

HELADAS

SERIE
Fascículos



CENTRO NACIONAL
DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN



SERIE Fascículos

SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Lic. Santiago Creel Miranda
Secretario de Gobernación

Lic. María del Carmen Segura Rangel
Coordinadora General de Protección Civil

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE
DESASTRES

M. en I. Roberto Quaas Weppen
Director General

Dr. Sergio M. Alcocer Martínez de Castro
Coordinador de Investigación

M. En I. Enrique Guevara Ortiz
Coordinador de Instrumentación

M. en I. Tomás A. Sánchez Pérez
Coordinador de Difusión

Lic. Gloria Luz Ortiz Espejel
Coordinadora de Capacitación

Profra. Carmen Pimentel Amador
Secretaria Técnica

1a. edición, diciembre 2001

©Secretaría de Gobernación
Abraham González No. 48,
Col. Juárez, Deleg. Cuauhtémoc,
C. P. 06699, México, D. F.

©Centro Nacional de Prevención de Desastres
Av. Delfín Madrigal No. 665,
Col. Pedregal de Santo Domingo,
Deleg. Coyoacán, C. P. 04360, México, D. F.
Teléfonos:
(55) 54 24 61 00
(55) 56 06 98 37
Fax: (55) 56 06 16 08
e-mail: editor@cenapred.unam.mx
www.cenapred.unam.mx

Autores:

M.en G. Lucía Guadalupe Matías Ramírez, Dr. Óscar Arturo Fuentes Mariles
y M. en I. Fermín García Jiménez

Revisión:

Dr. Martín Jiménez Espinosa

Diseño y edición:

Demetrio Vázquez Sánchez
Susana González Martínez

Responsable de la Publicación

M. en I. Tomás A. Sánchez Pérez

ISBN: 970-628-614-4

Derechos reservados conforme a la ley.
Impreso en México. Printed in Mexico

Distribución Nacional e Internacional:
Centro Nacional de Prevención de Desastres

EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES
EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

Heladas

3	Introducción
3	Definición de heladas
4	Factores meteorológicos que intervienen en la ocurrencia de heladas Balance regional de la radiación Circulación general de la atmósfera
6	Elementos meteorológicos que afectan la formación de heladas Viento Nubosidad Humedad atmosférica Radiación solar
8	Clasificación de las heladas Clasificación de las heladas a partir de su origen climatológico Clasificación de las heladas por la época en que ocurren Clasificación de las heladas por su efecto visual
12	Efectos de las heladas en los cultivos Internos Externos Inmediatos Acumulativos
12	Diferencia entre helada y nevada
13	Distribución de las heladas Las heladas a escala mundial Las heladas en México
16	Medidas de protección contra las heladas Medidas de protección en las personas Medidas de protección en cultivos
20	Recomendaciones para protección civil Medidas previas al fenómeno de la helada Medidas durante la helada
24	Estadísticas de heladas en la República Mexicana de 1989 a 2001
32	Conclusión
33	Glosario
35	Bibliografía

Introducción

México es afectado año con año por diferentes fenómenos de origen meteorológico, algunos impactan a la población en forma impetuosa como los huracanes; pero otros, como es el caso de las heladas, dejan sentir lentamente su presencia destructiva y causan graves daños.

El fenómeno de la helada puede provocar pérdidas a la agricultura y afectar a la población de las zonas rurales y ciudades; sus inclemencias la sufren, sobre todo, las personas que habitan en casas frágiles o que son indigentes. En la República Mexicana, las heladas ocurren principalmente durante el invierno.

La mayoría de los decesos que se registran en nuestro país durante las heladas, se deben más bien a la intoxicación con bióxido de carbono, producido por los calentadores inadecuados que se utilizan en las viviendas para combatir el frío.

Definición de heladas

Existen varias definiciones de una helada, se puede decir que una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el Sol (Fig. 1).

La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella.

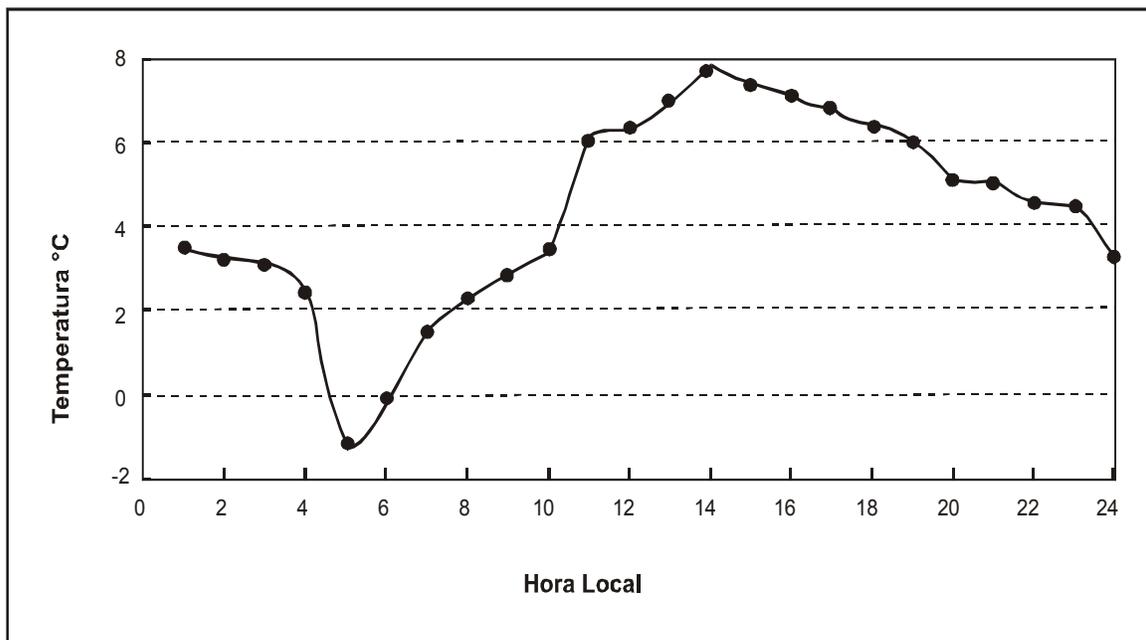


Figura 1. Comportamiento horario de la temperatura

Factores meteorológicos que intervienen en la ocurrencia de heladas

Los cambios de la atmósfera que modifican a las condiciones del tiempo se les identifica como fenómenos meteorológicos; cuando abarcan extensas zonas del planeta se les nombra macrometeorológicos. Ejemplos de estos son el balance regional de la radiación y la circulación de los vientos.

Los factores macrometeorológicos condicionan la época de ocurrencia y la extensión de las regiones donde se desarrollan las heladas.

Balance regional de la radiación

La atmósfera recibe energía proveniente del Sol en forma de radiación. Una fracción de la energía es absorbida por la troposfera (capa de la atmósfera más cercana a la Tierra donde se presentan los fenómenos meteorológicos), otra parte se dirige al exterior al ser difundida desde la atmósfera hacia el espacio y el resto llega a la superficie de la Tierra.

En las noches con cielo cubierto por nubes, gran parte de la energía que se difunde desde la corteza de la Tierra (radiación de calor proveniente del suelo) es reflejada por estas masas de humedad hacia el planeta; otra parte de ella es absorbida y la restante es enviada al espacio (Fig. 2).



Figura 2. Las nubes reintegran calor a la tierra y disminuye la ocurrencia de heladas

Cuando de una región de la superficie terrestre se desprende una mayor cantidad de calor que la que recibe, ocurre un enfriamiento que favorece la formación de la helada (Fig. 3).

Los balances de radiación en una zona de la superficie terrestre no son los mismos a lo largo del tiempo, y dependen de la ubicación sobre la Tierra, porque la inclinación de los rayos solares que llegan a la zona influye en la cantidad de energía que ésta recibe.

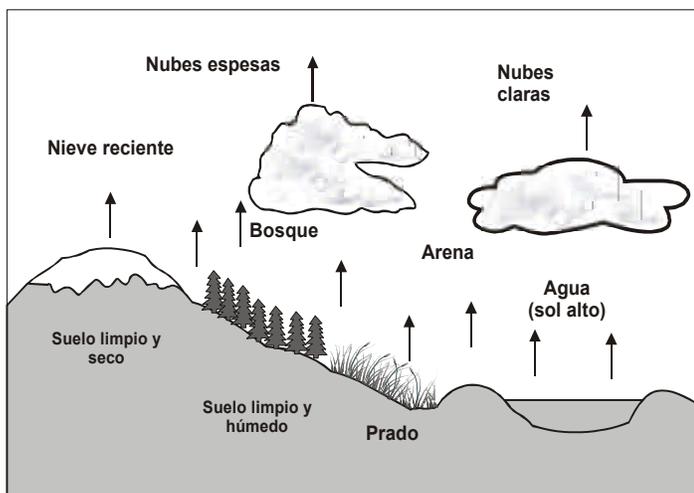


Figura 3. Enfriamiento que favorece la formación de heladas

Circulación general de la atmósfera

Al movimiento del aire en dirección horizontal se le llama **viento** y al que se desplaza en dirección vertical se le nombra **corriente**.

El movimiento del aire se realiza desde una zona de alta presión atmosférica a una de baja presión. Al conjunto de vientos que actúan sobre la Tierra, a gran escala, se le denomina circulación general de la atmósfera (Fig. 4).

A los vientos se les designa con un nombre del punto cardinal de donde provienen. Por ejemplo, son vientos del Este los que vienen del Este. Adicionalmente, se les conoce como vientos dominantes a aquellos que soplan en una dirección persistentemente.

Los vientos se disponen como una serie de cinturones alrededor del globo terrestre. Este comportamiento es la

consecuencia de las distintas temperaturas y diferentes velocidades radiales que existen entre los polos y el ecuador debido a la rotación de la Tierra.

Las masas de aire entre las zonas de 30° de latitud norte y sur, que se desplazan como corrientes descendentes hacia las áreas del ecuador (región de bajas presiones) se nombran **vientos alisios**. Así pues, la región donde éstos vientos se debilitan se identifica como **calma ecuatorial**.

Existen corrientes de aire denominadas **células de Hadley**, que en los trópicos ascienden y en las zonas altas se desplazan hacia el ecuador, donde descienden, (ver figura 4).

Aún cuando casi todo el aire cálido que se asienta en las franjas a 30° de latitud norte y sur, vuelve hacia el ecuador, una parte sigue desplazándose hacia los polos. A los 60° de latitud norte y sur, el aire entra en contacto con el aire polar frío a estos últimos se les denominan **frentes polares**. La diferencia de temperatura entre estas dos masas de aire provoca que el aire más cálido se eleve.

Las circulaciones que se producen entre los 30° y 60° de latitud norte y sur, se llaman **células de Ferrel**.

El resto del aire se eleva en los frentes polares que siguen moviéndose en dirección a los polos. Cuando se acerca a éstos, se enfría, desciende y regresa hacia los 60° de latitud norte y sur. Las llamadas **células polares de Hadley** son más débiles que las de los trópicos debido a la menor energía solar que reciben las regiones polares.

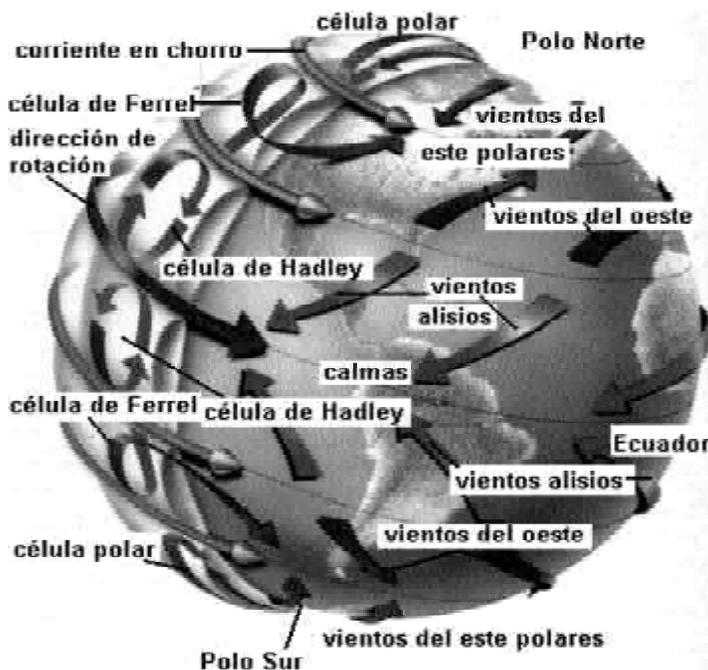


Figura 4. Circulación general de la atmósfera

Elementos meteorológicos que afectan la formación de heladas

El estado de la atmósfera se manifiesta a través de **elementos del tiempo**, como son la temperatura, la precipitación, la humedad, la dirección y velocidad del viento, la presión atmosférica, la nubosidad, la radiación solar y la visibilidad. Éstos varían de un lugar a otro y a lo largo del tiempo.

Los principales elementos del tiempo que influyen en la formación de las heladas son el viento, la nubosidad, la humedad atmosférica y la radiación solar.

Viento

El viento es fundamental para que se desarrolle una helada, pues cuando hay corrientes de aire se mezcla el aire frío, que se encuentra cercano al suelo, con el más caliente que está en niveles superiores, lo que hace más difícil el desarrollo de una helada. Por tanto, una de las condiciones que favorece la ocurrencia de heladas es la ausencia de viento.

La temperatura del aire disminuye conforme aumenta su distancia a la superficie del suelo. Sin embargo, existe una inversión térmica cuando la temperatura es mayor conforme aumenta la elevación. Diversas condiciones meteorológicas producen las inversiones térmicas; cuando se presenta una inversión térmica, las capas de aire son arrastradas por otras descendentes y más frías. Este fenómeno se manifiesta en los valles, principalmente en invierno y está asociado con los cielos despejados y temperaturas bajas cercana a la superficie de la Tierra (Fig. 5).

Nubosidad

Las nubes son extensos conjuntos de pequeñas gotas de agua y cristales de hielo suspendidos en el aire. Se forman cuando el vapor de agua presente en el aire llega a los niveles altos de la atmósfera y se condensa porque la temperatura es más baja.

Cuando el cielo está cubierto por nubes, éstas disminuyen la pérdida de calor del suelo por radiación hacia la atmósfera y devuelven parte de ese calor a la Tierra (Fig. 2). Para que ello ocurra, la temperatura del aire en movimiento debe ser mayor a la del punto de rocío (la temperatura a la cual el aire no admite más humedad). Cuando sigue descendiendo la



Figura 5. Elementos que favorecen la inversión térmica

temperatura puede llegar a los 0°C y el vapor de agua que contiene produce una capa delgada de hielo en la superficie de la Tierra, que se conoce como escarcha blanca.

Si en la noche, el cielo está despejado, la pérdida de calor desde la superficie de la Tierra es continua. Así mismo, disminuye el calor de la tierra (Fig. 6) y con ello se favorece la ocurrencia de las heladas.



Figura 6. Cuando el cielo está despejado aumenta la radiación de calor del suelo hacia el espacio y favorece la ocurrencia de heladas.

Humedad atmosférica

Cuando disminuye la temperatura a los 0°C o menos, y el viento es escaso, el vapor de agua contenido en el aire, se condensa; si la humedad es abundante, ésta produce niebla y cuando tiene poco contenido de humedad, se forma la helada. Por ello una gran humedad atmosférica reduce la probabilidad de ocurrencia de heladas.

Cuando se presenta una helada, en los cuerpos de agua de una zona y en objetos sobre el terreno se pueden formar capas de hielo (Fig. 7)



Figura 7. Formación de hielo en algunos objetos sobre la superficie del suelo

Radiación Solar

Una cantidad de radiación solar es absorbida por la superficie de la Tierra y otra es devuelta desde su superficie a la atmósfera (radiación reflejada). Durante el día, el suelo retiene el calor y durante la noche lo pierde; estos procesos dependen de la nubosidad y del viento que existan sobre ciertas regiones del planeta (Fig. 8).

Cuando los días son más cortos y las noches más largas, aumenta la ocurrencia de heladas; aunque exista una menor acumulación de calor en el suelo, habrá un mayor tiempo para que se transmita hacia el aire.

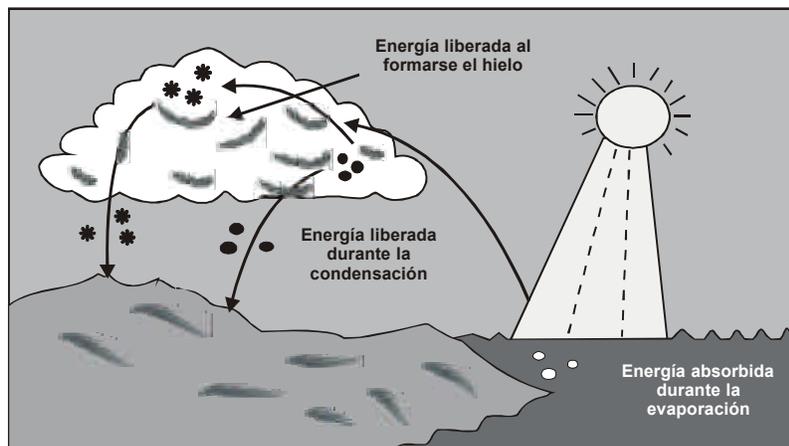


Figura 8. Elementos que integran la radiación solar

Clasificación de las heladas

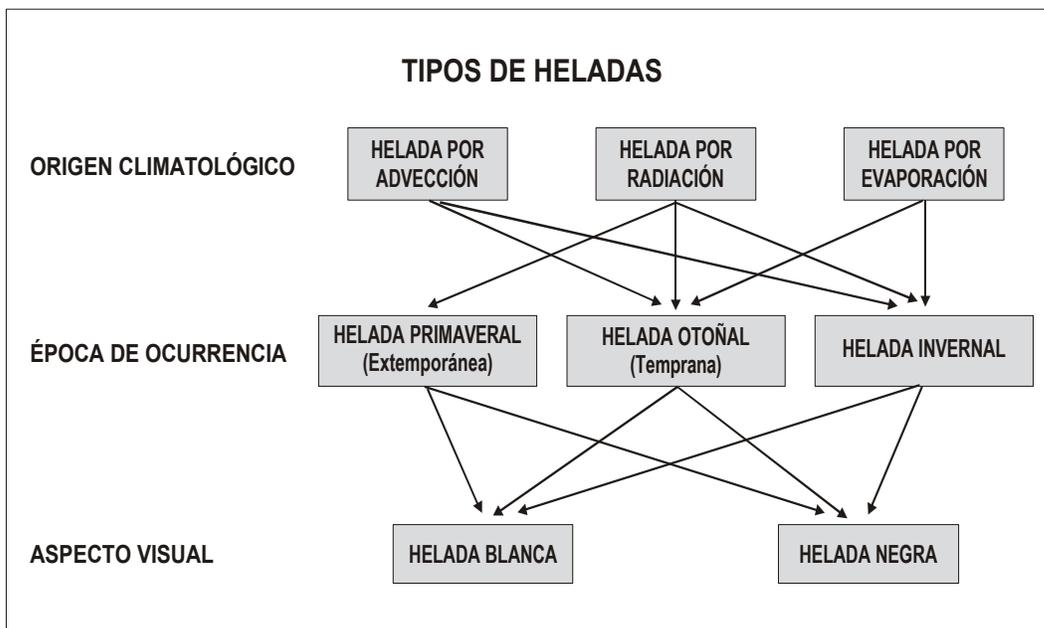


Figura 9. Tipos de heladas. Por ejemplo, una helada puede ser por advección en la época otoñal y ser negra

Las heladas se pueden agrupar desde los puntos de vista de origen climatológico, época de ocurrencia o aspecto visual. Algunas de las categorías se relacionan entre sí (Fig. 9).

cultivos se enfrían por contacto y los daños que sufren dependen de su naturaleza y etapa en que se encuentre su desarrollo.

Los daños en los cultivos se deben al continuo movimiento de aire frío sobre ellos, por lo que es muy difícil protegerlos contra esta clase de helada.

Clasificación de las heladas a partir de su origen climatológico

Heladas por advección

Esta clase de heladas se forma cuando llegan grandes masas de aire frío de origen continental a una región hasta de 100 km², ubicada en las partes bajas de las montañas, en las cañadas o en valles (Fig. 10). Se presentan indistintamente en el día o noche. Ellas van acompañadas de vientos moderados a fuertes (velocidades mayores de 15 km/h) y durante ellas no existe inversión térmica (inciso. Los

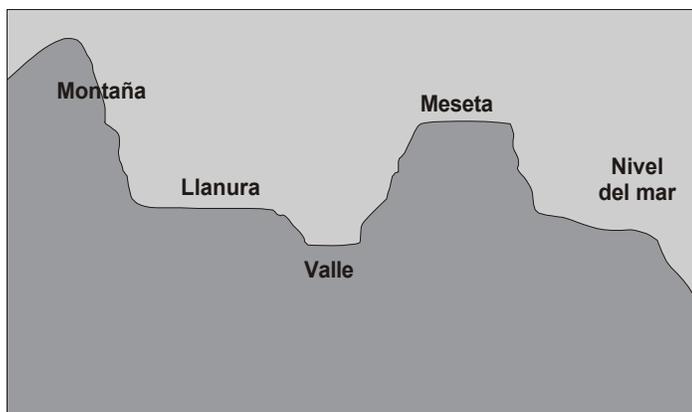


Figura 10. La forma del relieve influye en la formación de heladas, en los valles ocurren con mayor frecuencia

Esta helada se puede formar también cuando no hay viento, el cielo está despejado, existe una baja concentración de vapor de agua en el aire y aparecen fuertes inversiones térmicas cercanas a la superficie.

Heladas por radiación

Estas heladas se presentan por la pérdida de calor del suelo durante la noche. Como se mencionó, durante el día el suelo se calienta, pero al anochecer pierde calor por



Figura 11. Helada en los suelos de las faldas del volcán Zinacantepec, Estado de México

radiación, con mayor cantidad en las noches largas de invierno; por ello, las heladas más severas ocurren en esta estación del año (Fig. 11).

Los lugares más propensos a la formación de heladas por radiación son tanto los valles como las cuencas y hondonadas próximas a las montañas. Ello se debe a la acumulación del aire frío que desciende durante la noche (Fig. 12).

Se originan cuando el aire cercano a la superficie del suelo tiene una humedad relativa baja y disminuye aún más por la llegada de un viento con aire seco. Este último causa la evaporación del agua que se encuentra sobre las plantas, lo que provoca su enfriamiento. Esta helada, aunque poco frecuente, afecta a las plantas con flores y a las hortalizas.



Figura 12. Helada en un valle en el Ajusco, Distrito Federal

Clasificación de las heladas por la época en que ocurren

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

Heladas primaverales

Este tipo de helada afecta principalmente a los cultivos de ciclo anual (como el maíz) cuando se encuentran en la etapa de brotación de ramas o con pocos días de nacimiento. Se presentan cuando en el ambiente se genera un descenso de temperatura.

Heladas otoñales

También llamadas heladas tempranas, son perjudiciales para los cultivos porque pueden interrumpir bruscamente el proceso de formación de botones de las flores y la maduración de frutos (Fig. 13). A estas heladas se le atribuye la reducción de la producción agrícola de una región. Se forman por la llegada de las primeras masas de aire frío sobre el país provenientes del Polo Norte durante los meses de septiembre y octubre.

Heladas invernales

Se forman durante el invierno si la temperatura ambiente disminuye notablemente. Estas heladas afectan principalmente a los árboles perennes con frutos y especies forestales, especialmente cuando se hace más intenso el frío. Ellas ocurren cuando las plantas se encuentran en periodo de *reposo*, lapso en el que las plantas disponen de mayores posibilidades de soportar bajas temperaturas (Fig. 14).



Figura 13. El vapor de agua se convierte en cristales de hielo sobre la vegetación y otras superficies

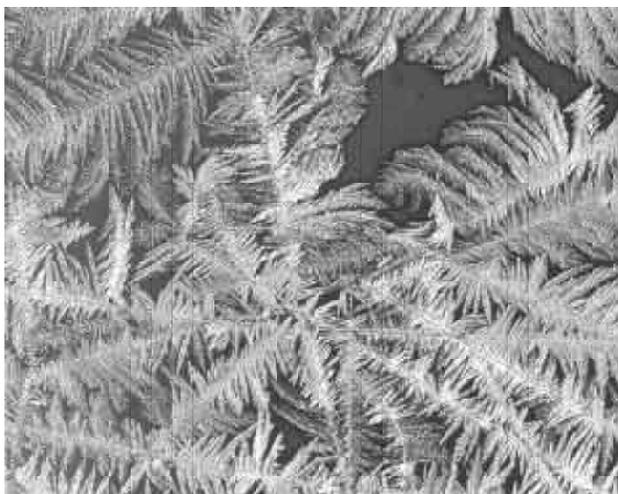


Figura 14. Helada sobre las ramas en un árbol de pino

Clasificación de las heladas por su efecto visual

Atendiendo a la apariencia de los cultivos expuestos a las bajas temperaturas del aire se tienen dos tipos de heladas: la blanca y la negra. El contenido de humedad en las masas de aire determina estos tipos de heladas. La helada blanca se origina cuando estas masas de aire son húmedas; en cambio, cuando tienen poco contenido de vapor de agua, se forma la helada negra.

Helada blanca

Para que se presente esta helada es indispensable que el aire cercano al follaje y las flores tengan temperaturas iguales



Figura 15.
Helada blanca sobre las hojas de una planta

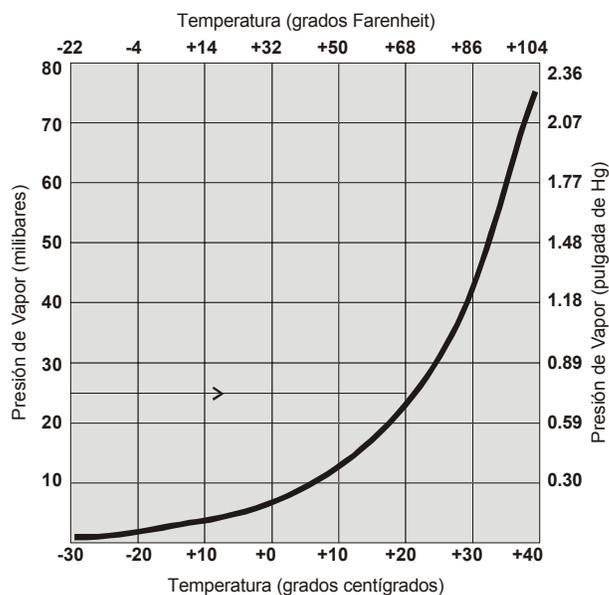


Figura 16. Relación entre la temperatura del aire y la presión de saturación

o menores que 0°C, de esta manera, el aire alcanza la temperatura del punto de rocío, ya que con ello existe condensación y de inmediato el vapor de agua del aire pasa al estado sólido para formar hielo. Este último forma capas de color blanco sobre la superficie de las plantas y en objetos expuestos; se observan principalmente en las mañanas despejadas y sin viento (Fig. 15).

Helada negra

Se desarrolla cuando el aire tiene poco vapor de agua (humedad baja) y la temperatura del punto de rocío es inferior a 0° C; de modo que existe escasa condensación y nula formación de hielo sobre la planta. Sin embargo, los cultivos son dañados y al día siguiente las plantas presentan una coloración negruzca, por la congelación de la savia de las plantas o del agua de sus tejidos.

Durante este tipo de helada sucede que al congelarse el agua, se origina un incremento de su volumen, que deriva en el rompimiento y quemaduras en el follaje. Estas heladas causan daños más severos que las blancas.

Si la temperatura del punto de rocío está por debajo del punto de congelación (menor que 0° C) el vapor de agua que contiene el aire cambia directamente a hielo sin pasar por el estado líquido, presentándose el proceso llamado sublimación.

Por ejemplo, la temperatura a la cual se produce la saturación del aire (punto de rocío) cuando tiene una presión de vapor de 24 mb es de 20° C como puede comprobarse con la Fig. 16.

Efectos de las heladas en los cultivos

Los cultivos son vulnerables a la helada, cuando la temperatura del aire desciende hasta formar cristales de hielo en el interior de sus células durante cierto tiempo. El proceso de deterioro de las plantas depende del estado vegetativo en que se encuentre y de la especie a la que pertenece. A continuación se describen algunos de estos efectos.

Internos

Ruptura de las membranas de la célula por el crecimiento de cristales de hielo dentro del protoplasma (deshidratación).

Externos

Muerte de hojas y tallos tiernos, destrucción de un gran porcentaje de flores y frutos pequeños, e incluso la muerte total de la planta. La resistencia del cultivo a la helada depende de la etapa de desarrollo; ya que, es más resistente cuando se encuentra en el periodo de germinación, mientras que en la floración es mayor el daño que sufre.

Inmediatos

Sus efectos son la deshidratación y el rompimiento de la membrana.

Acumulativos

Si bien son causados por temperaturas bajas, no necesariamente a 0°C a lo largo de periodos prolongados, provocando así el efecto de deshidratación en un tiempo de tres a cuatro días. Comúnmente se manifiesta con la intoxicación de la planta por las sales minerales cuando el fenómeno se repite.

Diferencia entre helada y nevada

Durante una helada, no ocurre precipitación debido a que el vapor de agua contenido en el aire en lugar de ascender, se congela y se deposita en el piso. Mientras que, en la nevada sí existe precipitación. Ella ocurre cuando el vapor de agua contenido en el aire asciende hasta alcanzar zonas que tienen temperaturas similares a las de congelación donde forma conglomerados de cristales de hielo; como estas zonas están cercanas a la superficie, no tienen tiempo suficiente para fundirse antes de llegar al suelo. Como la humedad del aire disminuye con la temperatura, las nevascas más intensas se originan cuando la temperatura de las masas de aire cerca de la superficie del terreno es del orden de 0°C , sin embargo, se ha observado nevascas cuando la temperatura del aire es de 4°C (Fig. 17 a y b).

En una nevada los cristales de hielo caen en grupos ramificados, llamados copos de nieve. Cuando la temperatura es menor a -30°C , los cristales pueden flotar en el aire.



a) Helada

b) Nevada



Figuras 17. Aspectos que muestra el paisaje durante una helada o una nevada

Distribución de las Heladas

Las heladas a escala mundial

Las heladas son un fenómeno natural que se presenta en casi todo el planeta. Se ubican a escala global ocho zonas (Fig. 18). La primera (zona 1) está localizada en los trópicos (entre las latitudes de 23°27' norte y sur); en dicha área la ocurrencia de heladas es escasa; sin embargo, pueden presentarse en las montañas tropicales del sur y sureste de Asia, en lugares donde la elevación de la corteza terrestre respecto al nivel del mar es mayor a los 1500 m. La zona 2 se refiere a las regiones donde las heladas son ocasionales durante la estación de invierno y, la zona 3 es representativa de heladas durante el invierno a lo largo de 120 días. En la zona 4 que comprende los paralelos 30° a

50°N, el periodo es de 125 a 185 días con heladas. Debido a la influencia marítima, esta zona se extiende en las áreas costeras de latitudes altas. Cuando el periodo es menor que 60 días libres de heladas, es decir, más de 300 días con manifestación de heladas, las oportunidades para un desarrollo agrícola son muy limitadas; estas áreas se localizan a partir de los 50°N y 45°S y en la figura 21 se identifica como la zona 8.

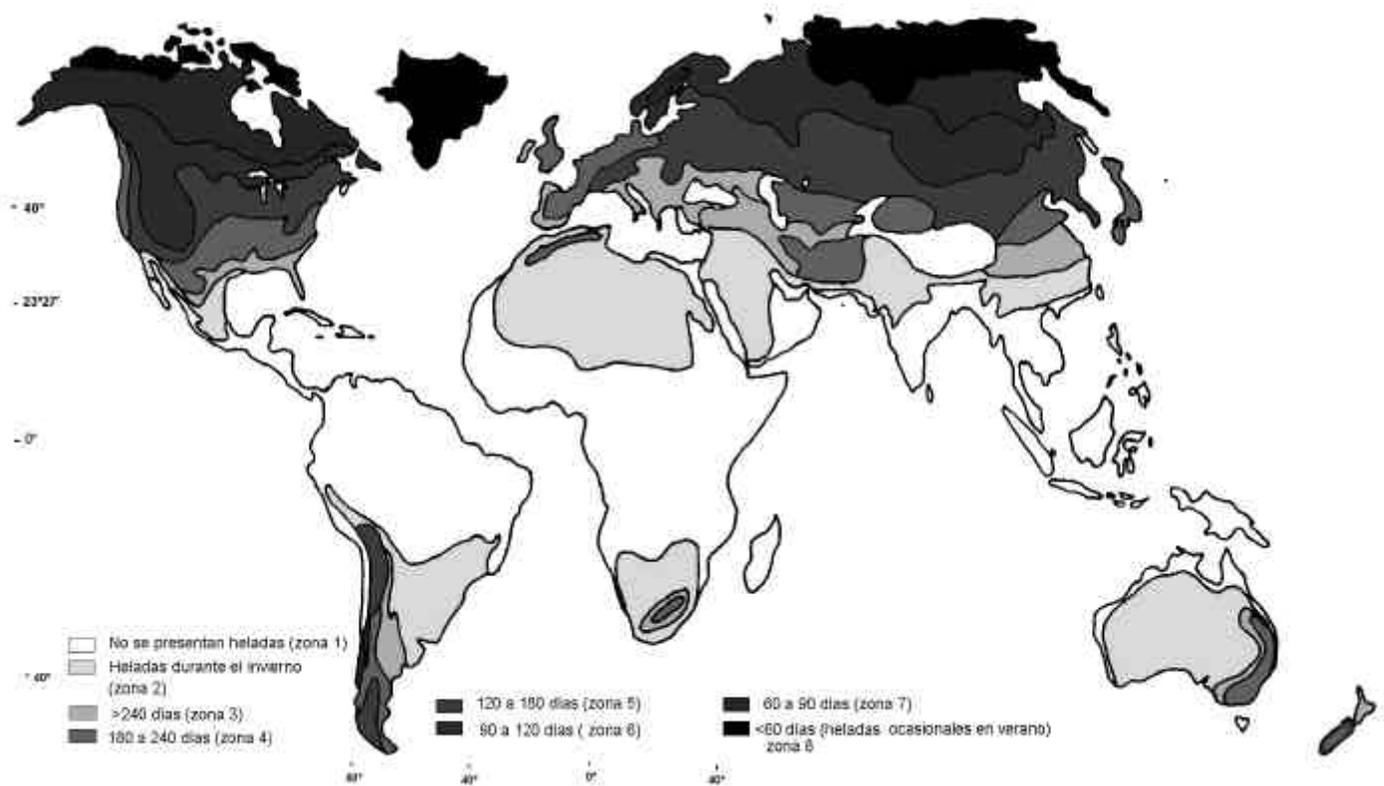


Figura 18. Distribución mundial del periodo libre de heladas en días (Kalma et al., 1992)

Las heladas en México

En el norte y centro de la República Mexicana, durante los meses fríos del año (noviembre-febrero), se presentan temperaturas menores de 0°C debido al ingreso de aire polar continental, generalmente seco, proveniente de Estados Unidos.

Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas polares que desde finales del otoño, se desplazan de norte a sur sobre el país.

Como se aprecia en la imagen del día 1 de marzo del 2001 (Fig. 19), la masa polar atraviesa el norte del país ocasionando un descenso de la temperatura en la Sierra Madre Occidental y en el Altiplano Mexicano (zona delimitada por el frente).

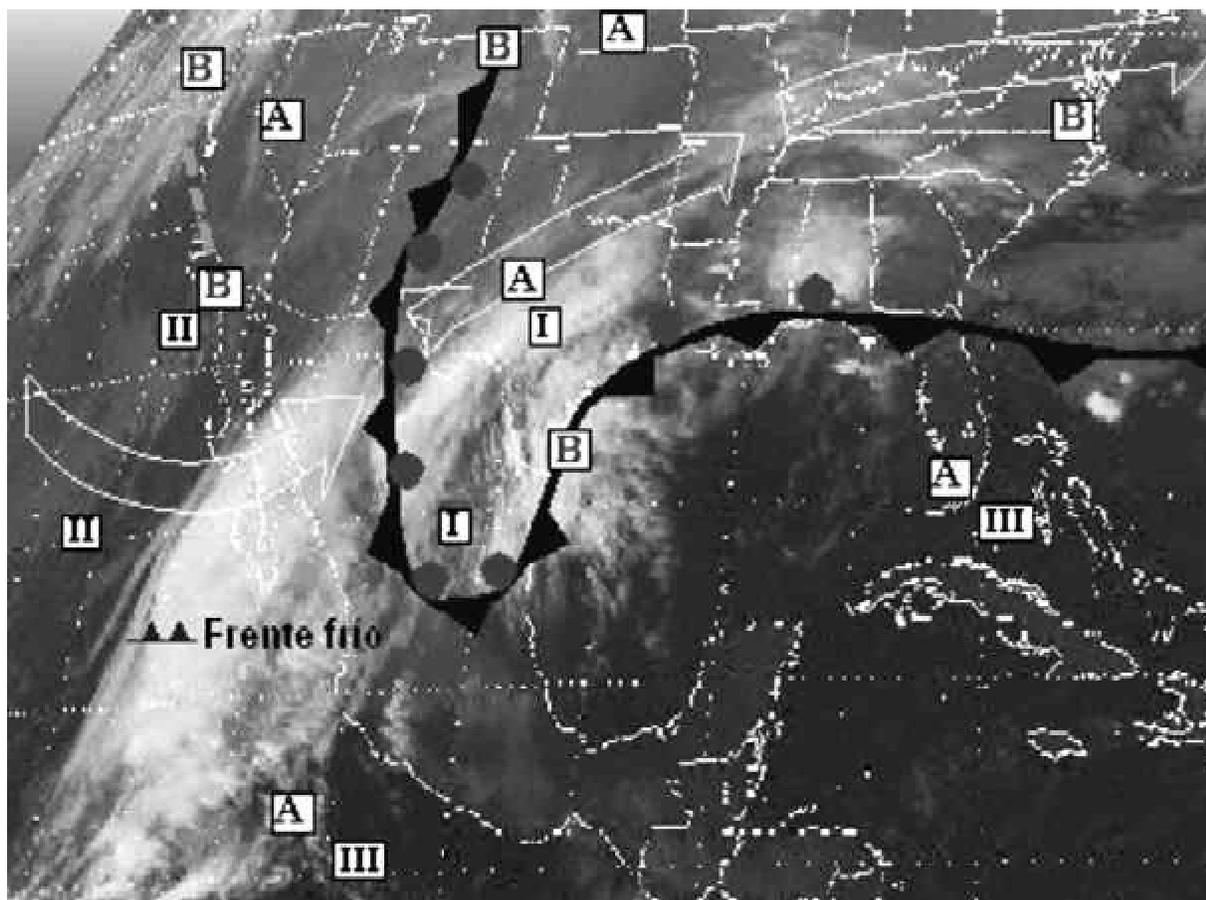


Figura 19. Masa de aire frío en el norte del país (Comisión Federal de Electricidad, 2001)

Las heladas que ocurren en México durante los meses del verano causan fuertes daños a la agricultura. Las regiones más afectadas están localizadas en la Mesa Central del Altiplano, en la Sierra Madre Occidental, en los estados de Chihuahua y Durango, así como en las Sierras Tarahumara, de Durango y Tepehuanes. Además, en las partes altas del Sistema Volcánico Transversal sobre el paralelo 19°N, esencialmente en los estados de México, Puebla y Tlaxcala se registran temporadas con más de 100 días al año con

heladas. En contraste, con casi cero días de heladas al año se encuentran principalmente las llanuras costeras del país, tanto en la vertiente del Golfo de México, al sur del río Pánuco y hasta la Península de Yucatán, incluyendo la región del Istmo de Tehuantepec, así como en las costas del océano Pacífico (Fig. 20).

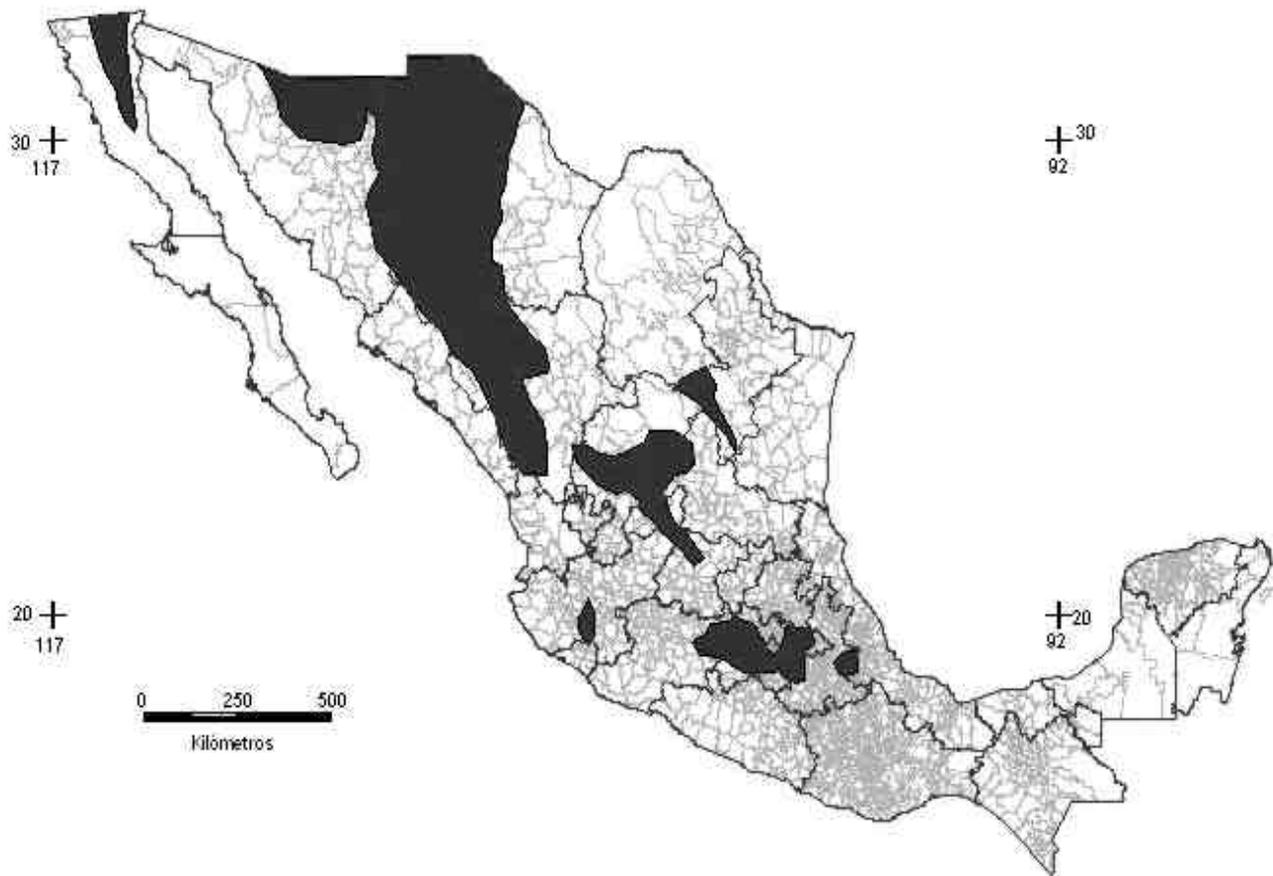


Figura 20. Regiones de mayor peligro por helada en México (más de 50 días al año)

Medidas de protección contra las heladas

A lo largo de la historia del planeta, los seres humanos han luchado contra las inclemencias del tiempo, hasta el grado de lograr una adaptación a los distintos climas; tal es el caso de los esquimales. Ellos se protegen contra el frío al mantener una distribución equilibrada de grasa subcutánea y esta es una ventaja fisiológica, además de su constitución fornida.

Medidas de protección en las personas

Durante el periodo invernal ocurren problemas en la salud de la población, especialmente en los niños y personas de la tercera edad, por presentar niveles bajos de defensa. Si se recuerda que el calor corporal de 37° permite sobrevivir a los humanos de manera cómoda y sana, las variaciones por encima o por debajo de ésta provocan enfermedades como hipotermia y congelamiento o en caso contrario hipertermia si la temperatura es excesiva (Fig. 21).

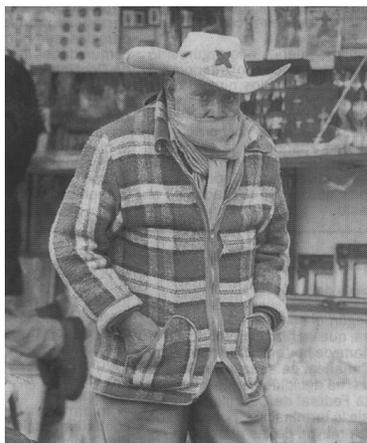


Figura 21. Las heladas afectan la salud de los campesinos, además de dañar los cultivos

Medidas de protección en cultivos

La preocupación de los agricultores para proteger sus cultivos de las heladas se debe a las fuertes pérdidas económicas y naturales que pueden presentarse durante el ciclo agrícola. Existen varios métodos para reducir los efectos de las heladas en cultivos, los cuales se agrupan en indirectos (o pasivos) y directos (o activos).

Los métodos indirectos disminuyen la afectación durante el periodo de helada, por la elección apropiada de las especies, variedades, épocas de cultivo y ubicación de las distintas plantas.

Los métodos directos se basan en acciones tomadas antes y durante el periodo de peligro de la helada. En algunos, se reduce la pérdida de calor del suelo protegiéndolo con cajones, cestos, entablillados de madera, u otros elementos vegetales, o bien, produciendo nieblas o humos artificiales en la capa de aire adyacente a la superficie del suelo y reponen las pérdidas de calor agregando una cierta cantidad de él.

Métodos directos (activos)

Entre otros métodos están los siguientes:

a) Protección o cubierta de los cultivos (plástico, fibra de vidrio, red, túneles, calentadores, aluminio pulverizado y aislador de espuma) y hasta barreras forestales. Por ejemplo, los abrigos de fibra de vidrio son grandes aisladores de calor para las plantas, presentan un tiempo de duración moderado, asimismo ayudan a una rápida regeneración en caso de ocurrir una helada y su costo es relativamente barato. Una desventaja es que propician que las hormigas se concentren, además de ser más difícil de instalar y manipular que otros abrigos (Figs.22 a y b).



Figuras 22. Dos formas de proteger a los cultivos. (a) Abrigo de fibra de vidrio y (b) Abrigo de espuma de poliestireno rígido

b) Generación de humo y neblinas artificiales (nubes de humo desde un bote de combustible, combustión química, humo de caldera).

Para la generación de niebla, los agricultores usan ramas de árboles podados, estiércol, aserrín, paja, madera y pasto. Aunque no es recomendable por la contaminación ambiental y otros aspectos ecológicos, hoy en día hasta llantas de autos son quemadas. También se han utilizado sustancias químicas, como fósforo rojo, cloruro de amonio, cloruro de zinc, amoníaco, entre otros. Sin embargo, este tipo de sustancias causan contaminación en el aire, incendios y algunos inconvenientes con la fauna nativa, por lo que resultan contraproducentes y deben ser prohibidos.

c) Calentamiento directo del aire y la planta (calentadores líquidos, calentadores sólidos, calentadores eléctricos).

El calentamiento consiste en calentar el aire o medio ambiente de un cultivo momentos antes de que la temperatura sea crítica para las plantas. El objetivo del método es desprender más calor con menos humo.

Los calentadores de petróleo pueden agruparse en:

- 1) calentador sin chimenea
- 2) calefactor con chimenea a combustión lenta
- 3) calefactor con chimenea a combustión forzada por ventilación (Fig. 23)
- 4) calefactor de combustión forzada por presión del combustible (Fig. 24).



Figura 23. Calentador con chimenea



Figura 24. Calentadores alineados para proporcionar calor a los árboles frutales

d) Irrigación y goteo. Inundación del terreno para liberar el calor latente. El uso del agua para contrarrestar las heladas es un método muy antiguo. Se conocen varias formas de riego: 1) inundación, 2) canales y 3) aspersión (Fig. 25).

1) *Riego por inundación*. Consiste en utilizar el agua como aislante. Debido al calor específico que posee, puede ceder grandes cantidades de calor experimentando una leve variación de temperatura. No obstante, las posibilidades de riego son limitadas, debido a que no todos los cultivos toleran una inmersión prolongada y a la limitada disposición de grandes cantidades de agua.

2) *Riego por canales*. Tiende a modificar las condiciones térmicas del suelo, con lo cual se disminuye la probabilidad de helada.

3) *Riego por aspersión*. Consiste en aprovechar el calor latente de solidificación del agua. En algunos casos, provoca la modificación calórica del suelo. El agua, al caer sobre la planta se congela liberando una determinada cantidad de calor latente que recibirá el cultivo en el lugar donde la gota de

agua cayó. En ese momento, la temperatura permanece muy próxima a 0°C. Por este motivo, es necesario que la provisión de agua sea continua, mientras la temperatura del aire circundante permanezca por debajo de 0°C.



Figura 25. Riego por aspersión sobre los frutales

Los sistemas más importantes del riego por aspersión son: riego por aspersión directo sobre el cultivo en el momento en que se produce la helada, riego por aspersión directo antes de la ocurrencia de la helada y riego por aspersión indirecto o fuera del cultivo a proteger.

e) Mezclado del aire (generación de viento artificial por medio de máquinas, como helicópteros). Retardan la pérdida de calor al cubrir las plantas con algún material no metálico como papel, plástico, paja o tela, que intercepte el calor irradiado por la tierra y por las plantas. El objetivo es no dejar escapar el calor de la planta por irradiación (figura 25).



Figura 26. Motoventilador

f) Mantenimiento de la temperatura sobre el punto de congelación por calentamiento artificial de las capas inferiores, por medio de hornillos o botes con petróleo o keroseno. Quemado de materia orgánica para producir humo cuyas partículas absorban el calor irradiado por la tierra.

Los combustibles sólidos pueden ser quemados en aparatos diseñados para ello o estar expuestos directamente al suelo. Existen calentadores que utilizan carbón fósil, como la hulla o lignita, así como conglomerados sólidos de sustancias inflamables. Otro combustible en calefactores es el gas, como metano, butano, etano o propano.

Las etapas principales en que el calor se transmite desde el calefactor hacia el exterior son dos: 1) transferencia convectiva y 2) radiación directa (Fig. 27).

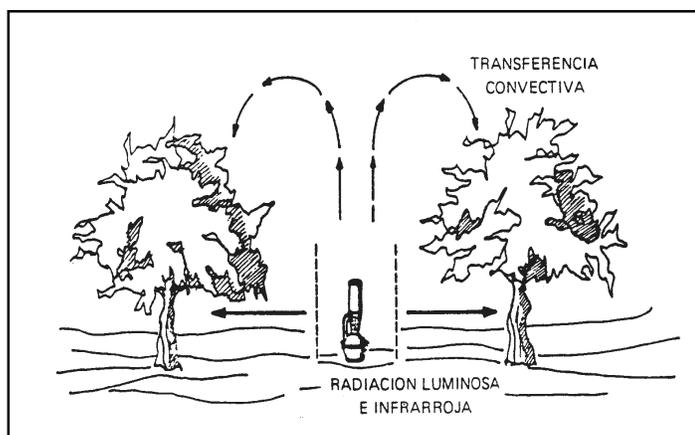


Figura 27. Etapas de la transmisión del calor

En resumen, determinadas prácticas agrícolas son utilizadas para reducir los efectos de las heladas, como las que se describen a continuación: las barreras forestales cuya finalidad es desviar el flujo de aire frío; la formación de espejos de agua, que producen una modificación en la radiación del lugar; utilización de plantas de corte alto; modificación calórica del suelo mediante el agregado de sustancias colorantes o de otros elementos como abonos naturales, turba o estiércol; por último el cubrimiento de plantas.

Métodos indirectos (pasivos)

Son aquéllos que ayudan a prevenir el fenómeno de la helada sin necesidad de que ésta ya esté presente.

- a) Escoger especies y variedades de cultivo resistentes a las heladas y de floración tardía.
- b) Selección del terreno. Generalmente las depresiones son más propensas al frío y al fenómeno de la helada, por lo que se recomienda, en la medida de lo posible, no sembrar en el fondo de los valles cerrados, laderas y cuencas, que constituyen cauces naturales del flujo o masas de aire frío. En tanto, los cerros, lomas y montañas son sitios de dispersión del aire frío, que determinan condiciones poco favorables a la formación de las heladas.

Así, se deberán preferir las colinas o cualquier elevación sobre el nivel ordinario del terreno para su plantación (Fig. 28). Es importante tomar en cuenta también la orientación del terreno ya que las laderas dirigidas hacia el sur presentan menor probabilidad de heladas. Para la protección es necesario seleccionar aquellos lugares que manifiesten una mayor radiación durante el día, que sean más húmedos y con temperaturas altas (mayor cantidad de radiación solar y mayor reserva que durará toda la noche).

- c) Métodos ecológicos. Se refieren al control de nutrientes, fertilizantes, rompevientos, entre otros. Al mismo tiempo que desfavorecen la formación de heladas, las técnicas ecológicas ayudan a la compactación y mejoramiento de suelos, así como a la rotación de cultivos. Mientras tanto, los suelos orgánicos o de turba presentan un problema cuando ocurren heladas nocturnas.

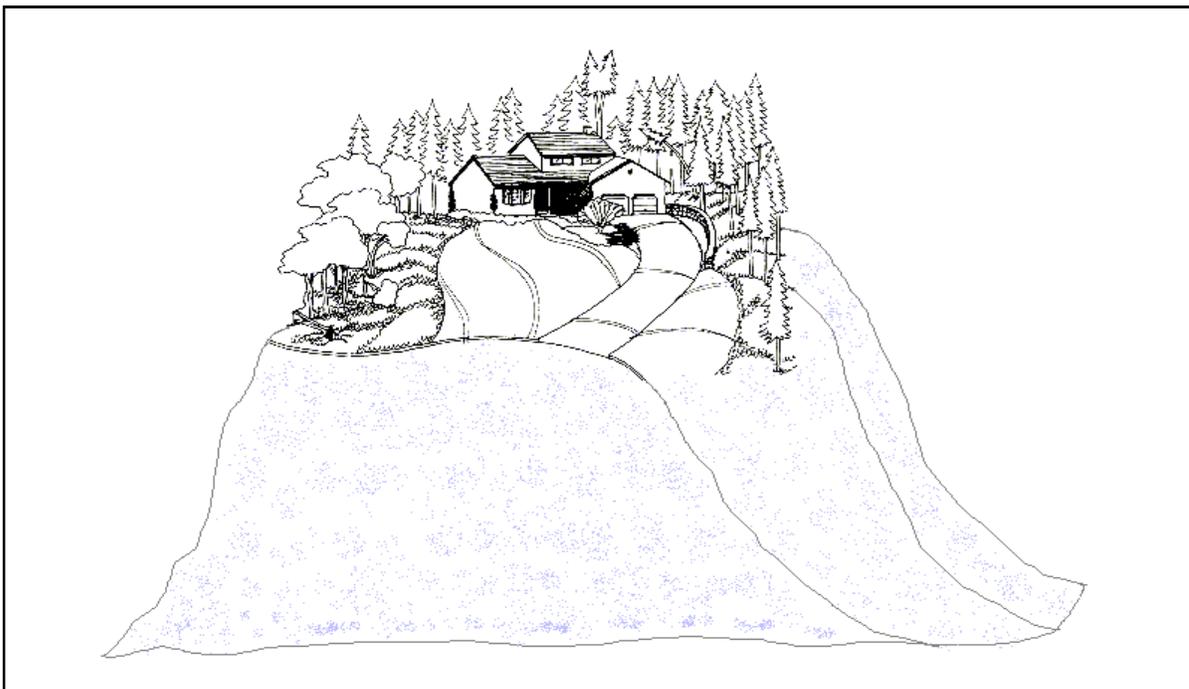


Figura 28. La forma de colina permite dispersar el aire frío y disminuye la ocurrencia de una helada

Recomendaciones para protección civil

El frío ambiental puede congelar la superficie del cuerpo, aumentar la presión arterial y exige un mayor esfuerzo al corazón. El enfriamiento del cuerpo también reduce la resistencia a las infecciones, desde un simple resfriado a enfermedades graves como la gripe. Además, las enfermedades infecciosas se transmiten fácilmente en el invierno, debido a que la gente se reúne en lugares cerrados. Para ello se recomiendan las siguientes medidas.

- ◆ Informar a las autoridades sobre la localización de personas más vulnerables (indigentes, niños, ancianos o enfermos, discapacitados, personas en zonas de pobreza extrema).
- ◆ Procurar y fomentar, entre la familia y la comunidad, las medidas de autoprotección como:
- ◆ Vestir con ropa gruesa y calzado cerrado (chamarra, abrigo, bufanda, guantes, etc.) cubriendo todo el cuerpo.
- ◆ Comer frutas y verduras amarillas ricas en vitaminas A y C. Las frutas de temporada son las indicadas .



Figura 29. Durante la época invernal la población se refugia en sus hogares

Medidas previas al fenómeno de la helada

- ◆ Estar pendiente de la información sobre heladas y comunicados de las autoridades (Protección Civil, Secretaría de Salud, Secretaría de Educación, etc.) que se transmitan por los medios de difusión .



Fig. 30. Estar atento a la información meteorológica que transmiten los sistemas masivos de difusión

VITAMINAS A	
VERDURAS	FRUTAS
Zanahoria	Melón
Espinacas	Mango
Coles de Bruselas	Melocotón
Tomate	Ciruelas
Lechuga	
Brócoli	
VITAMINAS C	
VERDURAS	FRUTAS
Jitomate	Fresas
Coliflor	Limón
Apio	Naranja
Perejil	Mandarina
Apio	Toronja
Coles de Bruselas	Guayaba
Pimiento verde	Grosella
Nabo	Kiwi



Figura 31. Consumo de frutas ricas en vitaminas A y C

- ◆ Solicitar información a la Unidad de Protección Civil de su localidad, sobre la ubicación de los albergues temporales, cocinas comunitarias, sitios de distribución de material de abrigo y de víveres.
- ◆ Almacenar agua, alimentos comestibles y productos de limpieza, en caso de emergencia.
- ◆ Contar con combustible suficiente para la calefacción.
- ◆ Tener una reserva de los medicamentos que utilice regularmente algún miembro de su familia.
- ◆ Prevenir alimento para el ganado y aves de corral.
- ◆ Disponer de un botiquín de primeros auxilios.
- ◆ Tener siempre a la mano un radio con pilas para escuchar la información meteorológica sobre las temperaturas.
- ◆ Lámpara con pilas y pilas nuevas.



Medidas durante la helada

- ◆ Es importante tener cuidado con los sistemas de calentamiento para que no se respiren gases que intoxiquen a las personas.
- ◆ Permanecer resguardado en el interior de su casa y procurar salir solamente en caso necesario. Si usted vive en casas con techos o paredes delgadas es conveniente acudir a los albergues cuando se avise de un frío intenso .

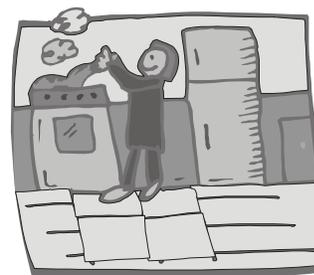


Figura 32. Aprenda las medidas preventivas para saber que hacer en caso necesario

- ◆ Abrigarse con ropa gruesa. Evitar las prendas ajustadas.



Figura 33. Usar ropa gruesa

- ◆ Protegerse el rostro y la cabeza. Evitar la entrada de aire frío en los pulmones.
- ◆ Usar suficientes cobijas durante la noche y madrugada cuando es más baja la temperatura.
- ◆ Siempre y cuando exista una ventilación adecuada, usar chimeneas, calentadores u hornillos, en caso de que el frío sea muy intenso y las cobijas no sean suficientes.
- ◆ Si tiene que usar velas no las deje encendidas y tenga cuidado con ellas, ya que pueden causar un incendio.
- ◆ Trate de mantenerse seco pues la humedad enfría el cuerpo rápidamente. Cuando el cuerpo empieza a temblar, de inmediato regresar a un lugar con calefacción.

- ◆ Incluir alimentos ricos en vitaminas y grasas, a fin de incrementar la resistencia al frío. Si tiene bebés disponga de comida en frasco y fórmulas alimenticias.
- ◆ Asegurarse que las estufas de carbón, eléctricas y de gas estén alejadas de las cortinas.
- ◆ Vigile la temperatura de los cuartos de los bebés y los ancianos. *Los bebés pierden calor más rápido que los adultos.*
- ◆ Mantener a los niños retirados de estufas y braseros.



Figura 34. Para combatir el frío, no deben encenderse anafres o estufas en habitaciones cerradas

- ◆ Para personas de edad avanzada y enfermos del corazón no es conveniente salir a la calle, porque el frío aumenta la frecuencia de ataques cardíacos de las personas durante la época fría.
- ◆ Si va a salir de un lugar caliente debe cubrirse boca y nariz para evitar aspirar el aire frío; los cambios bruscos de temperatura pueden afectar el sistema respiratorio.

Si va a estar fuera de su hogar, asegúrese de:

- ◆ Apagar la chimenea, braseros, calentadores u hornillos de petróleo o gas.
- ◆ Evitar que niños tengan acceso a calentadores.
- ◆ Proteger y cobijar a niños y ancianos.

- ◆ Atender cualquier enfermedad respiratoria y, si padece del corazón o de los pulmones, acudir al médico o centro de salud más cercano.



Figura 35. Acudir al médico en caso necesario

Debe tener preparado su auto para una emergencia:

- ◆ Necesitará, cobertores para protegerse del frío y una manta de color brillante para llamar la atención en caso de que el auto se quede atorado.
- ◆ Cables para pasar corriente eléctrica.
- ◆ Lámpara de pilas y pilas nuevas.
- ◆ Algunos alimentos en lata (así como un abrelatas) y agua potable.
- ◆ Recuerde no ingerir bebidas alcohólicas, pues ello hace que el cuerpo pierda calor más rápidamente.
- ◆ Si su auto se descompone, coloque una manta de color brillante en la antena de radio para atraer la atención de socorristas y cubra todo su cuerpo (también la cabeza). Manténgase despierto. Encienda el motor y la calefacción por unos 10 minutos cada hora y baje la ventana unos centímetros para que entre el aire. Observe que la nieve no esté tapando el escape de humo para evitar respirar monóxido de carbono.

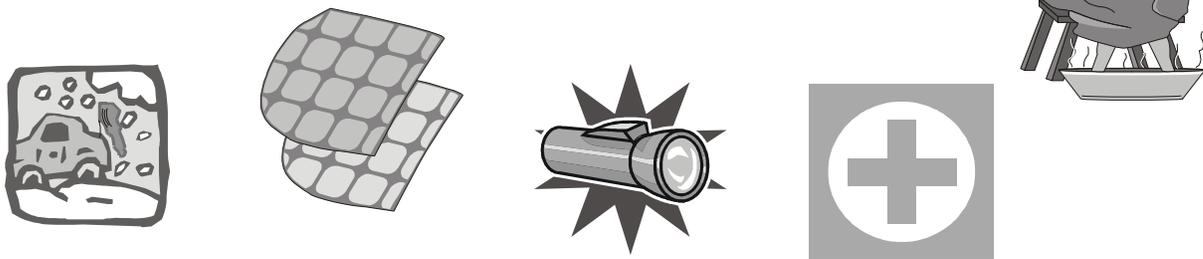


Figura 36. Tome en cuenta las recomendaciones que le hacen las autoridades responsables de protección civil

Cuando una persona ha sido afectada por fríos intensos, se sugiere:

- ◆ Generar más calor corporal mediante movimiento; es decir, correr, saltar o mover extremidades.
- ◆ Beber líquidos tibios en cantidades suficientes.
- ◆ Cubrirse adecuadamente y mantenerse bajo techo.
- ◆ Sumergir las extremidades afectadas en agua a temperatura ligeramente superior a la del cuerpo.
- ◆ Consultar a un médico o acudir al centro de salud de la localidad en caso necesario.

**ESTADÍSTICA SOBRE HELADAS Y DESCENSOS DE TEMPERATURA MÁS IMPORTANTES QUE HAN AFECTADO
A LA REPÚBLICA MEXICANA DE 1989 A 2001**

LUGAR	FECHA	TEMPERATURA MINIMA°C	GRADO DE SEVERIDAD	DECESOS	OBSERVACIONES
Torreón Coahuila	Diciembre 1989	-4	BAJA	2	Gran parte de la población infantil fue la más afectada por enfermedades respiratorias como gripe, neumonía y bronquitis.
Toluca México	Diciembre 1989	-8	BAJA		Numerosas personas de la capital padecieron enfermedades respiratorias agudas en: Raíces, San Juan de las Huertas, Zinacantepec, Tenango del Valle y Mezón Viejo.
Galeana Nuevo León	Diciembre 1989	-12	ALTA	39	Los municipios afectados por males respiratorios agudos fueron Galeana, Linares, Aramberri y Doctor Arroyo. Se estimaron que 6 millones de árboles frutales fueron dañados.
Xilitla San Luis Potosí	Diciembre 1989	-10	BAJA		Algunos padecimientos respiratorios en Aquismon, Tamazunchale, Huehuetlán, Coxcatlán, San Martín Calchicuautila, Tampacan, Axtla y Tanchutz de Santos.
Monterrey Nuevo León	Enero 1990	-1	MEDIA		Más de 1,000 ha de avena siniestradas por las bajas temperaturas. Además de 1,600 cabezas de ganado bovino y 1,260 de caprino muertas.
Ciudad Victoria Tamaulipas	Enero 1990	-1	ALTA		861 ha de aguacate, caña, cítricos, hortalizas y trigo se perdieron. Los daños ascienden los 300 mil millones de pesos. La mayor parte de los pastizales del estado se quemaron.
Madera Chihuahua	Enero 1990	-15	BAJA		En San Juanito se registraron algunos padecimientos respiratorios, principalmente en infantes y ancianos.
Arteaga Coahuila	Enero 1990	-4	BAJA	8	Poca visibilidad en la autopista Saltillo-Monterrey, Monclova-Monterrey y Saltillo-Torreón. Se presentaron 8 casos de neumonía.
Pachuca Hidalgo	Enero 1990	-2	ALTA		En los municipios de Padilla, Güemes e Hidalgo la cosecha de cítricos de aproximadamente 300 mil toneladas resultó dañada en un 85%.
Río Verde San Luis Potosí	Enero 1990	-5	ALTA		Afectadas 32 mil hectáreas de café, la siembra de hortalizas se dañó y la producción de maíz de 3 100 ha, frijol 5,400 ha, cártamo 360 ha, y 67 mil ha de pastizales se perdieron.
Cananea Sonora	Enero 1990	-16	BAJA		Las carreteras de Imuris a Cananea y de Janos a Chihuahua fueron bloqueadas por el hielo en el pavimento.
Apizaco Tlaxcala	Enero 1990	-2	ALTA		Cientos de hectáreas de cultivos de legumbres y forrajes fueron dañadas, las pérdidas económicas suman más de 1,500 millones de pesos.
Mexicali Baja California	Diciembre 1990	-12	BAJA	9	Varios automovilistas permanecieron varados en la carretera de la montaña entre Mexicali y Tijuana.
Madera Chihuahua	Diciembre 1990	-12	ALTA	37	Los municipios afectados por enfermedades respiratorias fueron Urique, Uruachi y Chinipas.
Piedras Negras Coahuila	Diciembre 1990	-8	BAJA		En el Hospital infantil del ISSSTE de Saltillo se registraron 70 casos de padecimientos en las vías respiratorias.
Tacubaya Distrito Federal	Diciembre 1990	7	BAJA		Debido a las bajas temperaturas se presentaron enfermedades respiratorias como bronquitis crónica y efisema pulmonar.
Toluca México	Diciembre 1990	-5	BAJA	10	Gran parte de la población padeció enfermedades de las vías respiratorias.
Ciudad Obregón Sonora	Diciembre 1990	-1	MEDIA	16	En Nogales se reportaron daños en los cultivos de pepino. La población infantil fue la más afectada por las enfermedades bronquiales.
Tlaxco Tlaxcala	Diciembre 1990	-7	MUY ALTA	52	Epidemias de gripe en Calpulalpan, Cuapiaxtla y Terrenate. Daños en las tuberías de agua potable e instalación de gas por congelamiento en Huamantla y Apizaco.

Lugar	Fecha	Temperatura Mínima°C	Grado de Severidad	Decesos	Observaciones
Madera Chihuahua	Enero 1991	-15	ALTA	40	En la ciudad de Creel se registraron padecimientos respiratorios y algunos casos de congelamiento en la población senil.
El Salto Durango	Enero 1991	-8	BAJA		El descenso de la temperatura provocó graves problemas respiratorios entre la población infantil.
Toluca México	Enero 1991	-7	BAJA		En Toluca se registraron varios casos de problemas respiratorios, principalmente en niños y ancianos.
San Juanito Chihuahua	Diciembre 1991	-14	MEDIA	12	Se registraron 70 mil enfermos de las vías respiratorias.
Pachuca Hidalgo	Diciembre 1991	-1	BAJA		Daños en los cultivos de cebada y maíz.
Agua Prieta Sonora	Diciembre 1991	-3	MEDIA		En Hermosillo los cultivos de sandía, calabacita, chile y pepino fueron siniestrados en su totalidad.
Madera Chihuahua	Enero 1992	-15	MEDIA	22	Más de 6 mil personas presentaron enfermedades respiratorias.
Zinacantepec México	Enero 1992	-14	MEDIA		Afectados 100,000 campesinos por las heladas.
Monterrey Nuevo León	Enero 1992	-0.5	ALTA	30	Algunas personas padecieron enfermedades respiratorias provocadas por el frío.
Ciudad Victoria Tamaulipas	Enero 1992	-2	BAJA	13	Varias personas resultaron intoxicadas con gas butano al dejar encendidos los calentadores en lugares cerrados.
Chihuahua Chihuahua	Noviembre 1992	-5	MEDIA	25	Más de 40 mil afectados por males respiratorios. Cerrado el aeropuerto Abraham González y 80 vuelos nacionales e internacionales se suspendieron.
Tijuana Baja California	Diciembre 1992	-5	BAJA	5	Gran parte de la población padeció de enfermedades respiratorias agudas.
Madera Chihuahua	Diciembre 1992	-19	ALTA	35	Varias personas fueron intoxicadas por inhalación de monóxido de carbono en San Juanito, Bocoyna, Namiquipa, Bachiniva, Temósachic, Villa Ahumada y Ojinaga.
Agua Prieta Sonora	Diciembre 1992	6	MEDIA		Más de 300 cabezas de ganado murieron en Agua Prieta a causa del descenso de temperatura.
San Juanito Chihuahua	Enero 1993	-14	MUY ALTA	43	8 personas intoxicadas por una fuga de gas de un calentador en Ciudad Juárez. Además 65,000 personas resultaron afectadas por enfermedades respiratorias.
Tepehuanes Durango	Enero 1993	-5	BAJA		El tráfico aéreo fue suspendido, además de presentarse 2 percances automovilísticos por el exceso de humedad en el pavimento.
Toluca México	Enero 1993	-5	BAJA		En el municipio de Naucalpan hubo ausentismo en los planteles educativos a consecuencia de las bajas temperaturas.
Monterrey Nuevo León	Enero 1993	-4	BAJA	10	70 accidentes viales se presentaron por el congelamiento del pavimento.
Madera Chihuahua	Febrero 1993	-17	BAJA	4	Varias personas resultaron intoxicadas al inhalar gas butano.
Ciudad Victoria Tamaulipas	Noviembre 1993	-0.5	MEDIA	13	3,284 enfermos se registraron con infecciones respiratorias.
Tijuana Baja California	Diciembre 1993	-4	BAJA	10	En Tijuana las bajas temperaturas afectaron principalmente a los menores.
Madera Chihuahua	Diciembre 1993	-7	BAJA	4	En Ciudad Guerrero a consecuencia del frío se presentaron enfermedades respiratorias en gran parte de la población.

<i>Lugar</i>	<i>Fecha</i>	<i>Temperatura Mínima°C</i>	<i>Grado de Severidad</i>	<i>Decesos</i>	<i>Observaciones</i>
Ciudad Obregón Sonora	Diciembre 1993	-2	BAJA	10	En la población de Hermosillo ocurrieron enfermedades respiratorias como neumonía y bronquitis.
Ciudad Victoria Tamaulipas	Diciembre 1993	-4	MEDIA	15	Las heladas dañaron 10,000 hectáreas de maíz y frijol. Además de presentarse enfermedades respiratorias como neumonía.
San Juanito Chihuahua	Enero 1994	-12	MEDIA	12	El frío provocó 100 casos de neumonía y 25,000 personas resultaron afectadas por males respiratorios.
Imuris Sonora	Enero 1994	0	BAJA		En gran parte de la población se presentaron males respiratorios en Nogales, Agua Prieta, Cananea, Nacoziari .
Ciudad Victoria Tamaulipas	Enero 1994	1.5	BAJA	8	A causa del frío en Ciudad Victoria, Matamoros, Nuevo Laredo y Reynosa se registraron enfermedades respiratorias agudas.
Tlaxcala Tlaxcala	Enero 1994	-1.5	MEDIA		144,442 enfermos se registraron con infecciones agudas como amigdalitis, resfriado común y neumonías, así como, laringitis. Los más afectados fueron los niños menores de 3 y 4 años.
Zacatecas Zacatecas	Enero 1994	-3	MEDIA		3,183 infantes resultaron afectados en Zacatecas, los cuales presentaron enfermedades respiratorias. Los daños en cultivos de frijol sumaron 4 millones de nuevos pesos.
Tijuana Baja California	Noviembre 1994	2.5	ALTA	30	Las enfermedades respiratorias se incrementaron en Tijuana a causa del frío.
Tijuana Baja California	Diciembre 1994	1.0	ALTA	32	En la ciudad de Tijuana se presentaron algunos casos de neumonía, la mayoría de ellos en niños.
Ciudad Obregón Sonora	Diciembre 1994	1.5	BAJA	6	En Nogales a causa del frío se registraron enfermedades respiratorias como neumonía, algunas más fallecieron por congelamiento.
Tijuana Baja California	Enero 1995	3	BAJA	10	La carretera Tecate-Mexicali permaneció cerrada debido al congelamiento del pavimento.
Creel Chihuahua	Enero 1995	-7	MEDIA	18	52 casos se registraron de personas intoxicadas al inhalar gas butano en San Juanito, Guachochi, Gómez Farías y Madera.
Agua Prieta Sonora	Enero 1995	-8	MEDIA	11	1087 personas resultaron hospitalizadas por infecciones respiratorias agudas. Los municipios afectados fueron: Hermosillo, Ciudad Obregón, Navojoa, Guaymas, San Luis Río Colorado y Nogales.
Ciudad Victoria Tamaulipas	Enero 1995	-6	BAJA	10	Las clases en escuelas primarias de la región fronteriza y del centro fueron suspendidas.
Tlaxcala Tlaxcala	Enero 1995	-1	MEDIA	14	12 mil personas padecieron de enfermedades respiratorias.
Madera Chihuahua	Diciembre 1995	-14	MEDIA	13	67 municipios afectados. Las principales carreteras del estado presentaron serios peligros, debido a las heladas que forman una capa de hielo.
Tijuana Baja California	Enero 1996	0	BAJA	6	En gran parte de la población se registraron serios problemas por inhalación de monóxido de carbono.
El Salto Durango	Enero 1996	-5	BAJA		Heladas en casi todo el estado ocasionaron serios problemas en las vías respiratorias de la población.
Culiacán Sinaloa	Enero 1996	3	MEDIA		Más de 2 mil hectáreas fueron afectadas en cultivos de chile y sandía.
Nogales Sonora	Enero 1996	2	BAJA	2	347 personas resultaron hospitalizadas a consecuencia de infecciones respiratorias.
Córdoba Veracruz	Enero 1996	3	MEDIA		El 25% de la cosecha de café se perdió en las regiones altas del estado.

Lugar	Fecha	Temperatura Mínima°C	Grado de Severidad	Decesos	Observaciones
Nuevo Laredo Tamaulipas	Diciembre 1996	-4	BAJA	5	En Matamoros 7 personas resultaron intoxicadas al inhalar monóxido de carbono, mientras que un bebé pereció por neumonía y otros 2 por quemaduras al encender veladoras dentro de la vivienda que habitaban.
Ciudad Juárez Chihuahua	Diciembre 1996	-11.7	MEDIA	13	Algunas afecciones respiratorias y congelamiento sufrió la población infantil por el descenso de la temperatura.
Múzqui Coahuila	Diciembre 1996	-10	BAJA	2	Problemas de abasto de gas, energía eléctrica y agua al romperse los tubos por efecto de congelación. En Saltillo se registraron algunos casos de intoxicación por respirar el humo de un bracero, además de la suspensión de clases.
Tlalpan Distrito Federal	Diciembre 1996	5	BAJA		Algunos parajes del Cerro del Ajusco en la delegación Tlalpan amanecieron nevados. Además, en la población se presentaron enfermedades respiratorias agudas como neumonía.
Tulancingo Hidalgo	Diciembre 1996	-3	BAJA		La carretera federal México-Tampico permaneció cerrada y los municipios de Lochicoatlán, Llolotla, Tlanchinol y Zacualtipán estuvieron incomunicados.
Amecameca México	Diciembre 1996	-4	BAJA	2	En gran parte de la población se registraron problemas de hipotermia y del sistema respiratorio.
Monterrey Nuevo León	Diciembre 1996	0	MEDIA	2	150 indigentes fueron levantados de la vía pública. Mientras, en los municipios de Santiago Allende, Linares, Montemorelos y Hualahuis, unas 300,000 toneladas de naranja y mandarinas permanecieron en riesgo por congelación.
Hermosillo Sonora	Diciembre 1996	6	BAJA	3	En gran parte de la población infantil se registraron padecimientos broncorespiratorios y de neumonía.
Comala Colima	Enero 1997	5	ALTA		El 90% de las plantaciones de plátano en Tecmán fueron siniestradas.
Aguascalientes Aguascalientes	Enero 1997	3	MEDIA		Más de 2,500 hectáreas de guayaba y hortalizas resultaron dañadas.
Pachuca Hidalgo	Enero 1997	-1	MEDIA		Más de 2,000 ha sembradas de café mostraron daños en 12 municipios de la Sierra, mientras que, en 5 municipios del Valle de Mezquital se perdieron miles de toneladas de alfalfa y hortalizas.
Reynosa Tamaulipas	Enero 1997	2	ALTA	6	32,000 ha de cultivo fueron afectadas en Nuevo Laredo, Matamoros y Ciudad Victoria.
Tecate Baja California	Diciembre 1997	-1	MEDIA	15	En la carretera Tijuana-Mexicali el tránsito se interrumpió a la altura de La Rumorosa.
Temósachic Chihuahua	Diciembre 1997	-13	MEDIA		Cerca de 200 familias permanecieron incomunicadas en las localidades de Agua Amarilla, Mineral de Dolores y Rancho Lagunitas en la Sierra Tarahumara. Además, más de 200 automovilistas permanecieron varados en la carretera Janos-Agua Prieta.
Guanaceví Durango	Diciembre 1997	-10	BAJA		En Santa Bárbara se registraron enfermedades respiratorias agudas.
León Guanajuato	Diciembre 1997	4	MEDIA		5,000 hectáreas de hortalizas resultaron dañadas en todo el estado.
Morelia Michoacán	Diciembre 1997	3	BAJA		Una anciana fue encontrada sin vida por congelamiento, a causa de las bajas temperaturas.
Matehuala San Luis Potosí	Diciembre 1997	-2	ALTA		24,000 ha de cultivos de café, maíz, frijol y cítricos fueron afectadas con pérdidas económicas de 208 millones de pesos.
Ixpalino Sinaloa	Diciembre 1997	2	ALTA		En 30,000 hectáreas de frijol hubo pérdidas totales

Lugar	Fecha	Temperatura Minima °C	Grado de Severidad	Decesos	Observaciones
Cananea Sonora	Diciembre 1997	-9	ALTA		Afectadas 18,000 ha de frijol y maíz. El tránsito fue interrumpido en Agua Prieta-Nogales-Cananea.
Córdoba Veracruz	Diciembre 1997	3	BAJA	3	Entre la población de las ciudades de Córdoba, Orizaba y Fortín se registraron problemas en vías respiratorias.
Río Grande Zacatecas	Diciembre 1997	-10	MEDIA	16	21 municipios resultaron afectados por el descenso de temperatura en Veta Grande, Zacatecas, Pinos, Joaquín Amaro, Sombrerete, Nuevo Tampico, Sierra Hermosa, Villa de Cos y Morelos. Además se reportaron enfermedades respiratorias.
Tecate Baja California	Enero 1998	-2	MUY ALTA	56	Algunas enfermedades respiratorias se registraron en Tijuana y Tecate.
Tenancingo Hidalgo	Enero 1998	1	MEDIA		3,600 ha de chile, calabaza, papa y ejote se perdieron totalmente en la Vega de Meztlán.
Matehuala San Luis Potosí	Enero 1998	2	MUY ALTA	52	Cuatro personas perecieron por hipotermia. Además de la afectación en cultivos de café en la Huasteca.
Imuris Sonora	Enero 1998	1	ALTA	39	En algunas localidades, la población infantil y senil fue afectada por el frío, se presentaron enfermedades como neumonía y bronquitis en: Hermosillo, Nogales y San Luis Río Colorado.
Tijuana Baja California	Diciembre 1998	-1	ALTA	33	En las ciudades de Tijuana, Mexicali y Ensenada hubo interrupción en las vías de comunicación.
Madera Chihuahua	Diciembre 1998	-15	BAJA	12	Algunos casos de hipotermia, intoxicación y quemaduras se registraron entre la población.
Monclova Coahuila	Diciembre 1998	2	BAJA		15 intoxicados fueron reportados por una mala ventilación provocada por los braseros y calentadores.
Magdalena Contreras Distrito Federal	Diciembre 1998	8	BAJA		15 niños y ancianos resultaron afectados por el descenso de temperatura.
Culiacán Sinaloa	Diciembre 1998	6	ALTA		En 16,217 ha de cultivos de maíz y frijol se reportaron con pérdidas parciales, así como, 2200 ha fueron siniestradas totalmente, el cultivo más afectado fue el frijol.
Zacatlán Puebla	Julio 1999	-1	ALTA		40,548 hectáreas de cultivos fueron siniestradas en la Sierra Norte y Nororiental.
Tlaxcala Tlaxcala	Septiembre 1999	-2	ALTA		41,081 ha de flores, cebada, hortaliza, trigo y cacahuete se perdieron en su totalidad.
Toluca México	Octubre 1999	-5	BAJA		En la población sólo se presentaron enfermedades de las vías respiratorias.
Meztlán Hidalgo	Octubre 1999	0	BAJA		38 municipios fueron afectados, además de pérdidas en cultivos pertenecientes al Valle de Metztlán
Huehuetlán Puebla	Octubre 1999	3	MEDIA		30% de las cosechas de maíz y frijol se perdieron.
Huamantla Tlaxcala	Octubre 1999	2	ALTA		El 25% de 35,000 ha de cebada sufrieron daños en Calpulalpan, Tlaxco y Huamantla, las pérdidas económicas ascendieron a los 86 millones de pesos.
Ciudad Juárez Chihuahua	Noviembre 1999	-3	BAJA	12	Varias personas se intoxicaron al inhalar monóxido de carbono emitido por calentadores.
Santa Bárbara Durango	Noviembre 1999	-10	BAJA	1	Algunos casos de hipotermia se presentaron entre la población de la capital del estado.
Toluca México	Noviembre 1999	-7	BAJA		2 millones 387 mil casos de enfermedades respiratorias se registraron en todo el estado.

Lugar	Fecha	Temperatura Mínima °C	Grado de Severidad	Decesos	Observaciones
Tepic Nayarit	Noviembre 1999	5	BAJA	2	Algunos problemas de hipotermia sufrió la población a causa del frío.
El Vergel Chihuahua	Diciembre 1999	-14	MEDIA	28	Una gran parte de la población infantil y senil fueron afectados principalmente por enfermedades respiratorias. Además de un millón de habitantes perjudicados en 13 municipios.
Monclova Coahuila	Diciembre 1999	-6	BAJA	2	Entre la población se registraron problemas de hipotermia y broncorrespiración.
Santa Bárbara Durango	Diciembre 1999	-14	BAJA	13	La población senil reportó problemas de hipotermia a causa del descenso de temperatura.
Guanajuato Guanajuato	Diciembre 1999	6	BAJA	2	Algunas enfermedades respiratorias fueron neumonía y bronquitis.
Valle del Mezquital Hidalgo	Diciembre 1999	-5	BAJA	5	Los decesos fueron por hipotermia
Meseta Purépecha Michoacán	Diciembre 1999	-5	ALTA		10 Enfermos se presentaron por neumonía y 20 mil hectáreas de maíz, frijol, sorgo y hortalizas fueron siniestradas.
Monterrey Nuevo León	Diciembre 1999	-1	BAJA	4	Varios casos de enfermedades respiratorias se reportaron en los municipios de Apodaca y Guadalupe.
Querétaro Querétaro	Diciembre 1999	-2	BAJA		Los problemas de infecciones respiratorias agudas se incrementaron en los menores de edad.
Córdoba Veracruz	Diciembre 1999	2	BAJA	5	La población presentó enfermedades de las vías respiratorias
Tecate Baja California	Enero 2000	-4	BAJA	8	En Tijuana hubo un descenso brusco de temperatura que ocasionó complicaciones respiratorias en la población infantil.
Ciudad Juárez Chihuahua	Enero 2000	-7	MEDIA	20	Los decesos ocurrieron por intoxicación al inhalar monóxido de carbono y más de 150 fueron atendidas de emergencia al intoxicarse por la misma causa.
Tepehuanes Durango	Enero 2000	-5	MEDIA	20	Se incrementaron los males respiratorios, por el descenso de la temperatura.
Pachuca Hidalgo	Enero 2000	-4	MEDIA		Debido a las bajas temperaturas hubo falta de escolares en Pachuca, Ixmiquilpan, Tulancingo, Real del Monte, Mineral del Chico, Omitlán, Zacualtipán, Acaxochitlán y Tepeapulco.
Toluca México	Enero 2000	-10.5	MEDIA		Aumentaron 30% las enfermedades por el frío.
Tepic Nayarit	Enero 2000	5	BAJA	1	En Tepic se registró el deceso de un niño de cinco años a consecuencia de una neumonía, por el paso del frente frío No. 24.
San Joaquín Querétaro	Enero 2000	-4	MEDIA		Temperaturas mínimas se registraron en la Sierra Gorda del estado, afectándose cultivos de árboles frutales en los municipios de San Joaquín, Pinal de Amoles y Jalpa de Serra. Las Heladas dañaron las siembras de granos básicos, además de la muerte de algunos animales de corral.
Chignahuapan Puebla	Enero 2000	-6	BAJA		Los descensos de temperatura ocasionaron daños en la agricultura en por lo menos nueve municipios: Teziutlán, Huachinango, Ciudadán Serdán, Zacatlán, Cuyuaco, Libres, Tepeyahualco, Naupan y Zapotitlán de Méndez.
Zacatecas Zacatecas	Enero 2000	-7	MEDIA		Los lugares donde el frío llegó hasta -3°C fueron Xichú, Santa Catarina, la parte Serrana de San Luis de La Paz, así como de las sierras de Lobos y la de Santa Rosa.

Lugar	Fecha	Temperatura Mínima °C	Grado de Severidad	Decesos	Observaciones
Campeche Campeche	Febrero 2000	8.5	BAJA		Las enfermedades respiratorias se incrementaron de un 7 al 10%, principalmente en menores de cinco años. El frío ha incrementado los casos de gripe y tos en Hopelchén, Calakmul, Candelaria. La temperatura marcó 8.5°C en Xcupil y Nohyaxché.
Tepic Nayarit	Febrero 2000	9	BAJA		Pérdidas en la producción de tabaco, el 50% de los cultivos estuvieron invadidos por la plaga de moho azul.
Sierra Gorda Querétaro	Febrero 2000	-3	BAJA	13	Por complicaciones respiratorias mueren 13 menores en las comunidades de arroyo seco, Landa de Matamoros, Jalpan, Peñamiller y Tolimán.
Ciudad Victoria Tamaulipas	Febrero 2000	-5	BAJA	3	Mueren tres menores por males respiratorios generados por el frío.
Las Palomas Zacatecas	Febrero 2000	-4	MEDIA	12	Se incrementaron los padecimientos respiratorios, principalmente las neumonías y bronconeumonías. Las heladas devastaron unas 30 mil hectáreas agrícolas de guayaba y nopal.
El Vergel Chihuahua	Octubre 2000	-5	BAJA	8	Los decesos ocurridos en el estado ocurrieron en la vía pública por las bajas temperaturas.
Ensenada Baja California	Noviembre 2000	4	BAJA	6	Las bajas temperaturas en Mexicali cobraron la vida de seis infantes, principalmente por enfermedades respiratorias como neumonía.
Ciudad Acuña Coahuila	Noviembre 2000	-0.2	BAJA	4	Se presentaron complicaciones en las vías respiratorias de la población de Coahuila, por las bajas temperaturas.
El Vergel Chihuahua	Noviembre 2000	-16	ALTA	28	Los decesos ocurrieron en Ciudad Juárez, cinco por hipotermia y 9 intoxicados por monóxido de carbono emitido por calentadores. En Galeana las primeras heladas ocasionaron que 135 mil hectáreas de temporal quedarán sin sembrar.
Zamora Michoacán	Noviembre 2000	-1	BAJA	1	Una persona se quedó dormida a la intemperie en una barranca en Paracho.
SLP San Luis Potosí	Noviembre 2000	2.9	BAJA	11	El frío provocó la muerte de once personas.
Agua Prieta Sonora	Noviembre 2000	-5	BAJA	6	El frío ha ocasionado que seis personas murieron por hipotermia y bronconeumonía en el norte y sierra de Sonora, así como cuantiosos daños al agro del sur y la costa.
Monclova Coahuila	Diciembre 2000	-7	BAJA	3	Las bajas temperaturas provocaron dos decesos uno por hipotermia y el otro de bronconeumonía en Piedras Negras y Monclova. Además aumentaron un 50% las infecciones respiratorias
Temósachic Chihuahua	Diciembre 2000	-13	MEDIA	20	De las defunciones ocurridas en el estado un 70% ocurrieron por la falta de ventilación en las viviendas al dejar encendidos calentadores y el resto fue por hipotermia, principalmente en los indigentes.
Topilejo Distrito Federal	Diciembre 2000	2	BAJA	3	Las comunidades agrícolas de Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco han sufrido el frío del invierno y se han presentado tres decesos por hipotermia.
Ascensión Nuevo León	Diciembre 2000	-10	BAJA	1	Más de 150 familias resultaron incomunicadas entre la sierra debido a las heladas y nevadas en el ejido de Joyas de San Diego, El Potosí, Ciénega del Toro, Jesús María, El Orito y la Huerta. En Monterrey ocurrió un deceso por hipotermia
Puerto Valles Tamaulipas	Diciembre 2000	0	BAJA	2	Las bajas temperaturas ocasionaron la muerte de dos menores.
Oxtlapa Veracruz	Diciembre 2000	1	BAJA	1	Un deceso en Huatusco, Veracruz por neumonía provocado por las bajas temperaturas
Asientos Aguascalientes	Enero 2001	-2	BAJA		Se han presentado descensos en la temperatura en los municipios de Asientos, San José de Gracia, El Llano, Rincón de Romos y Tepezalá.

Lugar	Fecha	Temperatura Mínima °C	Grado de Severidad	Decesos	Observaciones
Tecate Baja California	Enero 2001	-2	BAJA		En el municipio de Tecate rescataron a 16 personas por el frío, fue cerrada la carretera hacia Mexicali por presentar una capa de hielo en el asfalto.
Escárcega Campeche	Enero 2001	8	MEDIA		En Escárcega y Champotón el frío ocasionó la pérdida de más del 40% de los apiarios, provocando que se dejen de producir unas 300 toneladas de miel.
Monclova Coahuila	Enero 2001	3	BAJA	3	En Monclova ocurrieron tres decesos por intoxicación con monóxido de carbono.
Temósachic Chihuahua	Enero 2001	-9	MEDIA	21	El 100% de las defunciones ocurridas en el estado fueron producto de la intoxicación al inhalar el monóxido de carbono de los calentadores.
Santa Bárbara Durango	Enero 2001	-16	ALTA		En 33 de los 39 municipios del estado se registraron temperaturas bajo cero. En Durango la temperatura fue de -5.8°C.
Huejutla Hidalgo	Enero 2001	-5	BAJA	4	En la población de Villa Tezontepec ocurrieron tres decesos por la inhalación de monóxido de carbono.
Tepic Nayarit	Enero 2001	8	BAJA	3	A consecuencia del frío se incrementaron los casos de rotavirus y fallecieron tres infantes en valle Morelos, municipio de Santiago Ixcuintla y en Compostela.
Juárez Nuevo León	Enero 2001	-2	BAJA	4	En el estado fallecieron tres infantes por problemas de bronconeumonía y un anciano por hipotermia.
Querétaro Querétaro	Enero 2001	7	BAJA	13	En la capital del estado se presentaron ocho fallecimientos por el frío, tres en El Marqués, uno en Corregidora y otro en Huimilpan.
Culiacán Sinaloa	Enero 2001	3	MEDIA		Las bajas temperaturas provocaron siniestros parciales en un 15% de las siembras de maíz y 400 hectáreas con siniestros totales de tomate y frijol en el valle de Culiacán, los productores mitigan las heladas al quemar llantas alrededor de las siembras. Daños en hortalizas y granos en Los Mochis y Guamúchil.
Agua Prieta Sonora	Enero 2001	-8	BAJA	6	En Nogales se incrementaron las infecciones respiratorias por el frío intenso y en el municipio de Naco dos adultos murieron al inhalar monóxido de carbono. En Cananea un anciano murió por hipotermia. En el norte del estado se suspendieron las clases.
Nuevo Laredo Tamaulipas	Enero 2001	1	BAJA	3	En Nuevo Laredo se registró un frío intenso que provocó la muerte de 2 personas y una en Tampico.
Perote Veracruz	Enero 2001	0	MEDIA		Las heladas registradas en las cercanías del Pico de Orizaba siniestraron más de 450 hectáreas de cultivos.
Cazadero Zacatecas	Enero 2001	-4	BAJA	2	En el poblado de Juan Aldama murió un menor al inhalar monóxido de carbono y en Río Grande un anciano murió calcinado en su vivienda. En el estado 350 cabezas de ganado han muerto por las heladas.
Ciudad Juárez Chihuahua	Febrero 2001	-7	BAJA	12	Los decesos ocurrieron por inhalar monóxido de carbono luego de dejar encendidos los calentadores mientras dormían.
Monclova Coahuila	Febrero 2001	4	MEDIA	1	Por el descenso de la temperatura murió un bebé y 23 personas fueron intoxicadas por inhalar monóxido de carbono en Monclova. Mientras en Saltillo se presentó una intensa neblina y un frío congelante que cristalizó el pavimento y ocurrieron 30 accidentes de tránsito.
Pachuca Hidalgo	Febrero 2001	2	BAJA		El descenso de la temperatura estuvo acompañado por nublados y lluvia en los municipios de la sierra Huasteca y Otomí-Tepehua los más afectados fueron: Atlapexco, Huautla, Xaltocán, San Felipe Orizatlán, Huejutla, Xochiatipan en la Huasteca, Tlanchinol, Zacualtipán, Tepehuacán, Molango, Tlahuiltepec, Juárez-Hidalgo y Calnali
Cananea Sonora	Febrero 2001	-10	BAJA	6	Los fallecimientos ocurrieron por la intoxicación con monóxido de carbono en Agua Prieta, Cananea y Nogales. Cada semana se atendieron más de 5 mil consultas por problemas respiratorios.
Zacatecas	Febrero 2001	-1 en Las Palomas	BAJA	3	Debido a que el pavimento presentó una capa de hielo ocurrió un accidente donde tres personas fallecieron.

Conclusión

En México, el fenómeno de la helada se presenta con mayor intensidad durante los meses fríos del año. Sus impactos se dejan sentir principalmente en la población infantil y senil, así como en algunos cultivos. Para disminuir sus afectaciones se realizan campañas de protección en la población durante la temporada invernal y con ello se disminuyen los daños que provoca. La mayoría de ellos se deben al desconocimiento de sus consecuencias y a la utilización inadecuada de los calentadores dentro de las viviendas, porque carecen de una ventilación suficiente; además, los indigentes no acuden a los albergues, con el fin de protegerse de los cambios bruscos de temperatura.

En la República Mexicana cerca de 15, 000,000 de habitantes son afectados por las heladas; para impulsar la prevención contra heladas, es necesario considerar dos aspectos: la vulnerabilidad de la población ante el fenómeno y el grado de peligrosidad de éste. En especial reduciendo la vulnerabilidad de la población se reducirían los daños de manera significativa, sobre todo la pérdida de la vida y la integridad.

Glosario

Advección. Desplazamiento horizontal de las masas de aire.

Anticiclón. Área de altas presiones en la que las isobaras van de menos a más. El aire circula en el sentido de las agujas del reloj en el hemisferio norte. Se trata de centros de dispersión de vientos. Dan lugar a un tiempo seco, soleado, frío en invierno y cálido en verano, dependiendo siempre de la época del año y de las masas de aire estancadas. En algunas ocasiones apenas hay viento.

Atmósfera. Capa de gases que rodea a la Tierra.

Barlovento. Lugar de la montaña expuesto al viento. Suele ser más lluvioso si está expuesto a la dirección dominante de las masas de aire.

Barómetro. Aparato que mide la presión atmosférica. Pueden ser de mercurio o metálicos, estos últimos llamados aneroides son los más utilizados. Si se registra la presión en cada momento en un gráfico se llaman **barógrafos**.

Clima. Es el estado más frecuente de la atmósfera en un lugar determinado, y comprende los extremos y todas las variaciones.

Conducción. Proceso de transferencia de calor entre materiales y sustancias yuxtapuestas (o en contacto).

Condensación. Proceso por el cual el vapor de agua se convierte en agua líquida, producido por el enfriamiento, que da lugar a nubosidad o precipitaciones.

Convección. Transferencia de calor mediante movimientos ascendentes de aire cálido y descendentes de aire frío.

Estabilidad. Estado de la atmósfera en el que no existen corrientes verticales fuertes y, por lo tanto, el tiempo es bueno.

Evaporación. Proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua y se mezcla con el aire.

Evapotranspiración. Pérdida de agua por la atmósfera como resultado de los efectos combinados de la evaporación y la transpiración de las plantas.

Frente. Zona de contacto entre dos masas de aire diferentes.

Frente frío. Límite anterior de una masa de aire frío en movimiento. Cuando entra en contacto con una masa de aire caliente menos denso se produce una situación de inestabilidad que suele provocar fuertes lluvias.

Hectopascal. Unidad internacional para medir la presión atmosférica, también llamada **milibar**.

Helada. Congelación del agua del suelo por el descenso de temperatura por debajo de cero grados. Se produce en días anticiclónicos, con calma y sin nubosidad, principalmente en invierno.

Helada blanca. Blanca capa de cristales de hielo depositados sobre la superficie de los objetos que tienen una temperatura inferior a aquella en donde el agua se congela.

Helada negra. Es cuando provoca daños celulares, al congelarse la savia de las plantas y produce un oscurecimiento de las hojas de éstas.

Higrómetro. Instrumento para medir la humedad.

Humedad. Cantidad de vapor de agua en la atmósfera.

Humedad relativa. Cantidad de humedad en el aire a una temperatura determinada comparada con el máximo que podría retener a esa temperatura; suele expresarse en forma de porcentaje.

Inestabilidad. Situación en la que la temperatura de una masa de aire ascendente es siempre más caliente que el aire circundante; en consecuencia sigue subiendo y a veces llega a la tropopausa.

Inversión térmica. A veces sucede que en las largas noches de invierno, bajo un cielo claro (despejado de nubes), con una atmósfera seca, aire tranquilo y terreno cubierto de nieve, la temperatura es más baja en las capas superficiales y más alta en las capas intermedias de la troposfera, a esto se le llama inversión térmica.

Masa de aire. Volumen de aire con características parecidas de temperatura y humedad en todos sus puntos.

Neblina. Visibilidad ligeramente reducida por la suspensión de gotitas de agua en el aire.

Niebla. Gotitas de agua en el aire que reducen la visibilidad a menos de 1000 metros.

Nieve. Cristales de hielo que caen de las nubes y que permanecen unidos para formar copos.

Nube. Estructura formada en la baja atmósfera por el vapor de agua condensado y por partículas de hielo.

Nubosidad. Cantidad de nubes en el cielo, se expresa en las cartas meteorológicas como un círculo el cual es dividido en ocho partes iguales llamadas octas; por ejemplo cuando el círculo está en color negro se dice que hay ocho octas de nubosidad y si el círculo aparece sin color es que el cielo está despejado.

Presión atmosférica. También llamada presión del aire o barométrica, es el peso de la atmósfera sobre una unidad de la superficie de la Tierra. Los cambios de temperatura suelen ir acompañados de fluctuaciones en la presión atmosférica.

Punto de rocío. La temperatura a la cual el agua empieza a condensarse sobre las partículas de aire de una masa determinada.

Radiación. Modo por el cual la energía se propaga a través del espacio.

Rocío. Agua que se condensa en forma líquida en la superficie terrestre.

Saturación. Punto en el que una masa de aire no puede retener más vapor de agua a una temperatura dada; es decir, cuando la humedad relativa es del 100%.

Sotavento. Ladera de la montaña resguardada del viento.

Subsidencia. Movimiento de descenso del aire en un anticiclón.

Temperatura. Es la condición que determina la transmisión del calor de un cuerpo a otro: del más caliente al más frío.

Termómetro. Aparato destinado a comparar en una forma convencional la temperatura de unos cuerpos con respecto a otros.

Tiempo. Es la suma total de las propiedades físicas de la atmósfera, o sea de los elementos, en un periodo cronológico corto, o también llamado el estado momentáneo de la atmósfera.

Tropopausa. Zona de transición atmosférica situada a unos 10 km de la superficie de la Tierra, entre la troposfera y la estratosfera, en la que la temperatura deja de descender con la altura.

Troposfera. Zona inferior de la atmósfera en donde se desarrollan los meteoros aéreos, acuosos y algunos eléctricos. En ella la temperatura decrece con la altura y se verifican todos los fenómenos meteorológicos que definen el tiempo y el clima. Contiene vapor de agua que desaparece prácticamente más allá de los 8 km. En esta zona tienen lugar los fenómenos de condensación, nieblas, lluvia, nieve, granizo y las tormentas.

Viento. Movimiento del aire de la atmósfera determinado, por su magnitud e intensidad, su dirección y sentido. La dirección y sentido se determina por medio de la veleta; la intensidad, por la velocidad del viento o por la presión que ejerce sobre una superficie normal.

Bibliografía

Burgos, J.J. 1963. Las heladas en la Argentina. Colección Científica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 30 pp.

Campos-Aranda, D. 2000. Heladas, orígenes, predicción, pronóstico y defensa, en Tláloc, Revista trimestral de la Asociación Mexicana de Hidráulica, Ed. Trilce, México, D.F, 14-17 pp.

Eden P. y C. Twist. 1999. Miniguía. Tiempo y Clima. Ed. Casa Autrey, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México, D.F., 58-66 pp.

García-Amaro, E. 1989. Apuntes de Climatología, Offset Larios, 6ª ed., 153 pp.

Gloney, R.W. y J. Lomas. 1988. Compendio de apuntes para la formación de personal agrometeorológico de las clases II y III. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza., 160-169 pp.

Kalma J, G. Laughlin, J. Caprio y P. Hamer. 1992. Advances in Bioclimatology 2. The Bioclimatology of Frost, its Occurrence, Impact and Protection, Springer-Verlag. Germany, 120 pp.

Morales-Acoltzi, T.; V. Magaña y J. Vázquez-Cabrera. 1998. Probabilidad de heladas en el Altiplano Mexicano, en Memoria del VIII Congreso de la Organización de Meteorólogos, A.C, OMMAC, 28-30 de octubre, Veracruz, Ver., 49-52 pp.

Orozco, S. 1989. Origen y probabilidades de heladas para el estado de Tlaxcala. Tesis de Licenciado en Biología Agropecuaria. Universidad Autónoma de Tlaxcala, 147 pp.

Ortíz-Solorio, C., 1984. Elementos de agrometeorología cuantitativa. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 235 pp.

Protección Civil. 1991. Recomendaciones ante el riesgo de olas de frío, hielos y nevadas. Dirección General de Protección Civil de España, 12 pp.

Romo, G. y R. Arteaga. 1989. Meteorología agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Irrigación, México, 297-372 pp.

Sánchez, O. 1998. El fenómeno de heladas inesperadas en México. Tesis de Físico, Facultad de Ciencias, UNAM, 64 pp.

Sanchis, V.A. 1985. Las heladas en la zona naranjera de Levante. Madrid. Instituto Nacional de Meteorología, 17-25 pp.

Secretaría de Gobernación. 1999. Qué hacer en caso de ... desastres. Campaña: El Gobierno Federal Promueve tu Seguridad, 6-9 pp.

Vidal R. y E. García-Amaro. 1992, Número de días con helada al año, Atlas Nacional de México, Instituto de Geografía, Vol. 2, Hoja IV.4.7, UNAM, México.

"Fascículo Heladas"

Se terminó de imprimir en diciembre de 2001, en los Talleres Gráficos de México, Av. Canal del Norte N° 80, Col. Felipe Pescador, México, D.F. La edición en papel bond de 90 grs. en interiores y portada en cartulina sulfatada de 14 puntos, consta de 10,000 ejemplares más sobrantes para reposición.



**Coordinación General de Protección Civil
Centro Nacional de Prevención de Desastres**

Av. Delfín Madrigal No. 665,
Col. Pedregal de Sto. Domingo,
Deleg. Coyoacán,
México D.F., C.P. 04360

www.cenapred.unam.mx