



GUÍA PRÁCTICA EN *Agrometeorología* 4

Dirección Meteorológica de Chile
Subdepartamento de Climatología y
Met. Aplicada
Sección Meteorología Agrícola

EQUIPO AUTORES

Francisca Mendoza Arcos

Meteoróloga

Sofía Torrent

Meteoróloga

Renata Laimböck

Ingeniero Agronomo

Maite Aedo

Meteorólogo

EQUIPO EDITOR

Juan Quintana

Jefe Sección

Meteorología Agrícola

Patricio Lucabeche

Jefe Oficina Servicios y

Difusión Agrometeorológica

María Carolina Vidal

Jefa Oficina

Aplicaciones Agrometeorológicas

¿Cómo comunicarte con nosotros?

Sitio web: www.meteochile.gob.cl

Teléfono: +56224364590 - 4539

X oficial: @meteochnle_dmc

Instagram: @meteochnle

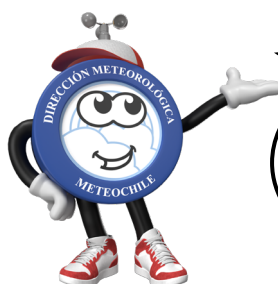
Correo: datosagro@meteochnle.cl

Fotos de portada: Frutillar, Región de Los Lagos.

Información importante

Los datos meteorológicos presentados en esta guía práctica son recolectados a través de estaciones meteorológicas propias y de otras instituciones públicas y privadas.

La información proveniente de estaciones meteorológicas automáticas y/o convencionales puede contener errores y sufrir modificaciones posteriores.



Hola, soy **Climatín!**
Y estoy digitalizado
por Mezcla Estudio.

Contenidos

1. Introducción	4
2. Agrometeorología.....	5
2.1. Ciclos de vida del cultivo	5
2.2. Productos climatológicos agrometeorológicos	7
2.3 Ejercicios prácticos	8
3. Indicadores agrometeorológicos.....	9
3.1. Grados día	9
3.2. Horas de frío	10
3.3. Evapotranspiración	12
3.4. Ejercicios prácticos	13
4. Desastres naturales y eventos extremos.....	14
4.1. Daños asociados al sector agrícola en las distintas variables meteorológicas	15
4.2. Advertencias agrometeorológicas.....	18
4.3. Ejercicios prácticos	20
5. Métodos de mitigación de daños.....	22
5.1. Olas de calor.....	23
5.2. Heladas.....	24
5.3. Precipitaciones	25
5.4. Vientos intensos	26
5.5. Tormentas eléctricas.....	27
5.6. Ejercicios prácticos	28
6. Conclusión y discusión	30
6.1. Bibliografía.....	31
7. Anexos.....	33
7.1. Respuestas a preguntas.....	33
7.2. Glosario	37

1. Introducción

El uso de la información meteorológica y climática es una herramienta fundamental para comprender cómo las condiciones de la atmósfera influyen en las actividades agrícolas. La agrometeorología estudia esta relación y proporciona información útil para planificar las labores agrícolas, monitorear el desarrollo de los cultivos y anticiparse a condiciones meteorológicas que puedan generar impactos.

La cuarta unidad de las Guías Prácticas tiene como protagonista a la agrometeorología. Su objetivo principal es entregar a los y las estudiantes de enseñanza media conocimientos básicos que les permitan comprender la relación entre la meteorología, el clima y la agricultura, así como conocer algunas herramientas disponibles para apoyar la toma de decisiones en el sector agrícola.

Para ello, esta unidad aborda conceptos fundamentales de agrometeorología y su relación con el desarrollo de los cultivos, incluyendo las etapas fenológicas y algunos efectos del cambio climático. Además, se presentan indicadores agrometeorológicos como los grados día, las horas de frío y la evapotranspiración, junto con productos de información meteorológica y agrometeorológica disponibles en la Dirección Meteorológica de Chile. Finalmente, se revisan los principales eventos meteorológicos extremos que pueden afectar la actividad agrícola, sus impactos y distintas medidas de prevención, mitigación y corrección que permiten mejorar la preparación y capacidad de respuesta frente a estos eventos.

1.1. Objetivo general

Entregar al estudiante conocimientos fundamentales en agrometeorología junto a herramientas para la búsqueda de información presente en la página web de la Dirección Meteorológica de Chile.

1.2 Objetivos específicos

- Capacitar sobre terminología utilizada en agrometeorología.
- Fortalecer el conocimiento sobre el uso de información meteorológica y climatológica, asociada al sector agropecuario.
- Fomentar el buen uso de la información agrometeorológica disponible en la página web de la DMC.



2. Agrometeorología

En las guías prácticas anteriores explicamos conceptos básicos de meteorología, climatología y cambio climático, ahora le toca el turno a la agrometeorología. A simple vista, la relación entre meteorología y agricultura es evidente cuando, por ejemplo, vemos que ocurrió un evento de precipitación que inunda a los cultivos; o una helada que quema las lechugas.

Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la **agrometeorología** estudia la interacción entre factores meteorológicos e hidrológicos, y la agricultura. Estas actividades incluyen a la horticultura, ganadería y silvicultura, mientras que la **agroclimatología** se relaciona más con los efectos que tiene el clima sobre la agricultura.

Por un lado, es importante **mantenerse informado** sobre las condiciones meteorológicas para prevenir daños en los cultivos y ganadería, como heladas, precipitaciones intensas o vientos intensos; especialmente en algunas etapas fenológicas, donde los daños asociados pueden traer pérdidas considerables a futuro.

Por otro lado, es crucial conocer el **pronóstico estacional**, detallado en la guía de Climarología, para realizar una programación que abarque los próximos meses, como planificar los riegos para los cultivos y así obtener una producción que esté en las mejores condiciones posibles.



Figura 1. Praderas en Valdivia, Región de Los Lagos. **Foto:** Francisca Mendoza Arcos.

2.1. Ciclo de vida del cultivo

¿Sabías que el cambio climático ha alterado los ciclos fenológicos de los cultivos? Esto se debe principalmente al **aumento en las temperaturas** junto a la variación en la cantidad y regularidad del agua disponible. El cambio en esta variable puede **acelerar el desarrollo** de las plantas, lo cual **acorta el ciclo** de crecimiento, según el IPCC; pero depende de la especie, la región y las prácticas agrícolas.



Figura 2. Ciclo fenológico del Palto. **Fuente:** DMC, Sección Meteorología Agrícola. Elaboración propia.

Pero no todo es negativo, en zonas de **latitudes altas** (cercanos a los polos) o climas fríos el incremento en la temperatura puede **amortiguar las restricciones** que tienen las bajas temperaturas en los cultivos, prolongando el periodo óptimo de crecimiento y ampliando las áreas aptas para determinados cultivos. En cambio, en **regiones cálidas** esta alza térmica puede estar muy cerca de los límites óptimos para la especie, **aumentando el estrés por calor** y afectando etapas sensibles como la floración. Todo esto depende mucho de la disponibilidad de agua, ya que la interacción entre la temperatura y la precipitación puede modificar la respuesta de las plantas.

¿Y qué se puede hacer frente a estos efectos? Se pueden **adaptar los calendarios agrícolas**, modificando las fechas de siembra, eligiendo variedades con diferentes requerimientos térmicos o ajustar la duración del ciclo para mantener las fases de desarrollo en periodos ambientalmente favorables, lo cual se encuentra respaldado por estudios sobre el tema.

En el caso de Chile, estos procesos son fundamentales dado la gran cantidad de climas diversos que tiene nuestro país. En los últimos años se han observado cambios espaciales en las variables de temperatura y precipitación, que podrían alterar el funcionamiento de los sistemas agrícolas; en algunos casos podría favorecer las zonas propicias para algún cultivo, y en otros, incrementar las restricciones por el calor y la falta de disponibilidad de agua.

¿Hay casos de modificaciones fenológicas en Chile? Sí, por ejemplo en la zona sur del país se han observado variaciones en las etapas fenológicas de la vid, con adelantos en algunas fases de esta.

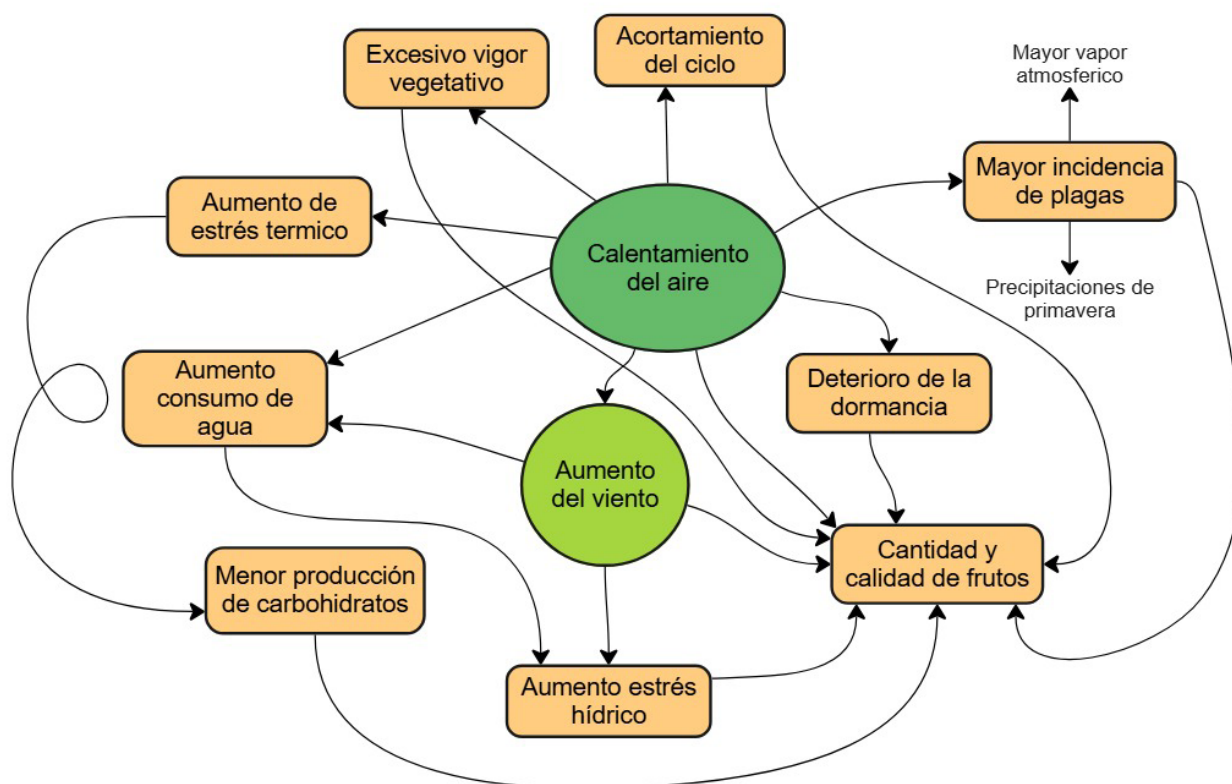


Figura 3. Esquema explicativo sobre las proyecciones del cambio climático para la silvoagricultura chilena. **Fuente:** Santibáñez Quezada, F, figura 8. Adaptada por DMC, Sección de Meteorología Agrícola.

2.2. Productos climatológicos agrometeorológicos

Para mantenerse informado sobre el pronóstico meteorológico de los próximos 3 días, la sección de Meteorología Agrícola cuenta con un reporte diario llamado **Informe de Amenaza**, entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos. Este pronóstico se encuentra centrado en variables agrometeorológicas de interés, como temperatura, precipitación y viento, y se entrega junto a un **comentario agrometeorológico** con algunas recomendaciones frente a las condiciones meteorológicas.

Este producto se publica todas las mañanas de lunes a viernes, en la página de Meteorología Agrícola de la [Dirección Meteorológica de Chile](#).

The screenshot displays the website of the Dirección Meteorológica de Chile. The top navigation bar includes links for Pronósticos, Meteorología Aeronáutica, Climatología, **Meteorología Agrícola** (highlighted with a red box), Estaciones En Línea, Imágenes Satelitales, Productos y Servicios, Prensa, and Quiénes Somos. Below this, a secondary navigation bar for 'METEOROLOGÍA AGRÍCOLA' lists Pronósticos, Mapas pronosticados, Agrometeorogramas, and Perspectivas agroclimáticas. A central banner features a green box with a warning icon and the text: 'INFORME DE AMENAZA: PRECIPITACIONES Y PROBABLES TORMENTAS ELÉCTRICAS EN LA REGIÓN DE COQUIMBO. HELADAS EN LA ZONA CENTRO Y SUR DEL PAÍS.' Below the banner, the 'Informe de Amenaza Agrometeorológica' is displayed, dated 06/08/2026 at 11:45. The report includes a 'PRONÓSTICO METEOROLÓGICO' for Thursday 06 and Friday 07, detailing temperature and precipitation forecasts for various regions. A 'COMENTARIO AGRÍCOLA' section provides advice on agricultural practices, such as avoiding saturated soils and using protective nets. The left sidebar contains links to 'Visualización y descarga de datos', 'Monitoreo de heladas', 'Resumen semanal', 'Horas de frío semanal', 'Decadal de observaciones', 'Decadal grados día', 'Quiénes somos', 'Contacto', 'Sitios de interés', 'Material de difusión', and 'Encuesta de satisfacción'.

Figura 4. Sitio web de meteochile.gob.cl donde se encuentra el Informe de Amenaza, ingresando en el recuadro rojo (Meteorología Agrícola). Además, frente a la página web se observa un fragmento del Informe de Amenazas. **Fuente:** DMC, Meteochile.

2.3. Ejercicios prácticos

DATE _____

Ahora pondremos en práctica lo aprendido. Lee los enunciados y responde las preguntas:

a) Un agricultor recibe un pronóstico que indica la posibilidad de heladas durante los próximos días, coincidiendo con una etapa sensible del desarrollo de su cultivo.

¿Por qué es importante que el agricultor conozca esta información meteorológica y qué decisiones podría tomar para reducir los posibles daños en su cultivo?

b) Un productor observa que, durante los últimos años, las temperaturas de su zona han aumentado y su cultivo está alcanzando etapas como floración y maduración más temprano de lo habitual.

¿Cómo podría relacionarse este cambio con el aumento de las temperaturas y qué medidas de adaptación podría implementar el productor?

c) Un agricultor quiere conocer las condiciones meteorológicas que podrían representar un riesgo para su producción durante los próximos tres días.

¿Qué producto de la Oficina de Meteorología Agrícola de la DMC podría consultar y qué información encontraría en él para apoyar sus decisiones?

3. Indicadores agrometeorológicos

En la agrometeorología, existe una relación directa entre el crecimiento de los cultivos y las variables meteorológicas; pero para comprender el desarrollo de los cultivos en sus distintas etapas, se utilizan los **indicadores agrometeorológicos**, tales como grados día, horas de frío o evapotranspiración. Estos índices son fundamentales en la planificación agrícola, no solo para monitorear el crecimiento de los cultivos, si no también para aplicar fertilizantes u otros insumos según lo requieran los cultivos.

3.1. Grados día

Los grados día son una acumulación de “calor” necesarios para el **crecimiento del cultivo**, por lo cual es distinto para cada especie y variedad. Esta acumulación se realiza durante todo el año, pero en la DMC se suma entre el 1 de septiembre y el 30 de abril del año siguiente, cuando los meses son más cálidos y la planta comienza a brotar.

Teóricamente se define como 1°C sobre un umbral mínimo necesario para el desarrollo del cultivo durante 24 horas; en caso de no alcanzar este umbral, el desarrollo se retrasa.

$$GD = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_{base}$$

Donde Tmax es la temperatura máxima, Tmin la temperatura mínima y Tbase la temperatura base, siendo esta la temperatura a la cual el desarrollo se detiene debido al frío. Cada etapa de desarrollo requiere un **mínimo de acumulación de temperatura** para llegar a su término y pasar a la siguiente.



Figura 5. Esquema explicativo sobre la acumulación de grados día en los cultivos. **Fuente:** DMC, Sección Meteorología Agrícola. Elaboración propia.

En la Tabla 1 se presenta la cantidad de grados días necesarios en cada etapa fenológica de tres variedades de uva. Por ejemplo, la variedad Flame Seedless requiere 261 grados día para pasar de floración a cuaja, y 372 grados día para pasar a pinta.

Variedad	Estado Fenológico	Grados días acumulados (GDA ₁₀)
Flame Seedless	Brote 3 cm (9)	0
	Floración (23)	261
	Cuaja (27)	372
	Pinta (35)	734
	Madurez de cosecha (38)	999
Thompson Seedless	Brote 3 cm (9)	0
	Floración (23)	250
	Cuaja (27)	361
	Pinta (35)	754
	Madurez de cosecha (38)	1122
Red Globe	Brote 3 cm (9)	0
	Floración (23)	225
	Cuaja (27)	330
	Pinta (35)	743
	Madurez de cosecha (38)	1391

Tabla 1. Grados días necesarios en cada estado fenológico para tres variedades de uva.

Fuente: Mauro, C. (2012). Modelo predictivo de la fenología en uva de mesa validado para las regiones de Atacama y Coquimbo.

Esta información se puede obtener en la página web de [Servicios Climáticos](#).

3.2. Horas de frío

Al contrario de los grados día, las horas de frío son una acumulación de “frío”, donde la planta **inactiva sus procesos fisiológicos**, con el fin de **evitar daños** en su estructura vegetativa y reproductiva cuando se presenten condiciones con temperaturas mínimas bajas, guardando su energía para cuando las condiciones meteorológicas sean favorables en su desarrollo. En el caso de los árboles de hoja caduca (que pierden hojas en invierno), entran en un estado de **dormancia** para enfrentar estas condiciones.

Los árboles que en invierno no pierden sus hojas se conocen como persistentes



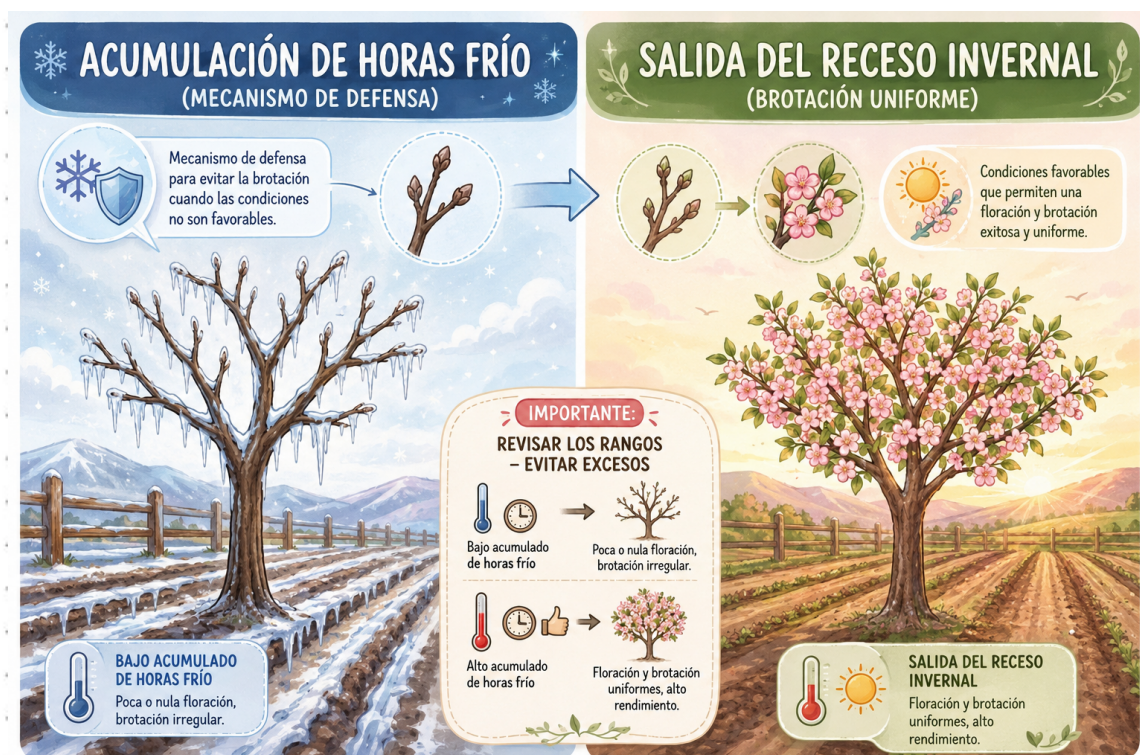


Figura 6. Esquema explicativo sobre la acumulación de horas de frío en los cultivos. **Fuente:** DMC, Sección Meteorología Agrícola. Elaboración propia.

Las horas de frío contabilizan las horas con temperaturas entre los **0°C y 7°C**, acumulándose durante el periodo comprendido entre el 1 de mayo y el 31 de agosto, pero este periodo varía dependiendo de la especie y, una vez cumplida la cantidad de horas necesarias, los árboles comienzan su etapa de brotación y floración.

En la Tabla 2 se muestra la cantidad mínima y máxima de horas de frío que requieren determinados cultivos. Por ejemplo, el almendro con 100 horas de frío puede comenzar a brotar, hasta las 500 horas de frío, pero si se encuentra muy cercano a este umbral, se comienzan a dañar los tejidos internos de la planta.

Esta información se puede encontrar en la página web de [Servicios Climáticos de la DMC](#).

Especie	Mínimo	Máximo
Almendro	100	500
Avellano	800	1600
Ciruelo europeo	700	1600
Ciruelo japonés	100-600	1000
Albaricoquero	200-500	900
Melocotonero**	100-400	1100
Cerezo	500-800	1500
Manzano	200-800	1700
Membrillero	100	500
Nogal*	400	1500
Peral	500	1500
Vid	100-500	1400

**Las variedades californianas tienen requerimientos de 300 HF

* Las más difundidas entre 600-800 HF

Tabla 2. Horas de frío mínimo y máximo necesarios para algunas especies. **Fuente:** Flores, P. C. (2007).

3.3. Evapotranspiración

La evapotranspiración es una combinación entre la **evaporación** de agua del suelo y la **transpiración** de las plantas. Mediante este proceso, el agua en forma de vapor de agua es transferido a la atmósfera.

Se suele usar la **evapotranspiración de referencia** (ET₀), y para calcularlo se necesitan datos de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar; todo esto en un cultivo hipotético y bien regado.

En general, este indicador se utiliza para calcular el consumo de agua de los cultivos, pero para obtener este valor más exacto se realiza mediante la **evapotranspiración de cultivo** (ET_c). Se calcula como el resultado entre la evapotranspiración de referencia y el coeficiente de cultivo (K_c), que incorpora, principalmente, la etapa fenológica en que se encuentra.

$$ET_c = ET_0 * K_c$$

Para encontrar información sobre la evapotranspiración de referencia, revisar la página web de [Servicios Climáticos](#).



Tabla 3. Rango de valores del coeficiente de cultivo (K_c). **Fuente:** Comisión Nacional de Riego, Chile (CNR).



Figura 7. Esquema explicativo sobre la evaporación y transpiración. **Fuente:** DMC, Sección Meteorología Agrícola. Elaboración propia.

Valores de coeficientes de cultivo (K_c) para distintos cultivos
(valores referenciales de literatura)

Cultivo	Fase del cultivo			
	Inicial	Desarrollo	Media	Maduración
Arveja	0.45	0.75	1.15	1.00
Berenjena	0.45	0.75	1.15	0.80
Cebolla (guarda)	0.45	0.70	1.05	0.75
Lechuga	0.45	0.60	1.00	0.90
Maíz	0.40	0.80	1.15	0.70
Melón	0.45	0.75	1.00	0.75
Papa	0.45	0.75	1.15	0.85
Pimentón	0.35	0.70	1.05	0.90
Poroto verde	0.35	0.70	1.10	0.90
Sandía	0.45	0.75	1.00	0.70
Tomate	0.45	0.75	1.15	0.80
Zanahoria	0.45	0.75	1.05	0.90
Zapallo	0.45	0.70	1.00	0.70
Maravilla	0.35	0.75	1.15	0.55
Remolacha	0.40	0.80	1.15	0.80
Soja	0.35	0.75	1.10	0.60
Tabaco	0.35	0.75	1.10	0.90
Avena	0.35	0.75	1.10	0.40
Cebada	0.35	0.75	1.15	0.45
Sorgo	0.35	0.75	1.10	0.65
Trigo	0.35	0.75	1.15	0.45

3.3. Ejercicios prácticos

DATE _____

a) Un productor de frutales quiere saber si las condiciones meteorológicas de su zona son adecuadas para el desarrollo de sus plantas. Para ello, dispone de información sobre temperaturas diarias, horas con temperaturas inferiores a 7 °C y pérdida de agua del suelo y las plantas.

¿Qué indicador agrometeorológico utilizaría para cada uno de estos tres aspectos y qué información obtendría a partir de ellos?

b) La _____ corresponde al período en que los árboles de hoja caduca experimentan una inactivación de sus procesos fisiológicos. Durante esta etapa se detiene tanto el crecimiento vegetativo como reproductivo, permitiendo que la planta priorice la acumulación y conservación de reservas, las cuales serán utilizadas una vez finalizado el invierno y se restablezcan condiciones favorables para su desarrollo.

c) En la determinación de la evapotranspiración del cultivo, si se calcula para un cultivo en etapas fenológicas inicial y final, ¿los valores obtenidos serán iguales?

d) Los árboles _____ son aquellos que mantienen su follaje verde durante todo el año, renovando las hojas gradualmente en lugar de perderlas todas en otoño.

4. Desastres naturales y eventos extremos

En los últimos años se escucha más sobre eventos meteorológicos extremos y desastres naturales, pero ¿cuál es la diferencia entre estos dos términos?. Son conceptos similares, que usualmente van de la mano.

Recordemos de la guía de meteorología, un **evento meteorológico** es cualquier proceso o suceso natural que ocurra en la atmósfera, como la lluvia, nieve, viento, entre otros. Y ¿qué los hace extremos? Acá usamos un término visto en la guía de climatología: sobre lo normal. Cuando un evento meteorológico presenta una intensidad poco habitual o supera los rangos normales, se denomina **extremo**.

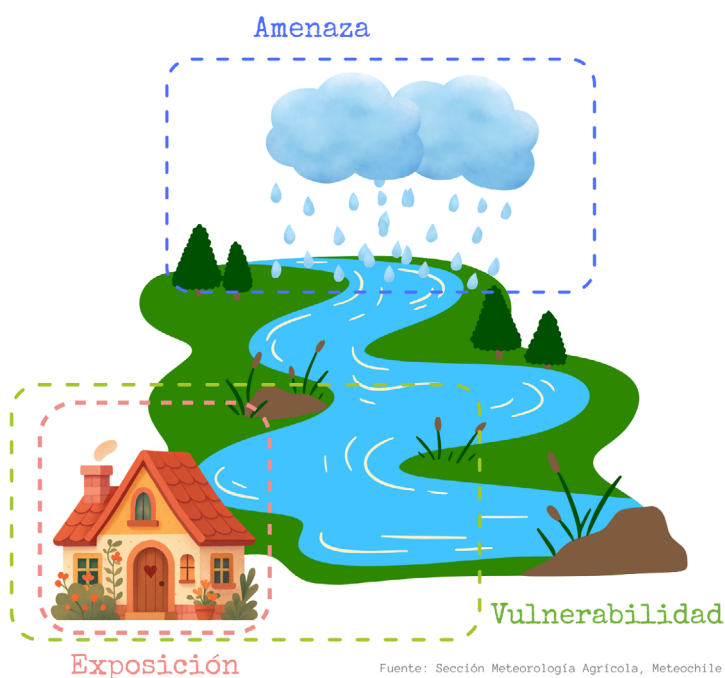
Si durante o después de la ocurrencia de un evento meteorológico extremo se pueden observar daños en infraestructura o heridos (comunidad afectada), se habla de un **desastre natural**. Estos pueden tener distinto origen (meteorológico, climatológico, geológico u otro), causando, por ejemplo, terremotos, sequías, inundaciones, tsunamis, etc.

Si nos centramos en las consecuencias que puede traer algún evento relacionado con el clima, hablamos de **riesgo climático**. Este depende de la probabilidad e intensidad de una amenaza, el tamaño de la población que se vería afectada, así como de la exposición y vulnerabilidad. Bajo este contexto aparecen tres palabras clave: amenaza, vulnerabilidad y exposición.

En primer lugar, la **amenaza** es la **probabilidad de que ocurra un fenómeno** o condición climática sobre determinado territorio. En segundo lugar, la **exposición** se encuentra relacionado a la presencia de población, ecosistema u otro, que podría ser afectado por la amenaza. Y en último lugar, la **vulnerabilidad** se refiere a qué tan **susceptible es un sistema** (población, territorio, etc) a ser afectado negativamente frente a una amenaza.

Para entenderlo mejor, supongamos que tengo una casa ubicada cerca de un río, y se presenta un evento de precipitación intensa que aumenta el caudal del río. En este caso, la amenaza sería el evento de precipitación intensa; la exposición es tener mi casa cerca del río, ya que si estuviera lejos del río menos expuesta se encuentra; y la vulnerabilidad se refiere a que tan propensa es mi casa a inundarse por el aumento del río.

Figura 8. Esquema explicativo sobre riesgo climático, amenaza, exposición y vulnerabilidad. **Fuente:** DMC, Sección Meteorología Agrícola. Elaboración propia.



Fuente: Sección Meteorología Agrícola, Meteochile

4.1. Daños asociados al sector agrícola en las distintas variables meteorológicas

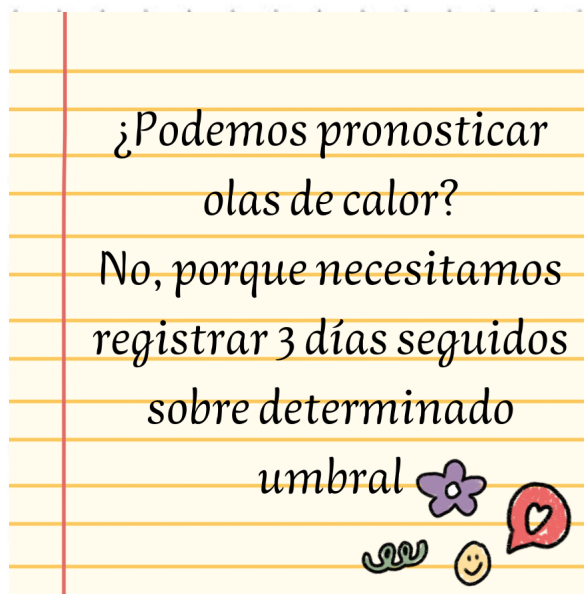
Anteriormente hablamos de que el cambio climático ha afectado al desarrollo de los cultivos de distintas formas, donde las variables meteorológicas que más afectan al sector son la temperatura y precipitación. Aquí te explicaremos un poco de los daños asociados en determinados eventos meteorológicos extremos.

Olas de calor

Una ola de calor ocurre cuando la **temperatura máxima diaria supera un umbral diario** considerado extremo, por **tres días consecutivos**. Este umbral se conoce como percentil 90 (P90) y es calculado para el periodo 1991-2020.

Las olas de calor diurnas pueden presentarse durante todo el año, aunque adquieren mayor relevancia en verano debido a sus efectos sobre la agricultura. Estas condiciones pueden provocar diversos daños en los cultivos, como **quemaduras y escaldaduras en hojas y frutos**, así como **estrés térmico** asociado a un aumento en la evapotranspiración. Además, pueden generar **caída de flores y frutos**, y **deteriorar la calidad de la producción**, afectando atributos como el color, la acidez y la composición celular, entre otros; especialmente cuando estas condiciones coinciden con etapas fenológicas sensibles.

Este evento también afecta a la ganadería, ya que puede provocar **estrés calórico** y reducir el consumo de alimento junto a la **producción de leche y carne**. Asimismo, puede aumentar los **riesgos en la salud y supervivencia** de los animales bajo estas condiciones extremas.



Así como se definen las olas de calor, también se definen las **olas de frío** pero cuando la temperatura mínima diaria es **menor al percentil 10 (P10)**, por tres días consecutivos.

Esta [información](#) se encuentra disponible en la página web de [Servicios Climáticos](#).

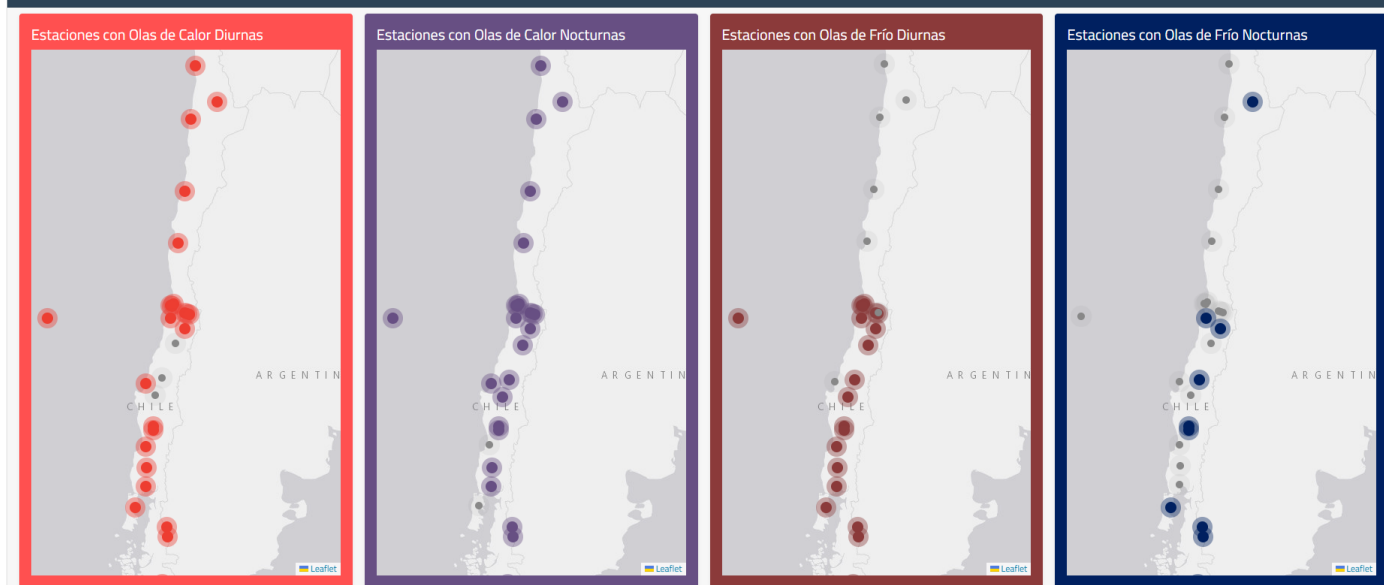


Figura 9. Monitoreo de Olas de Calor y Frío (diurnas y nocturnas). **Fuente:** DMC, Portal de Servicios Climáticos.

Heladas

A partir de otoño y durante el invierno, las temperaturas mínimas disminuyen en distinta medida, dependiendo de la latitud, elevación, orografía y condiciones atmosféricas que se presenten. Si la temperatura mínima es **igual o menor a los 0°C**, se registra una helada; y en caso de tener temperaturas de **3°C o menos**, se conoce como **helada superficial**.

Su impacto en los cultivos depende tanto de la **duración** como de la **frecuencia** con que ocurren, así como la especie y su estado fenológico. Estas condiciones pueden provocar daños como el **congelamiento interno de estructuras sensibles**, como brotes y botones florales, lo que conlleva deshidratación de los tejidos y, en casos más severos, la muerte de dichas estructuras. Mientras que, en los sistemas ganaderos, las heladas pueden **reducir o detener el crecimiento de praderas**, afectando la alimentación del ganado.

Sabías que...

Existen heladas blancas y negras. Cuando hay alta humedad en la atmósfera, el vapor de agua sobre los cultivos se congela y se ve blanco; mientras que, si no hay mucha humedad, se congela el agua disponible en las plantas, quemándolas y dejándolas de un color negro.

Actualmente, la Dirección Meteorológica de Chile cuenta con un [monitor de heladas](#) que entrega información actual y de los últimos 90 días, además de un pronóstico de heladas a 5 días.

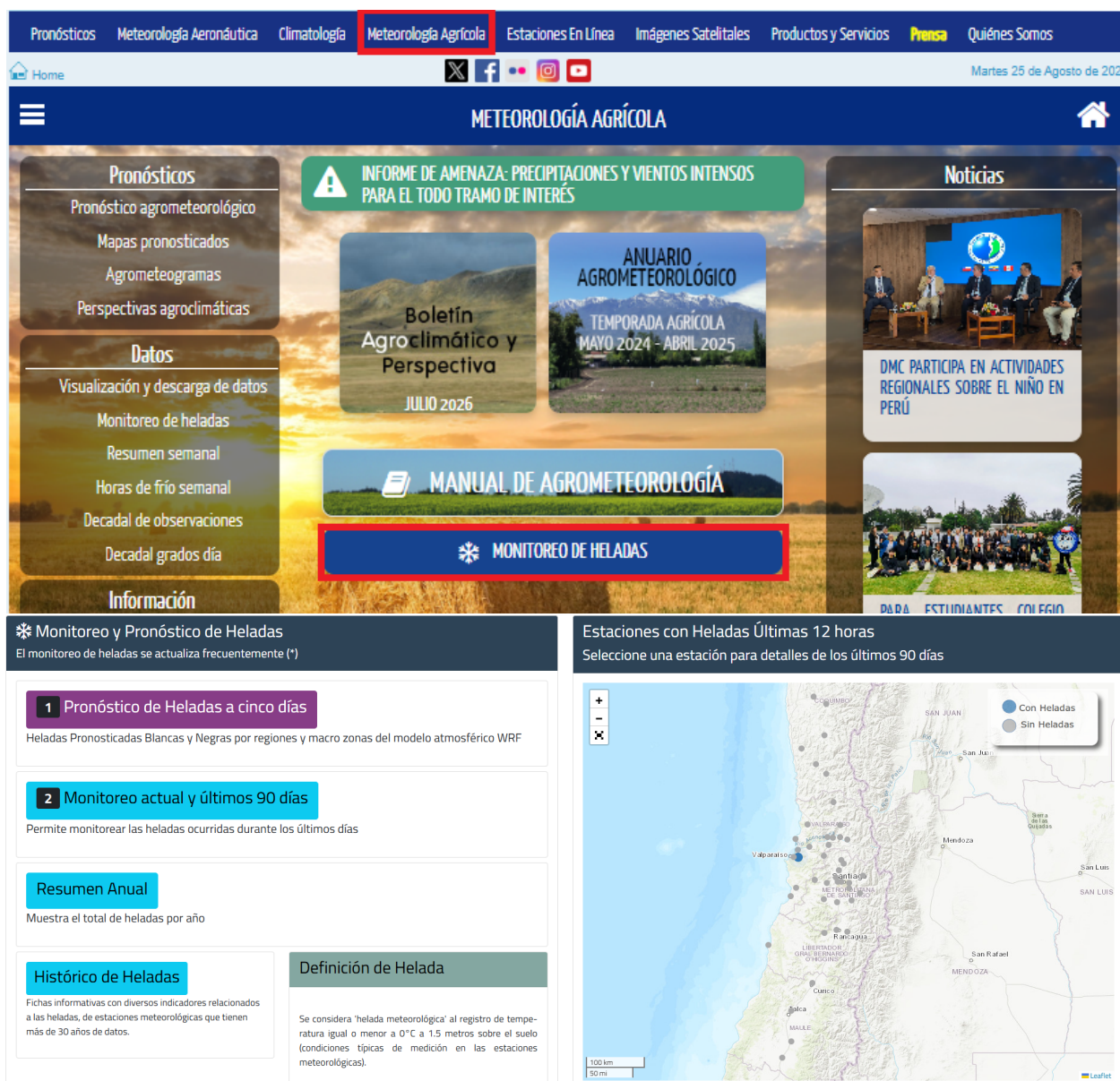


Figura 10. Monitoreo y pronóstico de heladas. **Fuente:** DMC, Meteochile.

Precipitaciones intensas

Los eventos de precipitación intensa pueden provocar acumulación de agua en algunas zonas (anegamientos), inundaciones o escorrentías, donde el agua de lluvia corre por la superficie.

Estos eventos pueden dificultar mucho el trabajo agrícola, y afectar el **desarrollo de los cultivos** dada la saturación de los suelos, la poca aireación del suelo y favorecer los procesos de erosión junto a la pérdida de nutrientes. Además, se pueden presentar daños en caminos, sistemas de riego, cercos, canales, entre otras infraestructuras.

Vientos moderados

En lo que respecta al viento, se pueden presentar daños de diversos tipos **dependiendo de la intensidad** de este, como la caída de árboles o postes de luz, techos dañados o viviendas. Para el sector agrícola, se pueden observar daños físicos en los cultivos, como tallos quebrados, desprendimiento de flores y frutos, desarraigo de plantas, afectando potencialmente al rendimiento y la calidad del producto.

Bajo este contexto, es necesario mencionar que cuando el viento es fuerte en un corto periodo de tiempo (**rachas**), se pueden observar daños similares a los mencionados anteriormente.



Tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas consisten en **descargas bruscas de electricidad** en la atmósfera, donde se aprecia un rayo (luz) y luego un trueno (sonido). Este tipo de evento se desarrolla en las **nubes convectivas** llamadas cumulonimbus, que pueden tener precipitaciones intensas y vientos fuertes, y en ocasiones, granizos o nieve.

Para este tipo de eventos, fuera del hecho que la actividad eléctrica es peligrosa, los daños más relevantes en el sector agrícola ocurren cuando caen granizos, ya que pueden **desgarrar hojas, flores o frutos**, comprometiendo el rendimiento y calidad de la producción. Estas mismas heridas en los cultivos, pueden hacer más fácil el ingreso de **patógenos** junto al desarrollo de enfermedades.

4.2. Advertencias agrometeorológicas

Con el fin de alertar a nuestros usuarios agrícolas sobre algún evento meteorológico previsto para que evalúen los posibles efectos de dicho evento y adopten, de ser necesario, medidas preventivas, se encuentran las **Advertencias Agrometeorológicas**.

Estas advertencias se emiten solo cuando se prevé un **evento meteorológico con una intensidad, extensión o duración** que podría traer impactos negativos significativos a las actividades agrícolas y pecuarias. Y esta información es elaborada a partir del pronóstico meteorológico de la Dirección Meteorológica de Chile junto al Sistema de Alerta Meteorológica.

Dentro del tipo de Advertencias Agrometeorológicas se encuentran por heladas,

altas temperaturas máximas, vientos moderados a fuertes y precipitaciones. Dado que los valores y condiciones son pronósticos meteorológicos, estas pueden ajustarse a medida que se actualiza la información.

Esta información se encuentra disponible en la página web de Meteorología Agrícola de la [Dirección Meteorológica de Chile](#).



Figura 11. Advertencias agrometeorológicas por heladas (panel izquierdo), altas temperaturas máximas (panel superior derecho), precipitaciones moderadas a fuertes (panel central derecho) y vientos moderados a fuertes (panel inferior derecho). **Fuente:** DMC, Meteochile.

4.3. Ejercicios prácticos

DATE _____

a) Una _____ ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie terrestre es menor a los 0°C y tiene mayor frecuencia durante los meses de _____.

b) Para definir una ola de frío o calor se necesitan:

i) 30 años de datos

ii) Un umbral de temperatura

iii) Tres días consecutivos de temperatura sobre o bajo el umbral

iv) Todas las anteriores

c) ¿Qué variable necesito para definir una ola de calor?

d) Se define una sequía cuando se presenta:

i) Poca evapotranspiración

ii) Escasez continua de precipitación

iii) Tres días consecutivos de temperaturas altas

e) Ingrese al monitoreo de heladas en www.meteochile.gob.cl - Meteorología agrícola y responda para su estación meteorológica más cercana

• ¿Cuántas heladas se registraron el año pasado?

DATE _____

- Indique qué día se registró la helada que duró menos y más horas. Obtenga el gráfico de temperaturas del día para la helada que duró más horas

- ¿Cómo fue el comportamiento de la temperatura?

- ¿Qué daños se pueden haber ocasionado en los frutales?

f) Identifique qué asociación tienen las siguientes situaciones:

Situación	Tiempo	Clima	Evento extremo	Pronostico
Caída de flores en frutales por viento intenso				
Quemadura de tomates por frío típico de la zona				
Recambio productivo a otro cultivo por falta de agua				
Pudrición en hortaliza con lluvia en verano (R. de Valparaíso)				
Estrés en gallinas por altas temperaturas				

5. Métodos de mitigación de daños

Los eventos meteorológicos extremos, como los revisados en el capítulo anterior, pueden generar importantes daños en los cultivos y afectar las actividades agrícolas. Frente a estos riesgos surge una pregunta: ¿Existe alguna forma de prevenir o reducir sus impactos?

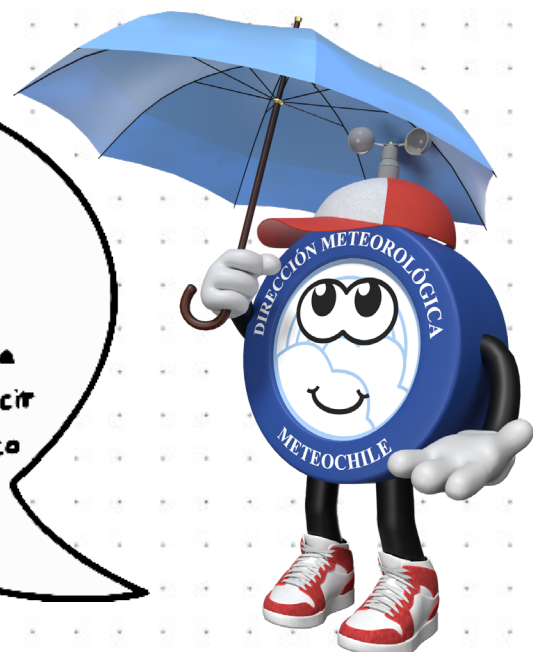
La respuesta es sí. **Existen diferentes acciones y métodos que permiten disminuir los daños y riesgos asociados a condiciones meteorológicas adversas**, dependiendo del tipo de evento y de sus impactos sobre las actividades agrícolas.

Algunas de estas acciones se realizan antes de que ocurra un evento, con el objetivo de evitar que se produzcan daños o reducir la posibilidad de que ocurran, lo que se conoce como **prevención**. Otras buscan disminuir la magnitud de los daños que podría provocar un evento meteorológico adverso, lo que corresponde a medidas de **mitigación**. Finalmente, una vez ocurrido el evento, se realizan acciones de **corrección**, orientadas a evaluar, reparar y recuperar los daños ocasionados.

Por esta razón, a continuación, se describen distintos métodos de prevención, mitigación y corrección para los principales eventos meteorológicos adversos que se presentan en el país. Para cada uno de ellos, conoceremos cómo podemos anticiparnos, qué medidas podemos tomar para reducir sus impactos y qué hacer después de que ocurra.

Es importante considerar que estas medidas no siempre son completamente efectivas. Por ello, después de un evento meteorológico adverso es fundamental evaluar los daños y revisar la efectividad de las medidas implementadas. Registrar esta información permite mejorar la planificación y fortalecer la capacidad de respuesta frente a futuros eventos.

En agricultura, una medida de prevención puede marcar la diferencia entre perder completamente una producción y conservar una parte importante de ella. Por eso, tomar acciones a tiempo, como proteger los cultivos o modificar la fecha de una labor agrícola, es clave para reducir los impactos de un evento meteorológico adverso.



5.1. Olas de calor

¿Cómo podemos anticiparnos a una ola de calor?

Una de las principales herramientas para anticiparse a estos eventos es revisar periódicamente la información meteorológica disponible en la página web de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC). En su página principal se puede consultar el Sistema de Alerta Meteorológica, donde es posible revisar avisos, alertas o alarmas de altas temperaturas, y en la sección de Meteorología Agrícola, las Advertencias Agrometeorológicas de altas temperaturas. También es posible consultar los [monitores](#) de olas de calor y frío, que permiten conocer la ocurrencia y evolución de estos eventos.

¿Qué medidas se pueden tomar?

- **Asegurar la disponibilidad de agua para riego**, verificando que los sistemas funcionen correctamente.
- **Planificar las labores agrícolas durante las horas de menor temperatura**. En el caso de trabajos al aire libre, priorizar las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde.
- **Proporcionar sombra y acceso permanente a agua fresca** a los animales, verificando el funcionamiento de los bebederos (figura 12).

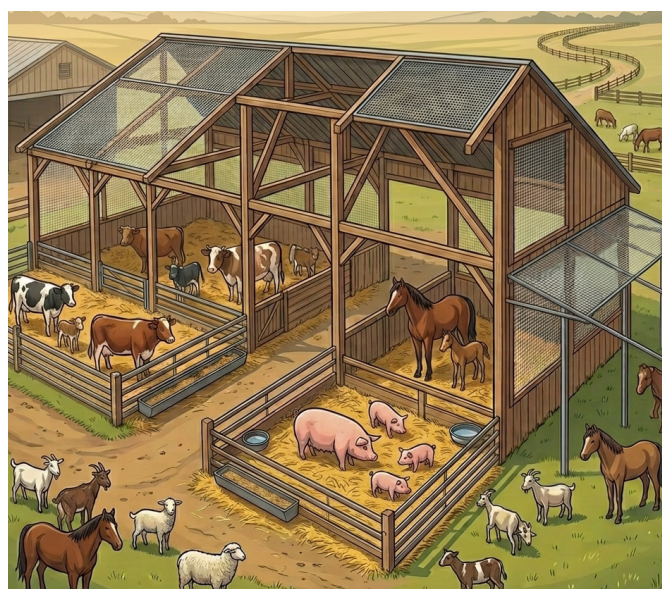


Figura 12. Refugio para el ganado. **Fuente:** Meteorología agrícola. Fuente: DMC, Sección Meteorología Agrícola. Elaboración propia.

¿Qué hacer después de una ola de calor?

Una vez finalizado el evento, es importante evaluar los daños en cultivos, animales e infraestructura. Se deben revisar signos de estrés por altas temperaturas, el estado y comportamiento de los animales, y el funcionamiento de sistemas de riego, maquinaria e infraestructura.

Durante los días posteriores, se recomienda monitorear la recuperación de los cultivos y animales. Registrar los daños observados y las medidas aplicadas permite evaluar su efectividad y mejorar la preparación frente a futuras olas de calor.

5.2. Heladas

¿Cómo podemos anticiparnos a una helada?

En la página web de la DMC existen distintas herramientas que permiten monitorear estos eventos. Entre ellas se encuentran las Advertencias Agrometeorológicas de heladas; en el Sistema de Alerta Meteorológica también se emiten avisos, alertas o alarmas de probabilidad de heladas; en el pronóstico público (página principal) y el pronóstico agrometeorológico (disponible en la sección de Meteorología Agrícola); en el Informe de Amenazas y en el [Monitor de Heladas](#). Este último producto permite, además, revisar dónde y cuándo se registró dicho evento, así como la temperatura que alcanzó y la duración, una vez ya ocurrido el evento.

También es importante conocer qué cultivos presentes en el predio son más sensibles a las bajas temperaturas y en qué etapas de desarrollo presentan mayor vulnerabilidad.

¿Qué medidas se pueden tomar?

- Utilizar **mallas o cubiertas térmicas** para proteger los cultivos (figura 13).
- Implementar **sistemas de riego antiheladas** (figura 14).
- Priorizar la **protección de los cultivos más sensibles** y que se encuentren en etapas de mayor vulnerabilidad frente a las bajas temperaturas.

¿Qué hacer después de una helada?

Una vez ocurrido el evento, es importante evaluar los daños en los cultivos, considerando que algunos pueden hacerse visibles varias horas o incluso días después. Durante los días posteriores, se recomienda monitorear la recuperación de los cultivos y realizar un seguimiento sanitario, ya que los tejidos dañados pueden quedar más expuestos a enfermedades.

Finalmente, registrar los daños observados y las medidas implementadas permitirá identificar los cultivos y sectores más afectados, evaluar la efectividad de las medidas y mejorar la preparación frente a futuras heladas.



Figura 13. Cubierta térmica. **Fuente:** DMC, Sección Meteorología Agrícola. Elaboración propia.



Figura 14. Sistema de riego antiheladas. **Fuente:** DMC, Sección Meteorología Agrícola. Elaboración propia.

5.3. Precipitaciones

¿Cómo podemos anticiparnos?

Nuevamente, se recomienda revisar la información publicada por la DMC. Entre las herramientas disponibles se encuentran el pronóstico público, Sistema de Alerta Meteorológica, las Advertencias Agrometeorológicas de precipitaciones y el Informe de Amenazas. Una vez identificado un posible evento, es importante preparar el predio, revisando que los sistemas de drenaje y las canaletas se encuentren limpios y despejados.

¿Qué hacer durante el evento?

- **Evitar realizar labores agrícolas en sectores susceptibles a inundaciones** o acumulación de agua.
- **Evitar el tránsito o trabajo en sectores cercanos a quebradas**, cauces o zonas que puedan presentar deslizamientos o desprendimientos.
- Tener **precaución en superficies que puedan volverse resbaladizas** o inestables.
- **Vigilar el comportamiento de los sistemas de drenaje**, verificando que el agua pueda circular y evacuarse adecuadamente (figura 15).
- **Evitar obstruir o intervenir los canales y sistemas de evacuación** mientras se desarrolla el evento, especialmente si existe riesgo para las personas.



Figura 15. Canaletas y drenajes.
Fuente: DMC, Sección Meteorología Agrícola. Elaboración propia.

¿Qué hacer después del evento?

Una vez finalizada la precipitación, es importante evaluar los daños en cultivos, suelos e infraestructura, identificando problemas como anegamiento, erosión o daños en caminos, estructuras y sistemas de riego y drenaje. También se pueden consultar los registros de precipitación disponibles en el portal de Servicios Climáticos de la DMC para conocer los montos de precipitación registrados en la zona.

Finalmente, registrar los daños y las medidas implementadas permitirá identificar los sectores más vulnerables del predio y mejorar la preparación frente a futuros eventos de precipitación intensa.

5.4. Vientos intensos

¿Cómo podemos anticiparnos?

Al igual que frente a otros eventos meteorológicos, se recomienda revisar la información disponible en la página de la DMC, como el pronóstico público, el Sistema de Alerta Meteorológica, las Advertencias Agrometeorológicas por viento y el Informe de Amenazas.

Cuando se pronostican vientos intensos, es importante revisar previamente la infraestructura y los elementos que puedan dañarse o desplazarse, como invernaderos, coberturas, techumbres, cercos, estructuras de soporte, cortinas y mallas cortaviento, además de asegurar otros objetos que puedan caer o ser desplazados.

¿Qué hacer durante el evento?

- **Restringir o suspender las labores agrícolas** que puedan representar un riesgo para las personas.
- **Evitar trabajar cerca de** árboles, estructuras, techumbres, postes u otros **elementos que puedan caer** o desprenderse.
- **Resguardar la maquinaria, herramientas y materiales** que puedan resultar dañados o desplazarse por efecto del viento.
- **Proteger a los animales**, evitando que permanezcan en sectores donde exista riesgo de caída de estructuras u otros elementos.
- **Evitar la aplicación de productos fitosanitarios**, ya que el viento puede provocar la deriva del producto, aumentando el riesgo de exposición para las personas, animales y otros cultivos (figura 16).



Figura 16. Aplicación productos fitosanitarios previo al evento. **Fuente:** DMC, Sección Meteorología Agrícola. Elaboración propia.

¿Qué hacer después del evento?

Una vez finalizado el evento, es importante evaluar los daños en cultivos e infraestructura, prestando especial atención a problemas como volcamiento, quiebre de tallos o ramas y desprendimiento de frutos.

Luego, se deben realizar las reparaciones necesarias y retirar, cuando sea seguro, los elementos que hayan quedado inestables o representen un riesgo. Registrar los daños y las medidas implementadas permitirá identificar los sectores más vulnerables y mejorar la preparación frente a futuros eventos de vientos intensos.

5.5. Tormentas eléctricas

¿Cómo podemos anticiparnos?

Ante el pronóstico de una tormenta eléctrica, se recomienda realizar un seguimiento de la información publicada por la DMC. Para ello, se puede revisar el pronóstico público, el Sistema de Alerta Meteorológica y el Informe de Amenazas.

Antes del inicio del evento, es importante reprogramar las labores que puedan representar un riesgo para las personas, animales o infraestructura expuesta. También se recomienda revisar y asegurar previamente la maquinaria, herramientas y otros elementos que puedan verse afectados.

¿Qué hacer durante el evento?

- **Suspender las labores agrícolas al aire libre** y evitar permanecer en espacios abiertos durante la actividad eléctrica.
- **Trasladar al personal y al ganado hacia lugares seguros**, evitando espacios abiertos, árboles aislados y estructuras que puedan representar un riesgo.
- **Resguardar maquinaria y herramientas**, siempre que pueda hacerse de forma segura antes del inicio del evento.
- Evitar manipular estructuras, equipos o instalaciones eléctricas durante la tormenta.
- **En caso de granizos instalar mallas protectoras** para reducir posibles daños en los cultivos (figura 17).



Figura 17. Mallas protectoras para granizos. **Fuente:** DMC, Sección Meteorología Agrícola. Elaboración propia.

¿Qué hacer después del evento?

Una vez finalizada la tormenta, se deben evaluar los posibles daños en los cultivos, animales, infraestructura y sistemas productivos. Luego, se deben realizar las reparaciones necesarias para restablecer su funcionamiento.

Finalmente, registrar los daños observados y las medidas implementadas permitirá evaluar el impacto del evento y mejorar la preparación frente a futuras tormentas eléctricas.

5.6. Ejercicios prácticos

DATE _____

a) En una parcela se pronostican tres días con temperaturas muy altas. Allí se cultivan hortalizas y además hay un grupo de animales.

¿Qué medidas implementarías antes y durante la ola de calor para proteger los cultivos y los animales? Menciona al menos tres medidas y explica por qué cada una sería útil.

b) Una familia tiene un huerto con frutales en floración y, además, cultiva hortalizas. El pronóstico indica que durante la noche podrían producirse heladas y al día siguiente se esperan precipitaciones intensas.

¿Qué acciones debería realizar la familia antes, durante y después de estos eventos para disminuir los posibles daños? Considera la protección de los cultivos, el manejo del agua y la revisión de los sistemas de drenaje.

c) En un establecimiento agrícola se pronostican vientos intensos y posteriormente tormenta eléctrica. En el lugar hay trabajadores, animales, maquinaria, cultivos e infraestructura.

Si fueras el encargado del establecimiento, ¿qué decisiones tomarías para proteger a las personas, los animales y los recursos? Ordena tus acciones según lo que harías antes, durante y después de los eventos y explica la importancia de cada una.

d) Un agricultor revisa las Advertencias Agrometeorológicas de la Dirección Meteorológica de Chile y observa que para su zona se pronostican heladas de intensidad significativa durante los próximos días. Considerando que las advertencias se emiten cuando un fenómeno podría generar impactos negativos en la actividad agropecuaria, ¿qué decisiones debería tomar el agricultor y qué información debería considerar antes de implementar medidas preventivas?

e) Elegir por grupo una de las siguientes situaciones:

SITUACIÓN 1: Quemadura de tomates por frío típico de la zona

SITUACIÓN 2: Pudrición en hortalizas con lluvia en verano

SITUACIÓN 3: Estrés en gallinas por altas temperaturas

- Indicar la variable meteorológica y la condición meteorológica o climática asociada.

- Buscar la información meteorológica o climática (datos) que permita validar la situación, a través de la página web de la DMC.

- Utilizar papelógrafo o breve presentación para exponer sus resultados y conclusiones.

6. Conclusión y discusión

En la Guía de Agrometeorología se presentan de manera simple y fácil de comprender los principales conceptos relacionados con la interacción entre las condiciones meteorológicas y las actividades agrícolas. Se destacó la importancia de la información meteorológica y climatológica para la planificación agrícola, así como algunos cambios que pueden experimentar los cultivos en sus distintas etapas de desarrollo frente a las variaciones en las condiciones ambientales.

Por otra parte, se analizaron indicadores agrometeorológicos como los grados día, las horas de frío y la evapotranspiración, junto con distintos productos de información disponibles para el sector agrícola. Estas herramientas permiten monitorear las condiciones ambientales y apoyar decisiones relacionadas con el manejo de los cultivos.

Posteriormente, se revisaron los conceptos de eventos meteorológicos extremos, desastres naturales y riesgo climático, considerando la relación entre amenaza, exposición y vulnerabilidad. También, se analizaron los principales eventos meteorológicos que pueden afectar la actividad agropecuaria, como olas de calor, heladas, precipitaciones intensas, vientos y tormentas eléctricas.

Finalmente, se mostraron distintas estrategias de prevención, mitigación y corrección frente a estos eventos, destacando la importancia de anticiparse, reducir sus impactos y evaluar los daños ocasionados. De esta manera, la agrometeorología entrega conocimientos y herramientas para comprender mejor las condiciones que influyen en la agricultura y favorecer una mejor preparación frente a sus cambios y desafíos.

Se concluye que es imprescindible tener un manejo adecuado y comprensible de la información meteorológica y climática generada por la DMC, saber interpretarla y darle un buen uso le permitirá al agricultor tomar la mejor decisión ante la llegada de algún fenómeno meteorológico y/o climático extremo, ayudándole a estar preparado para mitigar o reducir los posibles daños al cultivo.

6.1. Bibliografía

- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2024). Lightning and worker safety recommendations. CDC – Lightning and worker safety recommendations.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2024, 23 de mayo). Determinación de la evapotranspiración, ¿cómo se obtiene? CIREN.
<https://www.ciren.cl/noticias/determinacion-de-la-evapotranspiracion-como-se-obtiene/>
- Chen, L., Thorup, V. M., Kudahl, A. B., & Østergaard, S. (2024). Effects of heat stress on feed intake, milk yield, milk composition, and feed efficiency in dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 107(5), 3207–3218.
- FAO. (1989). *Arid zone forestry: Agroforestry and windbreaks*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO – Windbreaks and shelterbelts.
- FAO. (2007). *Agricultural drainage water management*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO – Agricultural drainage.
- FAO. (2007). *Waterlogging and drainage*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO.
- FAO. (2010). *Frost protection: Fundamentals, practice and economics*. Volume 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO.
- FAO. (2026). *Extreme heat in an El Niño year: How agrifood systems can prepare*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO.
- FAO & WMO. (2026). *Extreme heat and agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Meteorological Organization. La FAO presenta este informe como un análisis conjunto sobre los impactos del calor extremo en cultivos, ganado y sistemas agroalimentarios.
- Flores, P. C. (2007). *Requerimiento de frío en frutales: efectos negativos sobre la producción de fruta (Primera parte)*. *Agromensajes*, 23. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2025). *Investigadora INIA analiza impacto de heladas en praderas y ganado durante el invierno*.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2026). *INIA Intihuasi entrega recomendaciones para reducir el impacto de las lluvias en predios agrícolas y ganaderos*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate Change*

2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability.

- Martínez, J. P., Otárola, J., & Carrasco, J. (2024). Las heladas y su impacto en la agricultura (parte 1). Informativo INIA Rayentué, N.º 89.
- Mauro, C. (2012). Modelo predictivo de la fenología en uva de mesa validado para las regiones de Atacama y Coquimbo [Presentación]. Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF), proyecto Consolidación de la Red Agroclimática Nacional.
- Minoli, S., Jägermeyr, J., Asseng, S., Urfels, A., & Müller, C. (2022). Global crop yields can be lifted by timely adaptation of growing periods to climate change. *Nature Communications*, 13, 7079.
- National Weather Service. (2026). Lightning safety on the job. National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA/NWS – Lightning safety on the job
- Orrego-Verdugo, R., Abarca-del-Rio, R., & Lara-Urbe, C. (2021). Spatial dynamics and consistency of agroclimatic trends in Chile during 1985–2015 to the Köppen-Geiger climate classification. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 81(4), 618–632.
- Santibáñez Quezada, F. Cómo los cambios climáticos afectarán a la agricultura chilena.
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/314bc202-1869-4005-bd52-d1be702c76d0/content>
- University of Minnesota Extension. (2026). How agricultural drainage works. University of Minnesota Extension – Agricultural drainage

7. Anexos

7.1. Respuestas a preguntas

2. Agrometeorología

a) El agricultor debe conocer el pronóstico de heladas porque este fenómeno puede provocar daños importantes en los cultivos, especialmente cuando ocurre durante etapas fenológicas sensibles. Para reducir los posibles daños, puede adoptar medidas preventivas y ajustar el manejo del cultivo de acuerdo con la intensidad y duración de la helada pronosticada.

b) El adelanto de la floración y maduración puede relacionarse con el aumento de las temperaturas, ya que un mayor nivel térmico puede acelerar el desarrollo de las plantas y acortar su ciclo de crecimiento. Como medidas de adaptación, el productor podría ajustar las fechas de siembra, seleccionar variedades con diferentes requerimientos térmicos o modificar las prácticas de manejo, buscando que las etapas sensibles ocurran en condiciones ambientales más favorables

c) El agricultor debería consultar el Informe de Amenaza de la Oficina de Meteorología Agrícola de la DMC. Este informe entrega un pronóstico meteorológico para los próximos tres días, además de un comentario agrometeorológico que explica el posible impacto de las condiciones previstas sobre las actividades agropecuarias. Esta información permite identificar riesgos y tomar medidas preventivas oportunamente.

3. Indicadores agrometeorológicos

a) **Grados día:** se utilizarían para conocer la acumulación de calor disponible para el crecimiento y desarrollo del cultivo, considerando la temperatura umbral requerida por la especie.

Horas de frío: se utilizarían para determinar la acumulación de bajas temperaturas durante el período invernal, especialmente importante en frutales caducos para cumplir sus requerimientos de frío y salir adecuadamente del receso.

Evapotranspiración: se utilizaría para estimar el consumo o pérdida de agua del sistema suelo-planta, considerando tanto la evaporación del suelo como la transpiración de las plantas. Esta información permite apoyar decisiones relacionadas con el riego.

b) Dormancia

c) Falso, ya que el coeficiente de cultivo tiene valores distintos al inicio y final de su desarrollo.

d) Persistentes

4. Desastres naturales y eventos extremos

a) Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie terrestre es menor a los 0°C y tiene mayor frecuencia durante los meses de invierno.

b) iv)

c) Se necesita la temperatura máxima del día y de 30 años para calcular el umbral.

d) ii)

e) Usando Quinta Normal (330020) como estación cercana:

- El año pasado (2025), se registraron 4 días con heladas.
- La helada que duró menos fue el 29 de junio con -0.2°C y la que duró más el 23 de agosto con -1.4°C .

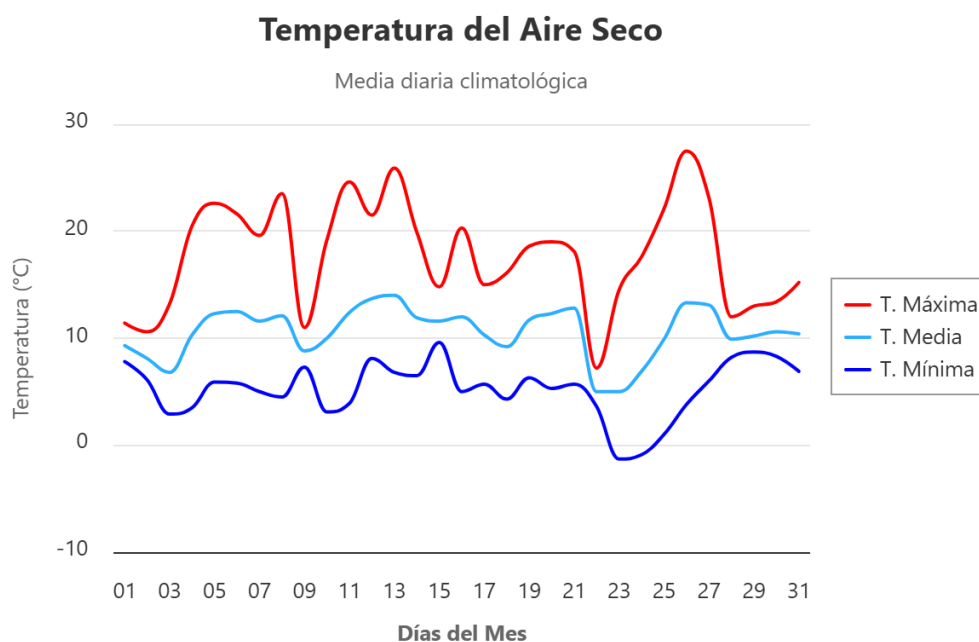


Figura 18. Serie de tiempo de temperatura mínima, máxima y media para la estación meteorológica Quinta Normal, Santiago, durante el mes de agosto del 2025. **Fuente:** DMC, Portal de Servicios Climáticos.

- La temperatura máxima osciló entre los 10°C y los 28°C , salvo los días 09 y 22 que disminuyó notoriamente. Este último día mencionado (22 de agosto), tanto la temperatura máxima, mínima y media presentaron una disminución e incremento en los días posteriores.
- Este evento de heladas podría congelar o quemar los cultivos de frutales, dependiendo de la disponibilidad de vapor ambiental y de la fase fenológica en que se encuentren los árboles.

f)

Situación	Tiempo	Clima	Evento extremo	Pronostico
Caída de flores en frutales por viento intenso	x		Viento intenso	Corto plazo
Quemadura de tomates por frío típico de la zona	x		Helada	Corto plazo
Recambio productivo a otro cultivo por falta de agua		x	Sequía	Estacional
Pudrición en hortaliza con lluvia en verano (R. de Valparaíso)	x		Precipitación	Corto plazo
Estrés en gallinas por altas temperaturas	x		Altas temperaturas máximas	Corto plazo

5. Métodos de mitigación de daños

a)

- Asegurar la disponibilidad de agua para riego, para evitar que los cultivos sufran estrés hídrico debido a las altas temperaturas.
- Realizar las labores agrícolas durante las horas de menor temperatura, reduciendo la exposición de los trabajadores y evitando realizar actividades en los momentos de mayor calor.
- Proporcionar sombra y agua fresca para los animales, para proteger su bienestar y disminuir los efectos del estrés térmico.
- Monitorear constantemente las condiciones meteorológicas, de manera que sea posible anticipar el evento y planificar las labores.
- Después de la ola de calor, se debe evaluar los posibles daños a los cultivos, animales e infraestructura, además de revisar que los sistemas de riego continúen funcionando correctamente.

b)

- Antes de la helada: la familia debería identificar los cultivos más sensibles, especialmente los frutales en floración y las hortalizas. También podría utilizar mallas térmicas o sistemas de riego antiheladas para proteger las plantas de las bajas temperaturas.

- Durante las precipitaciones: se deberían evitar las labores en sectores donde exista riesgo de inundación o acumulación de agua. Además, sería importante vigilar el funcionamiento de los sistemas de drenaje y canaletas, asegurándose de que estén limpios y despejados para facilitar la evacuación del agua.

- Después de los eventos: se deberían revisar los cultivos para identificar daños provocados por las bajas temperaturas o el exceso de humedad. En caso de daños severos por la helada, se puede retirar el material vegetal afectado cuando corresponda. También se deben restablecer los sistemas de drenaje y riego y continuar monitoreando los cultivos para observar su recuperación.

c)

- Antes de los eventos: se deberían monitorear las condiciones meteorológicas y revisar la infraestructura que pudiera resultar dañada. También sería necesario verificar las cortinas cortaviento y mallas antiventicas, especialmente en las zonas más expuestas. Además, se deben planificar las labores para evitar que trabajadores y animales queden expuestos a situaciones peligrosas.

- Durante los eventos: se deben suspender las labores que representen un riesgo, especialmente durante la tormenta eléctrica. Los trabajadores, animales y maquinaria deben ser resguardados, y se debe evitar permanecer en sectores expuestos. También es importante proteger la infraestructura y otros recursos del establecimiento.

- Después de los eventos: se debe realizar una evaluación de los daños en los cultivos, infraestructura y sistemas productivos. En el caso del viento, se debe prestar especial atención a posibles daños por volcamiento de cultivos y revisar cercos y otras estructuras. Finalmente, se deben realizar las reparaciones necesarias para recuperar el funcionamiento normal del establecimiento.

d) El agricultor debería revisar la advertencia agrometeorológica y evaluar cómo las heladas pronosticadas podrían afectar sus cultivos o animales. Luego, debería adoptar medidas preventivas según el nivel de riesgo, considerando que el pronóstico puede actualizarse y cambiar. También debe mantenerse informado mediante las actualizaciones de la Dirección Meteorológica de Chile para ajustar sus decisiones de manejo si cambian las condiciones previstas.

e)

- SITUACIÓN 1:

1) Variable meteorológica: Temperatura mínima

Condición meteorológica o climática: Heladas o bajas temperaturas mínimas.

2) Revisar los datos en el monitor de heladas y el comportamiento de la temperatura del mes en la portal de Servicios Climáticos de la DMC.

- SITUACIÓN 2:

1) Variable meteorológica: Precipitación.

Condición meteorológica o climática: Evento de precipitación en verano

2) Revisar los datos de precipitación del mes en el portal de Servicios Climáticos de la DMC.

- SITUACIÓN 3:

1) Variable meteorológica: Temperatura máxima.

Condición meteorológica o climática: Altas temperaturas máximas y/o posible evento de ola de calor.

2) Revisar el comportamiento de la temperatura del mes en el portal de Servicios Climáticos de la DMC y confirmar si es o no ola de calor con el monitor de olas de calor, en caso que sean más de tres días con altas temperaturas.

En el punto 3) de las 3 situaciones se espera que presenten los dos puntos anteriores, idealmente con los datos numéricos, por ejemplo: a que temperatura se llegó, comparándolo con las condiciones normales para la época y los valores de los días anteriores.

7.2. Glosario

AGROMETEOROLOGÍA (ver Meteorología Agrícola)

Rama de la meteorología dedicada al estudio de los elementos meteorológicos y climáticos, y su influencia operativa o de planificación en las diversas actividades silvoagropecuarias. Estudio de la interacción entre los factores meteorológicos e hidrológicos, por una parte, incluyendo la horticultura, la ganadería y la silvicultura.

AGROCLIMATOLOGÍA

Estudio -en su sentido más amplio- de los efectos del clima, incluyendo su variabilidad y sus cambios, sobre la agricultura.

AMENAZA

Fenómeno o condición que puede causar impactos negativos en un territorio o sistema.

ANEGAMIENTO

Acumulación temporal de agua sobre un terreno debido a que el agua no puede infiltrarse o evacuarse adecuadamente.

CAMBIO CLIMÁTICO

Variación significativa y persistente de las condiciones climáticas durante períodos prolongados. Puede tener causas naturales y antropogénicas.

CICLO DE CULTIVO

Período que comprende las distintas etapas de desarrollo de un cultivo.

COEFICIENTE DE CULTIVO

Factor que permite ajustar la evapotranspiración de referencia a las necesidades de agua de un cultivo según su etapa de desarrollo.

CORRECCIÓN

Acciones realizadas después de un evento para evaluar, reparar y recuperar los daños ocasionados.

DESASTRE

Situación que ocurre cuando un fenómeno provoca daños importantes en personas, infraestructura, actividades productivas o sistemas naturales, afectando su funcionamiento.

DORMANCIA (RECESO, REPOSO, VERNALIZACION)

“Descanso” denominado Receso o Reposo invernal que cumplen las especies caducifolias, debido a factores internos de la planta, que la mantienen inactiva aun en presencia de condiciones favorables para su crecimiento y desarrollo respecto a elementos meteorológicos.

EROSIÓN

Proceso mediante el cual el suelo es desprendido y transportado por agentes como el agua o el viento.

ESCORRENTÍA

Agua proveniente de la precipitación que circula sobre la superficie del terreno.

ETAPA FENOLÓGICA

Fase específica del desarrollo de una planta, como brotación, floración, cuaja o maduración.

EVAPOTRANSPIRACIÓN

Pérdida de agua hacia la atmósfera debido a la combinación de la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas.

EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA

Estimación de la pérdida de agua de una superficie de referencia bajo condiciones meteorológicas determinadas.

EVENTO METEOROLÓGICO EXTREMO

Fenómeno meteorológico cuya intensidad, duración o frecuencia supera los valores considerados normales para un lugar y período determinado.

EXPOSICIÓN

Presencia de personas, infraestructura, cultivos, animales u otros elementos en lugares que podrían verse afectados por una amenaza.

GRADOS DÍAS (G/D)

Un grado día corresponde a 1 °C de temperatura sobre un umbral mínimo de desarrollo durante 24 horas. Este concepto afirma que el crecimiento de una planta es diferente de acuerdo a la cantidad de calor a la cual está sometida durante su vida y esa cantidad de calor es expresado en grados día. Se considera grado día base, a la diferencia de la temperatura media diaria sobre un mínimo de temperatura necesario para la especie.

Diferencia algebraica expresada en grados, entre la temperatura media de un cierto día y una temperatura umbral o de referencia. Para un período dado (meses, años) es la suma algebraica de los grados día de los diferentes días del período.

GRANIZO (PEDRISCO)

Precipitación de glóbulos o trozos de hielo cuyo diámetro es mayor de 5 mm. Este fenómeno se observa durante fuertes tormentas convectivas en las cuales el desarrollo de las cumulonimbus es rápido.

HELADA

Fenómeno que se presenta cuando la temperatura desciende a un valor igual o inferior al punto de congelamiento del agua, es decir, a 0 °C. También se define así a la ocurrencia de temperaturas iguales o inferiores a 0 °C, independiente de su duración o intensidad. Si a las 18:00 horas se tiene cielo despejado y una temperatura ambiente igual o menor a 3 °C, existe una alta probabilidad que se presente el fenómeno de helada.

Desde el punto de vista de la agricultura, la helada se produce cuando la temperatura del aire desciende a valores que producen daño al vegetal, inclusive su muerte.

HELADA SUPERFICIAL

Cuando la temperatura del suelo desciende a 0°C o un termómetro ubicado a 1.5 metros del suelo marca valores positivos de hasta 3°C.

HORAS DE FRÍO

Intervalo de tiempo en que las temperaturas se encuentran entre 0 y 7 °C, considerando su registro desde el comienzo de la caída de las hojas, hasta fines de invierno. Tradicionalmente se aceptan como fechas umbrales al período comprendido entre el 1° de mayo y el 31 de agosto.

MITIGACIÓN

Acciones orientadas a disminuir o limitar los efectos negativos de una situación.

OLA DE CALOR

Período de al menos tres días consecutivos en que la temperatura máxima diaria supera un umbral extremo determinado, como el percentil 90.

OLA DE FRÍO

Período de al menos tres días consecutivos en que la temperatura mínima diaria se encuentra bajo un umbral extremo, como el percentil 10.

PERCENTIL 10

Valor de referencia que permite identificar valores excepcionalmente bajos respecto a una base de datos.

PERCENTIL 90

Valor de referencia que permite identificar valores excepcionalmente altos respecto a una base de datos.

PRECIPITACIÓN INTENSA

Precipitación que ocurre con una intensidad suficientemente alta como para generar impactos como anegamientos, inundaciones, escorrentía o erosión.

PREVENCIÓN

Acciones realizadas antes de un evento para evitar que ocurran daños o reducir la probabilidad de que se produzcan.

PRONÓSTICO METEOROLÓGICO

Es la estimación del estado futuro de la atmósfera en base a las condiciones meteorológicas actuales.

RACHA

Es un aumento brusco del viento con respecto a su velocidad media tomada en un cierto intervalo de tiempo. Su duración es menor de 20 segundos y una variación de cuando menos 15 km/h; va seguida de un descenso en el viento.

RIESGO

Posibilidad de que una situación o fenómeno genere consecuencias negativas para las personas, los sistemas o el entorno.

TEMPERATURA BASE

Temperatura mínima a partir de la cual se considera que un cultivo puede desarrollarse; por debajo de ella, el desarrollo se detiene o retrasa.

TORMENTA ELÉCTRICA

Fenómeno atmosférico asociado a actividad eléctrica, caracterizado por la presencia de rayos y truenos y que puede estar acompañado de precipitaciones intensas, vientos fuertes y granizo.

VULNERABILIDAD

Condición que determina qué tan susceptible es una persona, comunidad o sistema frente a una situación o fenómeno.