo posterior de la planta. También es conveniente utilizar variedades con mayor tolerancia al frío, con un mayor vigor y precocidad en su madurez. Los frutales persistentes y los caducos de floración temprana, en general, son más susceptibles a heladas.

Lo mismo ocurre con hortalizas, ya que hay especies que no toleran heladas, según lo señalado por Martínez *et al.* (2007), tales como albahaca, ají, berenjena, camote, maíz, papa, pepino dulce, pimentón, poroto verde, poroto granado, sandía, tomate, zapallo y zapallito italiano. En estas especies, el daño por frío aumenta con el tiempo, y con una exposición prolongada, el daño se hace irreversible. Por lo tanto, es importante reducir al mínimo el tiempo de exposición a la temperatura de enfriamiento. Para mitigar esto, se recomienda el uso de mantos térmicos en caso de invernaderos o túneles para hortalizas. La mayor humedad relativa dentro de estas estructuras también reduce el daño por frío.

Mojamiento del suelo. El almacenamiento de calor en el suelo está muy relacionado con su contenido de agua. Un suelo con bajo contenido de humedad posee gran parte de sus poros ocupados con aire, elemento de baja capacidad calórica y que se enfría más rápidamente. Por lo tanto, previo a períodos de riesgos de heladas, es recomendable mantener el suelo con alta humedad, cercana a capacidad de campo. Ello mejora la capacidad de almacenar calor e influye en la temperatura. Esta práctica ha demostrado que eleva la temperatura en 0,3 °C respecto de un suelo con menos humedad. Es una medida adecuada para heladas de tipo radiativas.

Eliminar la cobertura vegetal. La existencia de una cubierta vegetal en la entre-hilera, presenta una menor capacidad de acumulación de calor, con un mayor efecto perjudicial de la helada. Cuando existe riesgo de helada, se recomienda eliminar la cobertura vegetal o cualquier otro tipo de coberturas que reduzcan la transferencia de calor al suelo. Cuando no es factible eliminar la cobertura vegetal, es recomendable mantenerla lo más corta posible. En caso de utilizar cubiertas plásticas, aquellas de color claro permiten acumular mayor cantidad de energía radiante en el suelo y protegen mejor que las cubiertas de plástico negro. Las cubiertas orgánicas reducen la transferencia de calor hacia el suelo y no protegen de heladas.

Mantener el suelo sin labrar. En la época de heladas no es recomendable tener el suelo removido o rastreado, puesto que entre los terrones se almacena aire helado y mientras más espacios con aire existan en el suelo, se tenderá a almacenar y transferir menos calor. Es una práctica recomendable tener el suelo lo menos intervenido posible y mojarlo, todo lo cual aumenta el

almacenaje de calor y mejorará su transferencia. Es una medida adecuada para heladas de tipo radiativas.

Uso de cubiertas sobre las plantas. Estos sistemas se han posicionado en el mercado debido a la protección frente a las inclemencias climáticas que ocurren en períodos de desarrollo de la fruta. La atmósfera bajo las cubiertas mantiene un par de grados más de temperatura que al aire libre, puesto que reduce la pérdida de calor desde el suelo al aire. Las carpas o cubiertas plásticas disminuyen el efecto de heladas radiativas y, si están bien diseñadas, podrían disminuir efecto de heladas advectivas al limitar ingreso de masas de aire frío al cuartel.

Referencias

- Fennell, A. (2004). Freezing Tolerance and Injury in Grapevines. *Journal of Crop Improvement*, 10(1-2), 201-235. https://doi.org/10.1300/J411v10n01_09
- Luchabeche P. 2020. En: Bravo, R., Quintana, J. y Reyes, M. Heladas. Factores, tendencias y efectos en frutales y vides. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Boletín N° 417
- Martínez, L., Ibacache, A. y Rojas, L. (2007) Efectos de las heladas en la agricultura [en línea]. La Serena, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias N° 165. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7167> (Consultado el 30 julio 2024).
- Oñate, D. 2010. Ocurrencia de heladas tardías de incidencia Agrícola en la zona de Chillán (Ñuble). Memoria de título para optar al título de Ingeniero Civil Agrícola. Universidad de Concepción. Facultad de Ingeniería Agrícola. Chillán, Chile. pp 66
- Stushnoff, C., Fowler, D.B. and Brule-Babel, A. (1984). Breeding and selection for resistance to low temperature. In: Vose, P.B. Ed., *Plant Breeding: A Contemporary Basis*, Pergamon Press, Oxford, 115-136.
- Villaseca, S., Novoa, R. y Carrasco, J. (1992). Las heladas y su importancia en la agricultura. 1. Pérdida de calor, clasificación y factores que influyen en la intensidad de las heladas. Serie Documental: Investigación y Progreso Agropecuario La Platina. N° Documento: (N° 70) p. 38-43. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/26825>

INIA

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente y autores.

La mención o publicidad de productos no implica recomendación INIA.

Más información: Juan Pablo Martínez, jpmartinez@inia.cl, +56 72 2521686

INIA Rayentué: Av. Salamanca s/n, km 105, Ruta 5 Sur, Sector Los Choapinos, Casilla N°13, Rengo, Región de O'Higgins.

www.inia.cl

