



HELADAS

TIPOS, MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MANEJOS POSTERIORES AL DAÑO
GUÍA DE USO DEL SITIO

Publicación efectuada como parte del Proyecto PYT 2015-0305. "Sistema piloto de monitoreo, alerta temprana y evaluación de impacto inmediato de eventos de heladas para las regiones de O'Higgins y del Maule para orientar la toma de decisiones en el sector privado y público", cofinanciado por FIA.



Esta Guía ha sido elaborada en el marco del proyecto “Sistema de alertas y alarmas tempranas de heladas en las Regiones de O’Higgins y del Maule y evaluación de su impacto productivo, para entregar información relevante para la gestión predial de las heladas a nivel de los productores, la operación de Seguros agrícolas y el sector público y privado”, (PYT 2015-0305) cofinanciado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Ministerio de Agricultura y ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Vinos de Chile, Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF).

Equipo profesional del Proyecto:

- Rodrigo Bravo	Jefe del proyecto - Ingeniero Agrónomo. INIA
- Juan Quintana	Meteorólogo. Dirección Meteorológica de Chile
- Ricardo Adonis	Ingeniero Agrónomo. FDF
- Alejandra Soto	Ingeniero Agrónomo. Vinos de Chile
- Rodrigo Chacón	Ingeniero Agrónomo. FDF
- Paulina Flores	Ingeniero Agrónomo. Vinos de Chile
- María Carolina Vidal	Meteoróloga. Dirección Meteorológica de Chile
- José Vicencio	Meteorólogo. Dirección Meteorológica de Chile
- Yoska Hernández	Meteoróloga. Dirección Meteorológica de Chile
- Gonzalo Arellano	Ingeniero Agrónomo. Vinos de Chile
- Leonel Fernández	Ingeniero Agrónomo. FDF
- Yazmina Rojas	Geofísica. INIA
- Miguel Becerra	Ingeniero Electrónico, Vinos de Chile
- Marcel Fuentes	Ingeniero Agrícola. INIA
- Cristóbal Campos	Ingeniero Agrícola. INIA
- Rodrigo Alarcón	Ingeniero (e) informático. INIA
- Jorge Gatica	Ingeniero informático. INIA
- Gloria Loncoman	Ingeniero (e) informático. INIA
- Jesús Verdejo	Ingeniero (e) informático. FDF

Editor de este documento: Ricardo Adonis P. - FDF

Fotografías: Ricardo Adonis P. - FDF

Noviembre de 2016

Este documento entrega información general sobre tipos de heladas, medidas de prevención y manejos posteriores al daño. La información presentada corresponde a lineamientos generales que pueden apoyar los criterios de decisión frente a heladas, pero no corresponde a recomendaciones técnicas ni manejos a implementar, puesto que deben ser analizados en forma específica para cada situación y lugar. La aplicación de cualquier práctica o manejo descrito en este documento no garantiza que éstas sean siempre efectivas, aunque se siga tal como se señala. Los lectores de este documento siempre deben evaluar sus propias tecnologías en conjunto con sus prácticas, localidades y cultivos. Por lo tanto los autores no asumen responsabilidad sobre el uso de esta información.



INTRODUCCIÓN

Las heladas son eventos climáticos de gran preocupación en la actividad agrícola debido al potencial de pérdidas socioeconómicas que generan.

Se considera helada cuando se registre temperaturas bajo los cero grados Celsius, ocasionando daño en el cultivo.

El nivel de daño que sufra el cultivo dependerá de variados factores tales como la vulnerabilidad de la especie o variedad a bajas temperaturas, estado fenológico, intensidad de la helada, tiempo de exposición, ubicación geográfica, entre otros.

Aunque las heladas son un fenómeno recurrente, los cambios observados en la variabilidad climática en la última década hacen que ellas se estén produciendo en forma inesperada y en zonas donde no han ocurrido normalmente, lo que hace necesario implementar medidas de adaptación para nuevos escenarios climáticos, lo cual toma mayor importancia si se considera que en los últimos años se han observado algunas heladas que podemos denominar como catastróficas.

Por lo anterior, es una prioridad disponer de un efectivo sistema que pueda alertar en forma temprana de la eventual ocurrencia de una helada. Este proyecto, ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Vinos de Chile, Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF) y cofinanciado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Ministerio de Agricultura, ha desarrollado un Sistema de alerta temprana de heladas, que quedará a disposición del sector agrícola a través de la Red Agroclimática Nacional (RAN) en **agromet.cl**

En el presente documento se abordarán temáticas de: tipos de heladas y sus efectos en la planta, medidas de prevención y manejos posteriores al daño de heladas.



ÍNDICE

CAPÍTULO

1

Tipos de heladas y condiciones en las que se producen

PÁGINA

3

2

Mitigación de riesgos de heladas

5

3

Manejos posteriores al daño por heladas

10

Acceso y uso del Sistema de monitoreo y alerta temprana de heladas

11

4



1

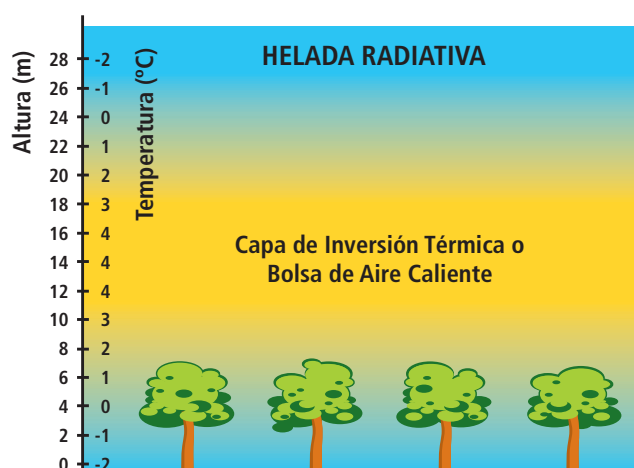
Tipos de heladas y condiciones en las que se producen

Las heladas constituyen uno de los problemas de mayor incidencia e impacto económico en la agricultura a nivel mundial. Para la meteorología y para la agricultura en términos prácticos, una helada es la ocurrencia de temperaturas del aire bajo cero grados Celsius. En Chile, sus efectos han sido severos en especies de características subtropicales como el palto y los cítricos, en las especies de origen templado y floración temprana como el almendro, cerezo, o en especies sensibles como la vid y algunos carozos. Las hortalizas son muy sensibles; en esos rubros las heladas originan pérdidas completas. Los impactos serán distintos dependiendo de la época en que ocurra la helada, la especie, el estado de desarrollo de la planta en ese momento y el tiempo de exposición.

1.1. Tipos de heladas

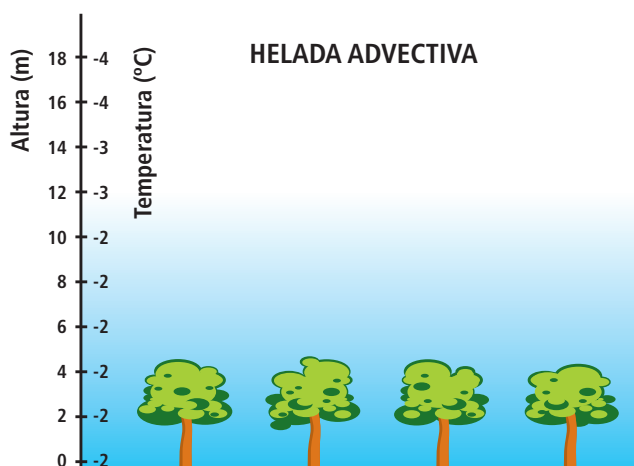
De acuerdo a cómo se forman las heladas, se puede señalar que existen dos tipos:

a) **Heladas radiativas:** Son las que están relacionadas con la fuga intensa, durante la noche, del calor que se ha acumulado en el suelo durante el día, provocando un enfriamiento de las capas bajas de la atmósfera próxima a la superficie. Esto ocurre cuando el cielo nocturno se encuentra despejado, sin viento y el aire tiene baja humedad. Este enfriamiento da origen a la capa de inversión térmica en la cual a determinada altura, dependiendo de la topografía local y de las condiciones meteorológicas, se encuentra el punto divisorio entre aire frío y aire caliente, generalmente entre 9 y 60 metros. En Chile este tipo de heladas predomina a fines de otoño, durante el invierno y a comienzos de primavera y se caracteriza por cubrir con hielo la superficie del follaje. Las plantas amanecen con una capa blanca y por esta razón se denominan también "heladas blancas".



En esta ilustración, la helada se presenta desde el suelo hasta los 10 m. Hay capa de inversión entre los 10 y 24 m. con temperaturas sobre 0 °C.

b) **Heladas advectivas:** Son aquellas que ocurren por desplazamiento de masas de aire frío provenientes desde el sur, cubriendo áreas extensas de territorio. Son condiciones más persistentes, pudiendo extenderse por varias horas en la noche y parte de la mañana o por varias noches seguidas. Estas heladas se asocian con aire más seco y frío, por lo que son más dañinas para las plantas. Se presentan ocasionalmente pero por sus características, generan grandes daños. La helada ocurrida en el año 2013 en la zona central de Chile, correspondió a una helada de este tipo.



No hay capa de inversión, sólo aire helado y con temperaturas similares desde el suelo hacia arriba. Temperaturas de -2 °C hasta -4 °C.

Las características de cada tipo de heladas se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1: Características de heladas radiativas y advectivas

	Heladas Radiativas	Heladas Advectivas
¿Cuándo ocurren?	Ocurren cuando las noches presentan cielos despejados, atmósfera calma y baja humedad del aire.	Ocurren cuando hay una masa de aire frío que cubre extensas áreas. Son independientes de las características del cielo nocturno.
¿Cómo ha sido normalmente el día previo?	Ha habido temperaturas mayores a cero grados durante el día.	Días muy fríos ("ondas polares") y pueden haber sido ventosos.
Otras características	El parámetro denominado temperatura del punto de rocío es bajo.	Aire seco en la atmósfera. Pueden ocurrir por varias noches seguidas.

1.2. Efectos de las heladas sobre los cultivos

El efecto de la helada sobre el cultivo dependerá, entre otros factores, de la especie y del estado de desarrollo en que se encuentre, siendo más sensibles las etapas desde botón floral hasta fruto pequeño. Por lo mismo es necesario considerar en forma muy cuidadosa la ubicación geográfica de las variedades más tempranas, donde los árboles o parras florecen antes, quedando así más susceptibles a una helada. También son importantes las condiciones propias del predio, donde se presenten distintas temperaturas mínimas en diferentes sitios, con menores temperaturas en los bajos y en las partes inferiores de laderas.

¿Por qué se produce daño en las plantas?

El daño por helada no se debe a la formación de hielo en el exterior de la planta. El daño se produce por cambios en el agua existente en los espacios intercelulares de los tejidos de la planta. En una helada ocurre formación de hielo en esos espacios, el cual extrae agua de las células, deshidratándolas o bien forma cristales internos que las rompen. Se llama temperatura crítica, a aquella que comienza a generar determinados niveles de daño, lo cual depende de factores tales como el estado de desarrollo de los tejidos, especie, variedad, edad de la planta, ubicación en el predio y tiempo de exposición a la condición de helada. Por ejemplo, en vid una temperatura de cero grados es crítica cuando la planta se encuentra desde inicio de floración a fruto pequeño. Pero si la helada ocurre antes, cuando la planta se encuentra en brotación, la temperatura crítica oscila entre -2 y -4 °C. En el caso de ciruelo, en cambio, la temperatura crítica puede alcanzar a -2,5 °C cuando la planta se encuentra en inicio de brotación y hasta -6 °C cuando se encuentra en etapa de puntas verdes.

1.3. Relación de la ubicación geográfica con la presencia de heladas

La ubicación geográfica juega un rol importante en la propensión a las heladas. En base a la estadística histórica, se ha caracterizado el país por regiones, con la siguiente relación para las regiones de O'Higgins y Maule.

Tabla 2: Incidencia de heladas en las regiones de O'Higgins y del Maule

Región	Macrozona	Localidades	Cant. de heladas promedio por año
O'Higgins	Costas y valles interiores con influencia marítima	Hidango - Paredones	6 - 12
	Valles interiores y precordillera	Graneros - San Vicente de Tagua Tagua	13 - 28
Maule	Costa y valles interiores con influencia marítima	Llico - Constitución - Chanco - Cauquenes	7 - 14
	Valles interiores y precordillera	Curicó - Talca - Linares	15 a 30

Fuente: Curihinca B., José: Las heladas desde Copiapó a Puerto Montt. Sus efectos en los cultivos y métodos de protección. Santiago de Chile: Nov. 2010.

Como se observa, algunas macrozonas poseen un alto potencial en cuanto a cantidad de heladas, por lo cual es necesario, en primer lugar considerar el tipo de cultivo, especie y variedad factibles en esas macrozonas y posteriormente, contar con buenos sistemas de pronóstico que permitan tomar las medidas de prevención, control o mitigación de los daños. A ellos dedicaremos el siguiente capítulo.

2

Mitigación de riesgos de heladas

Para minimizar el efecto de las heladas existen diversas técnicas cuyo éxito dependerá de su correcta aplicación y en el momento oportuno. No existe el método perfecto dado que en alguna situación su capacidad puede ser excedida frente a alguna helada en particular. Los métodos de control de heladas pueden ser clasificados en sistemas de control pasivos y sistemas de control activos. A continuación explicaremos cada uno de ellos.

2.1. Sistemas de control pasivos

Son aquellas prácticas más bien de tipo preventivo, que se establecen antes que ocurran las heladas. Van desde el análisis de la ubicación del predio, cultivo o especie, hasta 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 para protección activa.

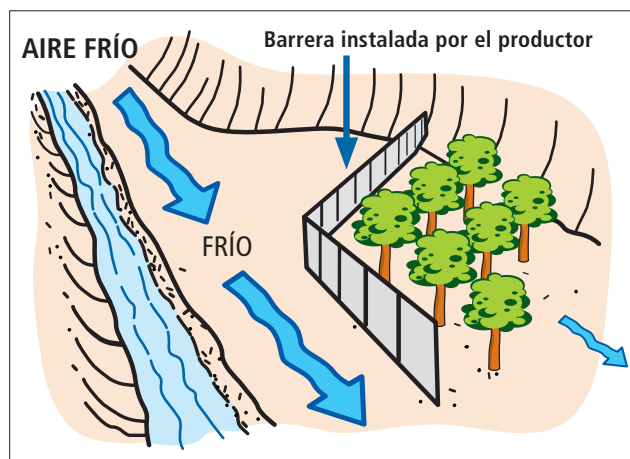
Selección del sitio, especie y variedades.

Estos son aspectos importantes y no siempre considerados. La selección del sitio ha tomado renovada 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 aquéllos 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 cual se debería a suelos con distintas características de conducción y capacidad de almacenamiento de calor. Al planificar las plantaciones, es recomendable consultar con especialistas si las condiciones topográficas y de suelo podrían favorecer heladas en sitios específicos del huerto.

Considerar la especie y variedad a plantar. Frutas tempranas, en general son más susceptibles a heladas. Ciertos patrones radicales confieren mayor tolerancia a bajas temperaturas. Lo mismo ocurre con hortalizas, hay especies que no toleran heladas, según señala el Boletín INIA N° 65, tales como albahaca, ají, berenjena, camote, maíz, papa, pepino dulce, pimentón, poroto verde, poroto granado, sandía, tomate, zapallo y zapallito italiano.

Uso de barreras al movimiento del aire.

Dependiendo de la configuración del sitio, esta práctica puede ser importante. Para analizar la posibilidad de instalar o eliminar barreras, es necesario conocer previamente por dónde ocurre el paso del aire frío. Pueden existir situaciones que faciliten su paso hacia el cultivo, como son bajos, cauces de agua, donde es adecuada la instalación de barreras que desvíen su paso. También puede haber barreras como alamedas, bosquetes, etc., que obstaculizan la salida del aire frío desde la plantación, en cuyo caso se deberían eliminar.



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 no es factible eliminar la cobertura vegetal, es recomendable mantenerla lo más corta posible.

El mismo efecto negativo lo tiene la presencia de otras coberturas como son los llamados mulch, porque reducen la transferencia de calor al suelo, haciendo al huerto más susceptible a la helada. Es sólo recomendado para localidades donde existe riesgo de congelar el suelo y dañar las raíces en cuyo caso entrega alguna protección en heladas de tipo radiativas.

En caso de utilizar cubiertas plásticas, aquéllas de color claro permiten acumular mayor cantidad de energía radiante en el suelo y protegen mejor que cubiertas de plástico negro. Las cubiertas orgánicas reducen la transferencia de calor hacia el suelo y no protegen de heladas.



Evitar la remoción del suelo entre hileras

En la época de heladas no es recomendable tener el suelo removido o rastreado puesto que entre los terrones 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

Este sistema ha ganado popularidad. La atmósfera bajo las cubiertas mantiene algunos grados más de temperatura que el cielo abierto, porque reduce la pérdida de calor desde el suelo al aire.

Sin embargo, se debe tener cuidado en dos aspectos: a) El cálculo de la resistencia del sistema para resistir peso de hielo (o lluvia y eventualmente nieve) y b) Seleccionar la calidad del plástico, lo cual depende de su composición y gramaje. Los de mayor calidad, aunque más caros, son de polipropileno. En ningún caso se debe utilizar polietilenos delgados, pues a través de ellos se pierde el calor libremente. FAO señala que la protección por uso de cubiertas oscila entre 1 y 5 °C, dependiendo del grosor del plástico. También indica que si bien ha habido casos de aumento de temperatura del aire bajo cubiertas de color negro, los mejores resultados se obtienen con plásticos de tipo traslúcidos.



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.

Aplicación de sustancias protectoras de la planta

Recientemente han comenzado a ser utilizados algunos productos que aplicados al árbol, aumentan la resistencia de la planta en hasta -5 °C. Son productos que pueden generar mayor resistencia en las plantas o bien forman una cubierta sobre ella, reduciendo su tasa de enfriamiento. Estos productos deben ser probados caso a caso, considerando la adecuación a la especie a proteger y asesorarse técnicamente antes de decidir su aplicación.

Control de las bacterias nucleadoras de hielo

Existen algunas bacterias (INA) que poseen un activo rol como “nucleadoras de hielo”. Estas bacterias corresponden a *Pseudomonas syringae* y *Erwinia herbicola*, cuya presencia aumenta el daño por helada en plantas sensibles por su característica de activar la formación de núcleos de hielo en hojas y flores. Para controlar estas bacterias se utilizan compuestos de cobre o productos que sean efectivos sobre estas especies bacterianas.

Existen otros métodos de protección pasiva, que requieren de un mayor estudio caso a caso, como son los siguientes: Manejo nutricional del predio, poda adecuada, recubrimiento de troncos.

2.2. Sistemas de control activos

Este tipo de control tiene por objetivo aportar calor para evitar que la temperatura caiga bajo el umbral de daño a los tejidos u órganos presentes en las plantas. Existen varias alternativas de métodos activos para controlar heladas:

- Riego por aspersión (mojar el follaje)
- Calefactores (calentadores de aire)
- Torres de ventilación (ventiladores, aspas o máquinas de viento)
- Combinación de los métodos anteriores.

Riego por aspersión elevado (mojando el follaje). Es uno de los métodos que mejores resultados ha logrado y es capaz de controlar heladas de tipo advectivas (que ocurren por masas de aire frío). Se basa en la capacidad del agua de entregar calor cuando se enfría. El agua, tiene una temperatura promedio de alrededor de 10°C en reservorios superficiales y de 14 a 16 °C si proviene de pozos profundos. Una vez aplicada sobre el follaje y mientras se enfría, libera calor hacia los tejidos de las plantas y al ambiente inmediato, protegiendo así a los tejidos hasta -5 o -7 °C. El follaje debe mojarse mientras dure la helada. En varias zonas de Chile hay heladas que duran sobre las 4 horas, por lo cual es necesario considerar el alto volumen de agua, lo que puede limitar el uso de este sistema. Según publicaciones del Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca, con temperaturas de -5 °C, se requiere de 30 a 35 m³ de agua/há. Ello implica costos en equipos, acumuladores de agua y energía.

Adicionalmente este sistema se asocia a humedad y posible proliferación de enfermedades, especialmente durante la floración, por lo que es poco recomendable usar en almendros, damascos o en condiciones de floraciones tempranas en otras especies. En algunos casos se considera necesario incluir en los costos aplicaciones adicionales de fungicidas tras el uso de este método. En heladas extremas, la quebradura de ramas por acción del peso del hielo sobre el follaje puede provocar pérdidas importantes.

Es un sistema adecuado para heladas de tipo radiativa y advectiva.

Calefactores. Este método se basa en entregar mayor temperatura al aire, bajo el concepto que, si se agrega suficiente calor para nivelar la pérdida de energía, entonces la temperatura del aire no caerá a niveles de causar daño.

Los equipos más comunes son aquellos que calientan el aire con fuego abierto ya sea por quemadores o sistemas similares. Los sistemas utilizados para calentar aire son generalmente poco eficientes porque la mayor parte del calor sube rápidamente y se pierde. Para evitar esto, el diseño de la conducción del calor es importante, y debe considerar que el aporte de calor debe efectuarse a toda la superficie y, según algunos autores, lentamente.

En caso de usar calentadores fijos, se obtienen mejores resultados usando calentadores más pequeños y en mayor cantidad, ubicándolos en zonas que ayuden a mantener el calor en la atmósfera del huerto. Para ello deberían distribuirse de manera uniforme y en mayor cantidad en los bordes y en los puntos bajos del sitio a controlar. En sistemas bien diseñados y correctamente distribuidos, se logran aumentos de temperatura de 5 a 7 °C, a costa de mantenerlos encendidos sin interrupción por largo tiempo sin interrupción. Dependiendo del diseño de los calefactores, se requieren de 100 a 130 unidades por hectárea. Su costo por combustible es alto. Su aplicación es apta para heladas de tipo radiativa, pero cuando hay viento, los calentadores no dan suficiente protección.

Existen calentadores de aire móviles, que son de menor costo. Su aplicación requiere bastante trabajo pues para mantener la masa de aire caliente en la zona a proteger, es necesario volver al mismo lugar entre 10 a 20 minutos. Por lo mismo no es eficiente con temperaturas muy bajas y no responde muy bien en cultivos bajos como viñas viníferas. Su aplicación, donde logre eficiencia, es apta para heladas de tipo radiativas.

Torres de ventilación: Se basan en impulsar masas de aire para mezclar el aire caliente que ha subido desde el suelo, con el aire frío cercano a los árboles o parras. La altura de trabajo debe considerar qué tan alta ocurre la capa de inversión térmica. Antes de instalar las torres se debe conocer si ocurre un diferencial de al menos 1,5°C entre los 2 y los 10 metros de altura. No se recomienda su uso en zonas ventosas (sobre 8 Km/h) o en caso de heladas extremas pues los equipos se pueden dañar si se forma hielo en las aspas.

En los modelos más eficientes, una torre protege entre 4 a 6 há. Al seleccionar los equipos se deben considerar los de menor nivel de ruido (a partir de determinados decibeles, su funcionamiento puede ser prohibido por los Servicios de Salud) y de menor consumo de combustible posible, para reducir emisiones.

Son equipos de alto costo inicial pero tienen el menor costo operacional entre los métodos activos de control de heladas.

Las torres de ventilación son aptas sólo para heladas radiativas, pero al ser combinadas con emisión de calor, protegen heladas más severas y también de heladas advectivas, hasta -3 °C.



Uso de helicópteros

Este método posee altos costos operacionales y es de uso limitado a algunas zonas, debido al nivel de ruido. Es un buen método pues combina la remoción del aire, (por sus aspas), con el calentamiento, (por su turbina), pero requiere de pasadas frecuentes (cada 15 a 20 minutos) y a baja altura. Cuando la inversión térmica es débil, o en heladas por advección, el helicóptero no es útil para el control de heladas.

Aplicación de humo

Diversas investigaciones han demostrado que su efecto real es prácticamente nulo, siendo no recomendable además porque atenta contra el medio ambiente, generando contaminación y puede causar accidentes por disminución de la visibilidad. Por otra parte, a la salida del sol el humo impide el paso del calor hacia el suelo, prolongando aún por mayor tiempo la duración o efecto de la helada.

Combinaciones de métodos activos:

Ventiladores y aspersores por debajo de la planta

El agua congelada en el suelo libera calor latente y calienta el aire cerca de la superficie. El aire calentado se transfiere a través del cultivo. El funcionamiento de los ventiladores favorecerá la transferencia de calor y de vapor de agua dentro de la capa mezclada de aire. El uso combinado de ventiladores y agua aumenta el beneficio de utilizar cualquiera de los dos métodos por separado.

Ventiladores y Calefactores

Su combinación mejora la protección más que cada método por sí sólo. Es importante considerar la relación entre la ubicación del ventilador y de los calefactores. Los calefactores situados cerca del ventilador causan el ascenso de corrientes de aire, disminuyendo la eficacia del ventilador.

Como el ventilador tiende a tirar hacia dentro el aire frío cerca del suelo, en el borde exterior del área protegida, los calefactores deben colocarse en el borde exterior para calentar el influjo de aire frío.

Tabla 3: Resumen de las principales características de los sistemas de control de heladas

1. Sistemas de control pasivos.	2. Sistemas de control activos
¿Qué son? Aquellas prácticas que se establecen en el huerto con anterioridad a las noches de heladas y que tienen efecto permanente. Son de tipo preventivo. Van desde el análisis de la ubicación del huerto o cultivo hasta manejos culturales del suelo. Generalmente son de menor costo que los métodos activos y en varios casos sus beneficios son suficientes para eliminar la necesidad de equipos para protección activa.	¿Qué son? Aquellas prácticas que se establecen o se hacen funcionar al ocurrir la helada o algunas horas antes de ellas. Este tipo de control tiene por objetivo evitar el daño en el momento en que se está produciendo la helada, aportando calor para evitar que la temperatura caiga bajo el umbral de daño a los tejidos de las plantas. Generalmente tienen costos de inversión asociados a su implementación.
¿Cuáles son los principales métodos de control pasivo? - Selección del sitio - Selección de especie y variedad - Mojamiento del suelo - Evitar remoción del suelo entre hileras en el caso de frutales - Remover vegetación de cobertura - Uso de cubiertas - Uso de barreras	¿Cuáles son los principales métodos de control activo? - Torres de ventilación (ventiladores, aspas o máquinas de viento) - Riego por aspersión (mojar el follaje) - Calefactores (calentadores de aire) - Combinación de los métodos anteriores

Aptitud de los distintos métodos de control de heladas según tipo de helada

1. Sistemas de control pasivos

Sistema	Aptitud para helada radiativa	Aptitud para helada advectiva
Selección del sitio de plantación	✓	✗
Mojamiento del suelo	✓	✗
Eliminar cobertura vegetal	✓	✗
Evitar remoción del suelo	✓	✗
Uso de cubiertas	✓	✓

2. Sistemas de control activos

Sistema	Aptitud para helada radiativa	Aptitud para helada advectiva
Riego mojando el follaje	✓	✓
Calefactores	✓	✗
Torres de ventilación	✓	✗
Torres de ventilación con emisores de calor	✓	✓
Humo	✗	✗

3

Manejos posteriores al daño por heladas

Contar con árboles sanos y mantener el suelo libre de vegetación durante el invierno son factores que contribuyen a prevenir daños. Como ya se ha señalado, huertos o cuarteles que se han regado en los días previos a la helada sufren menos daño y se recuperan rápidamente. El suelo húmedo intercepta y almacena más calor por radicación en la noche, mientras que los árboles sometidos a estrés son fisiológicamente menos capaces de soportar bajas temperaturas. Las deficiencias o toxicidades de nutrientes también agravan el problema.

El impacto de la helada varía dependiendo del estado fenológico de la planta y del tiempo y temperaturas de exposición, por lo cual antes de definir los pasos a seguir después de una helada, es necesario determinar el nivel de daño de cada cuartel o sector específico y actuar según el daño. En general, en heladas mayores, se debe esperar a que la planta salga del estrés y se reactive antes de dar inicio a las estrategias de mitigación. Algunas prácticas culturales que pueden mitigar el daño por heladas en especies frutales, basadas en el Boletín INIA N° 165 son las siguientes:

- **Poda.** Entre expertos hay coincidencia en que no se debe podar de inmediato después de una helada severa. Se recomienda un período de espera de varios días, o semanas, dependiendo de la especie. Posteriormente, evaluar el alcance de los daños y una vez que ha pasado el período de riesgos de heladas, realizar una poda suave cuyo propósito es remover los brotes y ramas afectadas. Hay distintas estrategias dependiendo de la especie. En vides y algunos frutales se debe considerar, en caso de heladas fuertes, que la repoda tendrá como objeto principal generar buena reposición de yemas y madera para el año siguiente.
- **Protección contra la radiación.** Luego de la poda y cuando uno de los efectos de la helada haya sido caída severa de hojas, el tronco y brotes quedan expuestos a la quemadura por el sol. Se sugiere protegerlos con un producto adecuado.
- **Fertilización.** El programa de fertilización debe partir una vez que los brotes inicien su crecimiento activo en primavera (brotes de 10 a 15 cm de longitud). Lo más importante es considerar los nutrientes que mejoren la regeneración de tejido y la capacidad fotosintética. En parronales de uva de mesa, se debe considerar Zinc, Potasio y Magnesio. El uso de Nitrógeno es complejo pues depende del estado de la planta y de la intensidad del daño de la helada, porque favorece el crecimiento de los brotes y los vuelve más sensibles a una nueva helada. Es recomendable evitar la aplicación de este elemento hasta que las temperaturas se hayan elevado y no exista riesgo de heladas. A mayor daño se aplicará la menor cantidad de Nitrógeno, porque las plantas tendrán menos brotes y el requerimiento será menor. Las aplicaciones deben fraccionarse en el mayor número de veces posible.
- **Riegos.** No es conveniente abusar de ellos (la escasa cantidad de hojas no permite la evaporación normal). Iniciarlos juntos con el programa de fertilización (siempre que no haya llovido). Sólo si la tierra estuviese seca, podría ser recomendable regar, básicamente para no causar más stress a la planta, pero ello se debería hacer alrededor de siete días después de ocurrida la helada.

En general, el uso de agua de riego y fertilizantes debe ser racional para evitar el crecimiento excesivo de los brotes que permanecieron en las plantas afectadas por heladas.

- **Plagas.** Se debe cuidar la sanidad de los brotes que crecerán luego de la helada. Interesa que los brotes se desarrollen sin limitaciones, en especial, libres de ataque de insectos o enfermedades. En heladas fuertes pueden generarse micro heridas, tanto en los cargadores, en las especies que los poseen, como en la madera, que pueden servir como puerta de entrada a hongos que podrían generar efectos negativos en la planta como una menor producción durante las temporadas siguientes. El uso de algunos productos que activen los mecanismos de defensa de la planta podría contribuir a la protección del cultivo.

Se concluye que luego de una helada se debe actuar con mucha prudencia, dejando los árboles o parras tranquilos y esperar que pase el período de heladas. Las labores culturales se iniciarán una vez conocida la respuesta de las plantas al efecto de las bajas temperaturas.

4

Acceso y uso del Sistema de monitoreo y alerta temprana de heladas

El Sistema de monitoreo y alerta temprana de heladas es un servicio del Ministerio de Agricultura a través de la Red Agroclimática Nacional (RAN), para apoyar a los productores agrícolas en sus decisiones para enfrentar mejor las heladas. Este sistema estará disponible durante el primer semestre de 2017.

4.1. Acceso

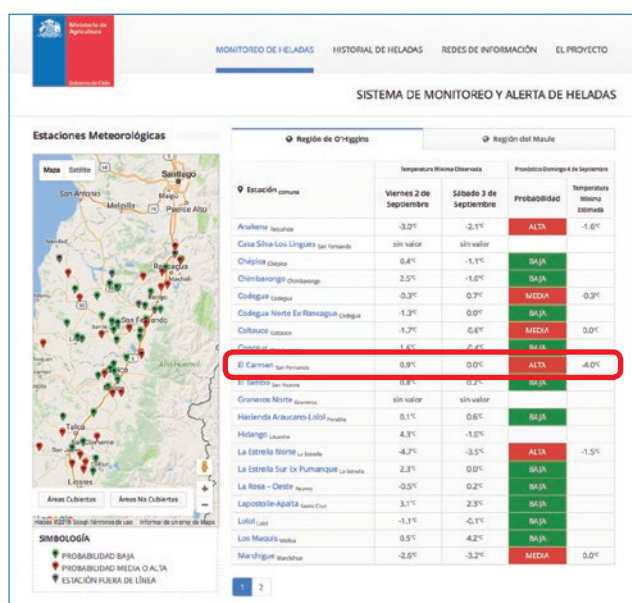
En www.agromet.cl del Ministerio de Agricultura haga click en una de las pestañas denominadas **"VIGILANCIA DE HELADAS"** o **"ALERTAS"**. A través de cualquiera de ellas ingresará al Sistema de monitoreo y alerta temprana de heladas.

4.2. Información de alertas de heladas

En la página de inicio de este sistema, usted encontrará directamente el listado de las estaciones meteorológicas organizadas por región, indicando la alerta vigente al momento. Cabe señalar que esta alerta se activa con mayor precisión a las 22 horas de cada día.

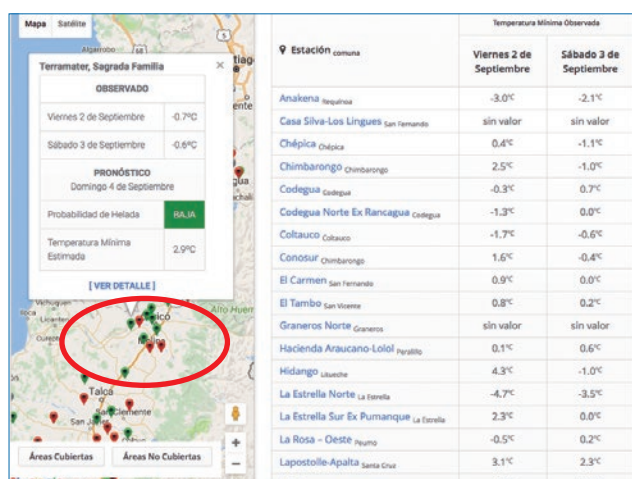
En este ejemplo se encuentra desplegada la Región de O'Higgins y su listado de estaciones meteorológicas. A la derecha se encuentra en colores rojo y verde, la probabilidad de heladas para la noche, marcada como alta, media o baja probabilidad. A la derecha de los cuadros de color, se encuentra la estimación de la temperatura mínima que ocurrirá esa noche. Por ejemplo, la estación El Carmen, se indica que tendrá una alta probabilidad de heladas, esperándose una temperatura mínima de $-4,0^{\circ}\text{C}$.

En el mapa al costado izquierdo se aprecia la situación general de la Región, donde cada estación está coloreada de rojo o verde según la probabilidad de heladas que exista para ellas.



4.3. Información detallada por cada estación

Para ver información con mayor detalle de la estación meteorológica de interés, puede hacer click ya sea en el mapa o en el nombre de la estación en el listado. Si selecciona la estación mediante el mapa, al realizar click sobre ella, se desplegará un cuadro con un resumen de información y una leyenda en su parte inferior que señala **"VER DETALLE"**.



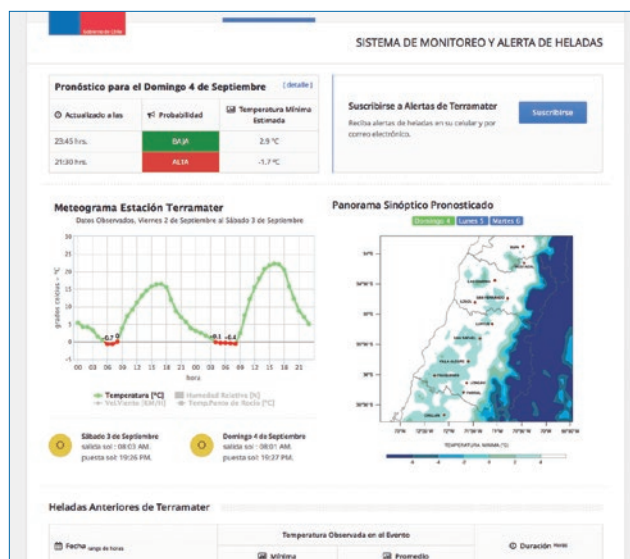
En este caso se muestra la información de la estación Sagrada Familia en la Región del Maule. Al ingresar en "VER DETALLE", se accede a información más específica para la estación, desplegándose la pantalla de la derecha.

En primer lugar se encuentra un cuadro de información, donde se presenta el detalle del pronóstico de helada para la estación y al hacer click en "detalle", se entrega una explicación sobre este pronóstico. Al costado derecho encontramos la opción de suscripción a las alertas para la estación seleccionada.

Luego se aprecia un gráfico llamado Meteograma, que muestra la evolución de las temperaturas ocurridas durante los últimos dos días, presentando en color rojo las temperaturas bajo o iguales a cero grados.

A la derecha del gráfico se encuentra un mapa esquemático denominado "Panorama sinóptico pronosticado" donde se grafican por color las temperaturas mínimas pronosticadas para 24, 48 y 72 horas. Este pronóstico para todo el territorio es entregado por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

En la parte inferior de la pantalla, se presenta un registro histórico de las heladas anteriores ocurridas en la estación meteorológica que se está visualizando.



4.4. Suscribirse a alertas de la estación de su interés

En un cuadro de texto que se encuentra arriba del mapa esquemático, se entrega la posibilidad de suscribirse a las alertas de la estación en particular. Ellas llegarán a su celular y a su correo electrónico. Recomendamos que se inscriba para que reciba directamente las alertas de helada. Para esto, usted debe llenar un sencillo formulario. Si usted es un asesor técnico que atiende un grupo de agricultores puede registrar a los productores para facilitarles el acceso a la información.

4.5. Otra información

Finalmente, si volvemos a la barra superior de cada pantalla, encontraremos cuatro pestañas:

- 1. Monitoreo de heladas:** Donde se encuentra el pronóstico y alertas que ya explicamos.
- 2. Historial de heladas:** Donde se muestra el archivo histórico de todas las heladas que se han registrado en las estaciones meteorológicas pertenecientes a la Red Agroclimática Nacional (RAN).
- 3. Redes de información:** Donde se utiliza las redes sociales para publicar el pronóstico general de heladas y los usuarios puede interactuar utilizando #heladasMaule y/o #heladasOhiggins.
- 4. El proyecto:** Explica los orígenes de este sistema de información, videos de difusión sobre heladas y también se encuentra la posibilidad de registrarse. Si bien el sitio es de acceso público y de libre acceso, sólo los usuarios registrados podrán acceder a recibir alertas por SMS, recibir alertas por correo electrónico o gestionar alertas de otros usuarios (opcional).

Estación	Temperatura Mínima Observada		Probabilidad	Temperatura Mínima Estimada
	Viernes 2 de Septiembre	Sábado 3 de Septiembre		
Arrehuén	-3.0°C	-2.1°C	ALTA	-1.6°C
Casa Blanca	Sin valor	Sin valor		
Chilipil	0.4°C	-1.1°C	BAJA	
Chimbarongo	2.5°C	-1.6°C	BAJA	
Codiguel	-0.3°C	0.7°C	MODA	0.3°C
Codigua Norte	-1.3°C	0.0°C	BAJA	
Culaván	-1.7°C	-0.6°C	MEDIA	0.0°C
Concepción	1.6°C	-0.6°C	BAJA	
El Carmen	0.9°C	0.0°C	ALTA	-0.0°C
El Tumbador	0.8°C	0.2°C	BAJA	
Graneros Norte	Sin valor	Sin valor		
Hacienda Araucano	0.1°C	0.6°C	BAJA	
Hidango	4.3°C	-1.0°C		
La Estrella Norte	-4.7°C	-3.5°C	ALTA	-1.5°C
La Estrella Sur	2.3°C	0.0°C	BAJA	
La Rosa - Centro	-0.5°C	0.2°C	BAJA	
Lapostolle-Aguilera	3.1°C	2.3°C	BAJA	
Lirio	-1.1°C	-0.1°C	BAJA	
Los Maquis	0.5°C	4.2°C	BAJA	
Marigüel	-2.0°C	-3.2°C	MEDIA	0.0°C

Bibliografía

1. Curihinca B., José: Las heladas desde Copiapó a Puerto Montt. Sus efectos en los cultivos y métodos de protección. Santiago de Chile: Nov. 2010
 2. Dirección Meteorológica de Chile-climas 2011.
 3. FDF-INIA - Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales. 2012.
 4. FAO Frost protection: fundamentals, practice, and economics - Volume 1 y 2 . 2005.
 5. IALE: Estudio de Vigilancia Tecnológica en Sistemas de Control y Manejo de Heladas para el Sector Agrario Nacional. En: "Monitoreo, Control y Manejo de Eventos Climáticos Extremos en los Sistemas Agrícolas". Seminario FIA 2016.
 6. José Antonio Yuri: Heladas en fruticultura. Fisiología, daño y control. Presentación a FIA. 2014.
 7. Martínez, L.; Ibacache A.; Rojas L. Efectos de las heladas en la agricultura. Boletín INIA N° 165. 2007.
 8. Ontario Ministry of Agriculture, foods and rural affairs. Freeze Protection Methods For Crops factsheet. Rev 2009.
 9. Reginatto, G. Evaluación de nuevas alternativas para el control de heladas en frutales de hoja caduca. En: "Monitoreo, Control y Manejo de Eventos Climáticos Extremos en los Sistemas Agrícolas", Seminario FIA 2016.
 10. Santibáñez, Fernando: Análisis de vulnerabilidad silvoagropecuaria en Chile frente a escenarios de cambio climático. Ministerio de Agricultura. 2008.
 11. Steven E. Lindow,2 Deane C. Arny, and Christen D. Upper. Bacterial Ice Nucleation: A Factor in Frost Injury to Plants 1. En Plant Physiol. 1982 Oct; 70(4): 1084-1089.
 12. University of California - Richard L. Snyder, Extension Biometeorologist. Principles of Frost Protection Quick Answer 5 2001.
 13. Varios autores. ¿Cómo minimizar los daños de las heladas en la uva de mesa?. Recopilación de varios especialistas. Revista del Campo, 05 de junio de 2015.
-



HELADAS

TIPOS, MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MANEJOS POSTERIORES AL DAÑO

GUIA DE USO DEL SITIO



Vinos de Chile
Wines of Chile

agromet.cl
RED AGROCLIMÁTICA NACIONAL

