Unidad didáctica 2. Componentes y adversidades del tiempo y clima

Radiación solar, temperatura del suelo y el aire, humedad atmosférica, precipitación (lluvia, granizo). Importancia biológica y meteorológica. Medición. Caracterización. Heladas: tipos, régimen agroclimático de heladas. Protección de cultivos contra heladas: métodos directos e indirectos. Métodos de lucha contra granizo. Evaporación y evapotranspiración: concepto, causas y factores. Evapotranspiración potencial y real. Estimación de la evapotranspiración potencial. Medición de la evaporación y evapotranspiración. El balance hidrológico del suelo: elementos, fórmulas y tipos de balance. Sequía: concepto meteorológico y agrometeorológicos, tipos.

Adversidades agrometeorológicas

HELADAS –GRANIZO - VIENTO

HELADA

Definición meteorológica

Todo descenso de la temperatura del aire a un valor igual o por debajo de los 0 ºC, medido con el termómetro de mínima colocado dentro del abrigo meteorológico a 1,5 m de altura desde el suelo

Definición agrometeorológica

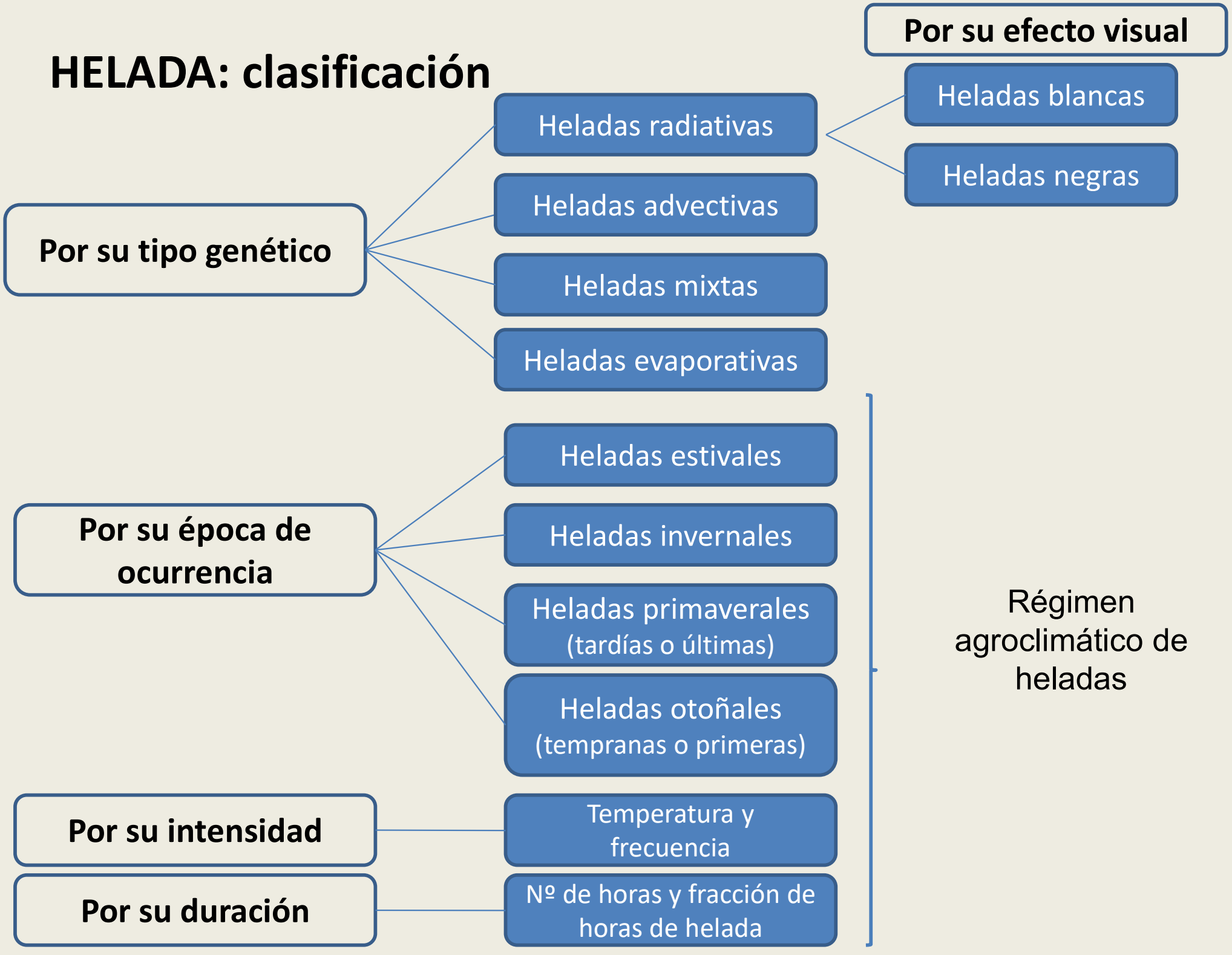
Todo descenso de la temperatura del aire capaz de causar daño en los tejidos vegetales

	Susceptibilidad
Cultivos tropicales	3 a 5 ºC
Trigo (macollaje)	-6 a -7 ºC
Trigo (espigazón)	-1 a -2 ºC

Helada agrometeorológica

Amplio rango térmico, según la susceptibilidad de las especies (valor genérico de 3 ºC en abrigo meteorológico)

HELADA: clasificación

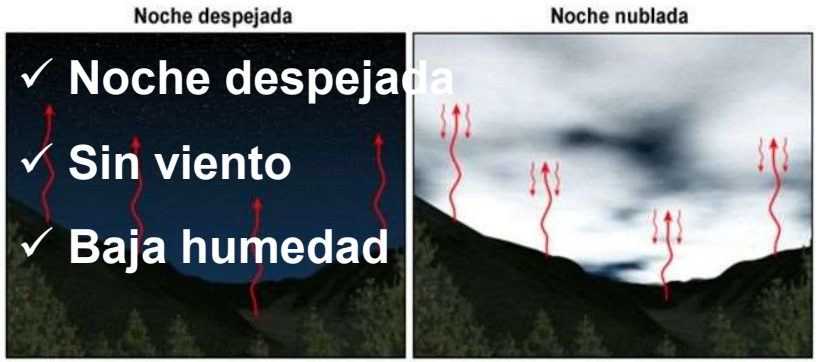


Heladas según su tipo genético

Heladas radiativas

Predominantes en zonas agrícolas de la Argentina

Condiciones predisponentes

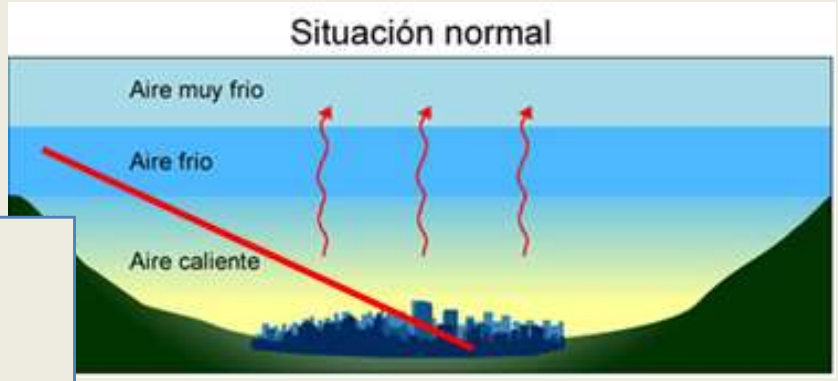


Fuente: Pinche Laurre, C. 2018.
https://slideplayer.es/slide/14189550/
©The COMET Program

Pérdida de calor desde el suelo y plantas por radiación

(Balance de radiación negativo)

Enfriamiento sucesivos en capas de aire cercanas al suelo



Techo de inversión

Altura a la cual se retoma la variación normal de la temperatura con la altura

Depende de:

- ✓ Características del suelo
- ✓ Cobertura vegetal
- ✓ Condiciones meteorológicas

Altura variable: 9 a 60 m

Importante
Protección de cultivos

Heladas radiativas

Helada blanca

Masas de aire con elevado contenido de humedad

Menor daño de tejidos vegetales por liberación de calor durante el congelamiento del agua

Helada negra

Masas de aire con bajo contenido de humedad

Mayor daño, se incrementa la deshidratación

Heladas advectivas

Poco frecuentes en la Argentina

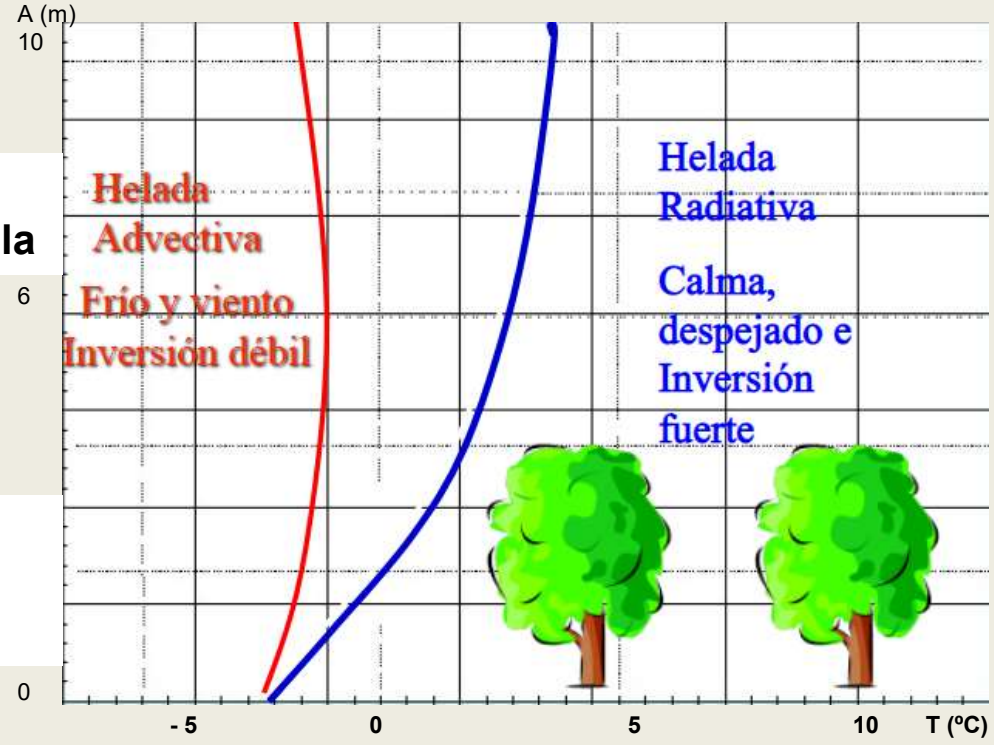
Avance de una masa de aire frío con temperatura del aire inferior al punto de congelación y presencia de viento

- ✓ Dinámicas (siempre con movimiento del aire)
- ✓ Regionales (abarcan grandes extensiones)
- ✓ No dependen de la características de la noche
- ✓ Pueden darse varias noches seguidas
- ✓ Afectan a los lugares más altos
- ✓ No se pueden combatir
- ✓ Ausencia de inversión térmica (turbulencia)

Helada advectiva

Inversión térmica de menor intensidad o nula

T constante con la altura, o sigue el gradiente normal



Helada radiativa

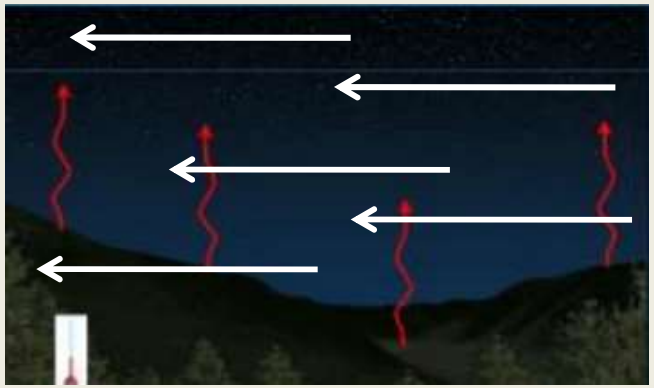
Inversión térmica

T cercana al suelo más fría que las capas superiores (hasta el techo de inversión)

Fuente: adaptado de Murphy y Hurtado (Eds). Agrometeorología. 2013.

Heladas mixtas

Ocurrencia simultánea sobre una región



Avance de una masa de aire frío (T > 0 ºC), seco y a velocidad baja

Cielo despejado: balance de radiación nocturno negativo

Muy frecuente en zonas agrícolas de la Argentina

Génesis de heladas

Primaverales
Otoñales

Heladas según su época de ocurrencia

Según momento en que se produzca el descenso de la temperatura del aire que pueda provocar daños en las plantas

Peligrosidad

Sensibilidad al frío de la fase en la que se encuentre la planta

Régimen agroclimático de heladas

Heladas estivales

- Poca intensidad
- Corta duración
- Poco frecuentes en la Argentina

→ **Intensidad** (temperatura más baja registrada)

Heladas invernales

- Argentina: escasa peligrosidad (T extremas > niveles críticos de cultivos invernales)

→ **Intensidad** (temperatura más baja registrada)

Heladas primaverales o tardías

- Más tardías: mayor peligrosidad

- Plantas en estados fenológicos de alta sensibilidad al frío:
  Floración y brotación en plantas perennes
  Nacimiento de plantas anuales

→ **Fecha de ocurrencia** (fecha media y extrema de últimas heladas)

→ **Intensidad** T mínima mensual

Heladas otoñales o tempranas

- Más tempranas mayor peligrosidad

- Plantas en estados fenológicos de alta sensibilidad al frío:
  Maduración de frutos o yemas

→ **Fecha de ocurrencia** (fecha media y extrema de primeras heladas)

Situación en la Argentina

HELADAS TARDÍAS

Provocan los principales daños al afectar a cultivos en brotación (vid, papa) o floración (frutos de carozo), disminuyen calidad de caña de azúcar en Tucumán

Ushuaia, Malargüe: fecha extrema de última helada: mediados de enero

Carmen de Patagones (Viedma): prácticamente no se registran heladas tardías

Resto del país: expuesto a heladas primaverales

HELADAS TEMPRANAS

Provocan daños en caña de azúcar, algodón, olivos

Santa Cruz, La Quiaca: heladas más tempranas

Formosa: primeras heladas ocurren muy tardíamente

Heladas según su intensidad

Según la temperatura mínima anual registrada a 1,5 m en el abrigo meteorológico

Serie de años de registro

-Temperatura mínima anual media
- Dispersión (desviación típica)
- Probabilidad de ocurrencia de temperaturas mínimas según su magnitud

Peligrosidad

Temperatura crítica para la especie / variedad, según su fase fenológica

HELADA: según su intensidad

Valores de temperaturas críticas en frutales de hoja caduca

CULTIVO	ESTADIO	10% MORTANDAD	90% MORTANDAD
Ciruelo (Italiano)	Yema hinchada	-11,1	-17,2
	Yema hinchada (color blanquecino en la punta)	-8,9	-16,9
	Botones visibles (Las escamas se separan y se ven los botones de color verde)	-8,1	-14,8
	Botones florales todavía reunidos	-5,4	-11,7
	Los botones se separan (Ápice blanco de la corola visible)	-4,0	-7,9
	Primera flor	-4,3	-8,2
	Plena floración	-3,1	-6,0
	Caída de los pétalos	-2,6	-4,3
Peral (Bartlett)	Las yemas empiezan hincharse (Las escamas se separan)	-8,6	-17,7
	Yemas florales expuestas	-7,3	-15,4
	Aparición de botones florales todavía reunidos	-5,1	-12,6
	Los sépalos dejan ver los primeros pétalos	-4,3	-9,4
	Los sépalos dejan ver todos los pétalos	-3,1	-6,4
	Primera flor	-3,2	-6,9
	Plena floración	-2,7	-4,9
	Post floración	-2,7	-4,0

El 10% de mortandad y el 90% de mortandad implican que 30 minutos a la temperatura indicada se espera que provoque la muerte de un 10% y un 90% de la parte de planta afectada durante el estadio fenológico indicado.

FUENTE: Proebsting y Mills, 1978.

Valores de temperaturas críticas en cultivos anuales de grano y/o forraje

Cultivo	Germinación	Floración	Fructificación
Trigo	-10	-1	-4
Avena	-9	-2	-4
Cebada	-8	-2	-4
Girasol	-6	-3	-3
Maíz	-3	-2	-3
Soja	-4	-3	-3
Sorgo	-5	-2	-3

Clasificación de heladas según su intensidad

(Anguil, La Pampa)

Heladas	Rango T mínimas
Suaves	0 a -1,9 ºC
Moderadas	-2,0 a -3,9 ºC
Intensas	-4,0 a -5,9 ºC
Muy intensas	< -6,0 ºC

Fuentes: http://www.fao.org/docrep/012/y7223s/y7223s05.pdf
Pezzola, N.A. INTA. https://inta.gob.ar/noticias/heladas-en-la-agricultura
García F., C. Sostillo, G. Casagrande & G. Vergara. 2015. Caracterizacion del régimen de heladas en Anguil, provincia de La Pampa (Argentina)Semiárida Rev. Fac. Agron. UNLPam Vol. 25(1): 17-23

Heladas según su duración

Cantidad de horas con temperatura ≤ 0 ºC

Cantidad de horas con temperaturas ≤ temperatura crítica para la especie / variedad

Peligrosidad

Duración del tiempo de congelamiento
Velocidad de congelamiento y deshielo

Importante

Planificación de lucha contra heladas
Hora de inicio y final de la helada

Protección de los cultivos contra el daño de heladas

Métodos indirectos	Métodos directos
- Evitar daños a los cultivos a través de su manejo - No actúan sobre el microclima	-Tratan de evitar la ocurrencia de la helada o disminuir su incidencia - Actúan sobre el microclima

Métodos indirectos:

- ❖ Ubicación de la zona de cultivo
- ❖ Época de cultivo
- ❖ Selección de especies y/o variedades por su tolerancia a bajas temperaturas
- ❖ Prácticas culturales

Métodos directos pasivos:

Se aplican antes de la ocurrencia de la helada para reducir o evitar daño por frío

- ❖ Manejo del suelo
- ❖ Manejo de cauces de aire frío

Métodos directos activos:

Se aplican durante la ocurrencia de la helada para aumentar la temperatura de las plantas, evitando llegar a su umbral crítico

- ❖ Cobertura
- ❖ Nieblas y humos artificiales
- ❖ **Riego por aspersión**
- ❖ Calefacción
- ❖ Ventilación o remoción del aire

Métodos indirectos

Ubicación de la zona de cultivo

Evitar implantar los cultivos en zonas con riesgo de helada

- Evitar sitios con formación de nieblas bajas cercanas al suelo (nieblas radiativas)
- Revisar la topografía del lugar: evitar plantar en zonas bajas
- Conocer las características del suelo: capacidad de conducción y almacenamiento de calor
- Ubicar cultivos cerca de grandes cuerpos de agua

Elección de la época de cultivo

Conocer la duración del ciclo de cultivo y el periodo libre de heladas

- Determinar fecha de siembra o plantación

Selección de especies y/o variedades

Por su ciclo y/o resistencia al frío

- Elegir especies y/o variedades cuyo periodo de sensibilidad máxima (flores o frutos recién cuajados) no coincida con el periodo de heladas o sean más resistentes a bajas temperaturas

Prácticas culturales

- Poda y densidad de plantación: facilitar el drenaje de aire frío
- Demalezar y mantener el suelo compacto entre las filas de cultivo
- Mantener buena sanidad

Métodos directos pasivos

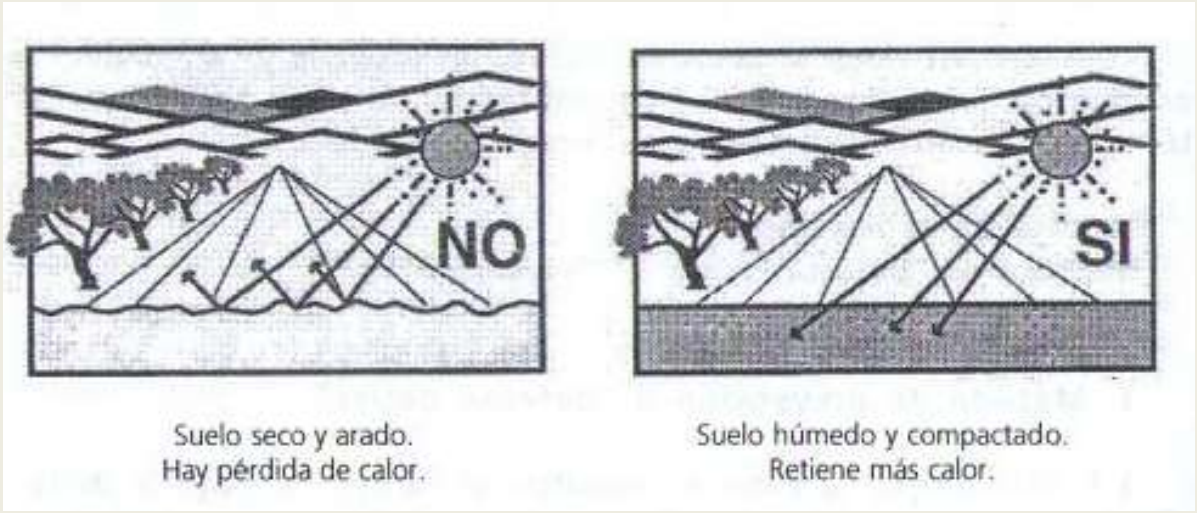
Manejo del suelo

Húmedo
(capacidad de campo a
50% del umbral crítico de agua)

Liso, compacto, con buena estructura

Suelo seco es más claro
> reflexión de radiación
< absorción de radiación

Suelo removido
Almacena aire entre los terrones, tendiendo a almacenar y transferir menos calor



Objetivo:

Aumenta el almacenaje de calor y mejorar su transferencia

Útil para la protección frente a **Heladas radiativas**

Fuente de la imagen: Guía práctica de defensa contra heladas en el Valle Inferior del Río Chubut. INTA
Disponible en: https://www.tecmes.com/wp-content/uploads/2015/11/guia-practica-contra-heladas-Chubut.pdf

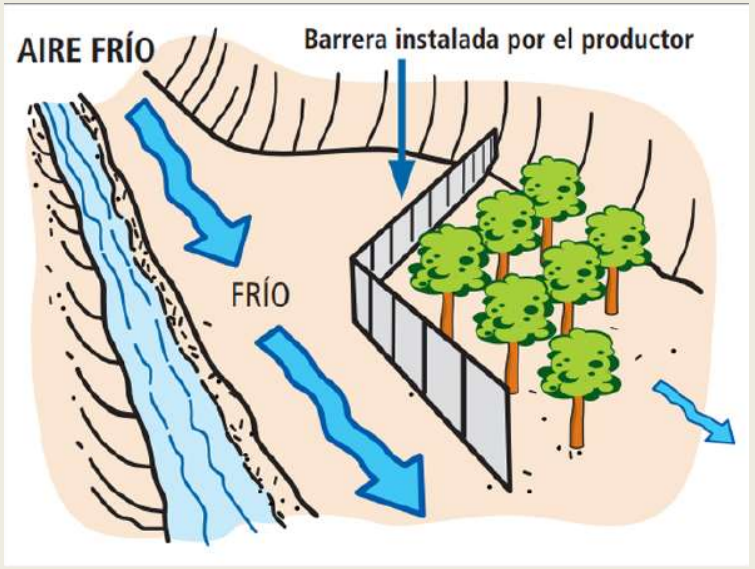
Métodos directos pasivos

Manejo de los cauces de aire frío

- Conocer cómo se da la circulación del aire frío en el lugar: bajos, cauces de agua

- Observar la presencia de barreras que impidan la salida del aire frío y eliminarlas

Fuente de la imagen:
Guía práctica de defensa contra heladas en el Valle Inferior del Río Chubut. INTA
Disponible en: https://www.tecmes.com/wp-content/uploads/2015/11/guia-practica-contra-heladas-Chubut.pdf



Fuente de la imagen:
Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF). Disponible en: http://www.fdf.cl,) Revisado por Portalfruticola.com (http://portalfruticola.com/)

Métodos directos activos

Cobertura

Objetivo:

Aumentar la contrarradiación durante la noche: útil para la protección frente a **Heladas radiativas**

Heladas advectivas: por bloqueo del viento

Métodos directos activos

Riego por aspersión

Objetivo

Que la planta utilice el calor latente de solidificación, reemplazando al calor que pierde por radiación

Líquido a sólido
Libera 80 cal/g

Sólido a vapor
Absorbe 600 cal/g

Se transmite a los órganos por conducción

Importante: **Se requiere lluvia completa y continua: siempre debe haber agua líquida congelándose sobre la planta**

Servicios de alarma

SERVICIO DE ALERTA PARA CONTROL DE HELADAS

Es un programa que el INTA ofrecerá a los productores y Asesores del Valle Inferior del Rio Chubut para prevenir el riesgo y disminuir los efectos dañinos.

Se llevará a cabo durante los meses de agosto y noviembre, momento en que se produce la floración y posterior crecimiento de los frutos.

Para proteger el daño que pueden ocasionar las heladas, los productores utilizan distintos mecanismos de defensa, y para que estos sean más eficientes, el servicio de alarma constituye una herramienta que brinda información y acompañamiento en las noches en que se perciben descensos de temperatura, abarcando todo el Valle Inferior del Rio Chubut.

Para que el sistema funcione es necesario que Ud., señor productor, tome los datos de temperatura y los transmita a una central.

Con esos datos se elaborará el pronóstico y Ud. podrá defender su producción en la época crítica del cultivo.

GRANIZO

Precipitación sólida de conglomerados policristalinos de hielo que forman las piedras de granizo

Características

Se forma en nubes del género cumulonimbus (2.000 a 12.000 m)

Se registra en zonas poco extensas, muy localizadas

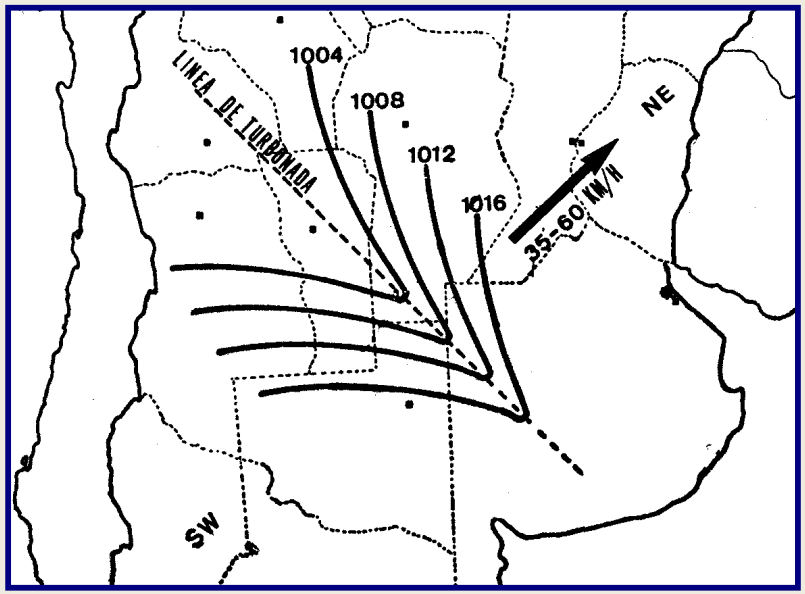
Condiciones de formación

Corrientes ascendentes en una extensa área del cumulonimbus

Disminución rápida de la temperatura con la altura

Épocas: Primavera – Verano Horas diurnas

Dónde: Latitudes medias: 20º a 55º latitud



TORMENTAS GRANICERAS

MÉTODOS DE LUCHA

a) **Siembra de núcleos de ioduro de plata en nubes graniceras**

b) **Uso de mallas**

c) **Seguros**

Fuente de la imagen. Agricultura y contingencias climáticas. Gobierno de Mendoza. http://www.contingencias.mendoza.gov.ar/web1/lucha_antigranizo/aeronautica/aviones.html
Gobierno de Mendoza. 2018. https://www.mendoza.gov.ar/prensa/avanza-la-construccion-de-veinticinco-invernaderos-horticolas-en-el-sur-provincial/

VIENTO

Como adversidad climática:

Deshidratación – aumento ET: vientos cálidos y secos

Érosión eólica

Daños mecánicos: rotura de plantas o infraestructura

Perjuicios en la polinización

Traslado de agentes causantes de enfermedades

CORTINAS FORESTALES

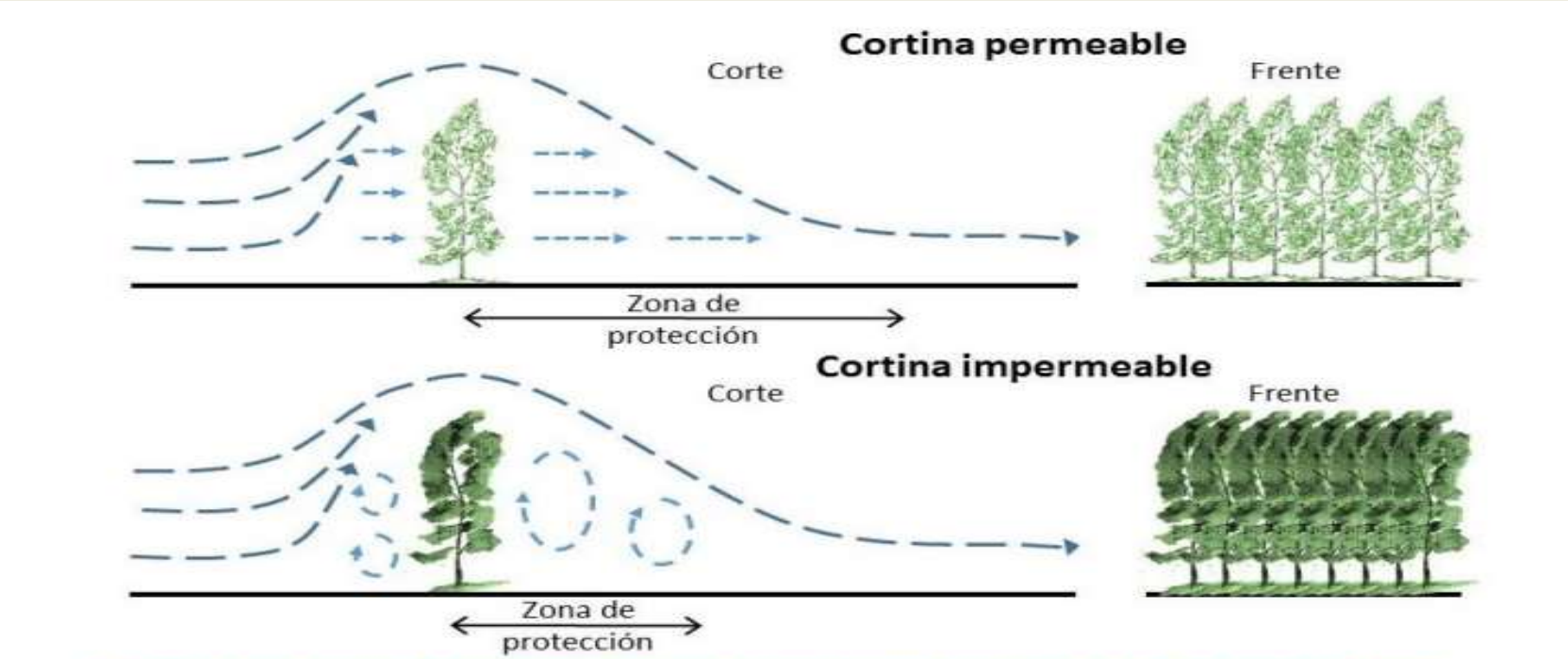


Figura 3. Comportamiento del viento en cortinas forestales con distinta densidad (adaptado de Tassara et al., 2008).

Fuente de la imagen. Oberschelp *et al*. (2020). Cortinas forestales: rompevientos y amortiguadoras de deriva de agroquímicos. Ediciones INTA. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_cortinas_forestales.pdf

Densidad óptima: 35 a 40 %

Diseño aerodinámico

Mayor protección a mayor velocidad del viento

Vientos de 20 km/h 30 % protección

Vientos fuertes 50 % protección

CORTINAS FORESTALES

Otras modificaciones al microclima

Heladas más intensas (menor drenaje del aire frío)

Mayor amplitud térmica en el área protegida

Efecto de sombra

Mayor humedad del aire

Menor evaporación

Mejor conservación de la humedad del suelo

CORTINAS