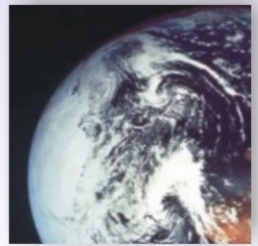


HELADAS



SERIE
Fascículos



CENTRO NACIONAL
DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN



1a. edición, diciembre 2001
2a. edición, agosto 2007
1a. reimpresión de la 2da. edición, febrero 2008

©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 y M. en C. Carlos A. Gutiérrez Martínez

Edición: Violeta Ramos Radilla

Diseño: Demetrio Vázquez Sánchez y Cynthia Paola Estrada Cabrera

ISBN: 978-970-821-012-6

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**

SERIE Fascículos

SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Lic. Juan Camilo Mouriño Terrazo
Secretario de Gobernación

Lic. Laura Gurza Jaidar
Coordinadora General de Protección Civil

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

M. en I. Roberto Quaas Weppen
Director General

M. en C. Carlos A. Gutiérrez Martínez
Director de Investigación

Ing. Enrique Guevara Ortiz
Director de Instrumentación y Cómputo

Lic. Gloria Luz Ortiz Espejel
Directora de Capacitación

M. en I. Tomás Alberto Sánchez Pérez
Director de Difusión

Profa. Carmen Pimentel Amador
Directora de Servicios Técnicos

Heladas

3	Introducción
4	Definición de heladas
5	Factores meteorológicos que intervienen en la ocurrencia de heladas Balance regional de la radiación Circulación general de la atmósfera
7	Elementos meteorológicos que afectan la formación de heladas Viento Nubosidad Humedad atmosférica Radiación solar
9	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
13	Efectos en la salud de la población por el frío extremo
15	Efectos de las heladas en los cultivos Internos Externos Inmediatos Acumulativos
15	Diferencia entre helada y nevada
16	Distribución de las heladas Las heladas a escala mundial Las heladas en México
19	Medidas de protección contra las heladas Medidas de protección en las personas Medidas de protección en cultivos
23	Recomendaciones para protección civil Medidas previas al fenómeno de la helada Medidas durante la helada
27	Estadísticas de las consecuencias de las bajas temperaturas en la salud de la población
31	Conclusión
32	Glosario
34	Bibliografía

Introducción



En el mundo, las altas y bajas temperaturas extremas se encuentran en las regiones típicamente cálidas y frías, respectivamente; sin embargo, se pueden presentar también en climas templados, que ocupan latitudes medias. En estas últimas, las temperaturas se consideran extremas cuando descienden sustancialmente de lo normal. Por ejemplo, mientras que en la Antártida una temperatura de -7°C es considerada propia de un ambiente templado, en Florida ésta sería extremadamente fría (Engelbert, 1997).

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 principalmente pérdidas a la agricultura y afectar la salud de la población de las zonas rurales y urbanas; sus inclemencias las sufren, sobre todo, las personas que habitan en casas frágiles o que son indigentes, así como los niños y personas de la tercera edad.

En el país, las heladas y las bajas temperaturas ocurren esencialmente, durante los meses de noviembre a marzo, siendo diciembre y enero los de mayor impacto.

La mayoría de los decesos que se registran en nuestro país, se presentan por mitigar el frío, al momento de dejar encendidos los calentadores que se utilizan en las viviendas y que éstos provocan intoxicación con monóxido de carbono, debido a una mala ventilación.

A lo largo de la historia de México se han registrado eventos de heladas, particularmente se tiene documentado desde la época de la Colonia, como la ocurrida en el Valle de México en 1448, que cubrió de hielo a todos los cultivos de maíz, cuando aún se encontraban en la etapa de grano. Se tiene conocimiento de otros casos, los cuales en su mayoría se caracterizaron por afectar las actividades agrícolas. Resulta relevante lo ocurrido, el 26 de julio de 1785, cuando en la ciudad de México, los indígenas padecieron varias enfermedades como consecuencia de una helada severa (García, *et al.*, 2003).

Al respecto, es importante mencionar que los rasgos topográficos como los valles, son los lugares donde se presentan con mayor frecuencia las heladas, siendo su grado de severidad alto (Kassomenos, *et al.*, 1997).

Definición de heladas

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C (WMO, 1992). La cubierta de hielo, es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas (Ascaso y Casals, 1986).

Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva. Suele acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden descender a los 2°C o aún más. Desde el punto de vista agroclimático, es importante considerar a dicho fenómeno, dados sus efectos en el sector agrícola (Engelbert, 1997). Pero es relevante, aunque en menor grado, las afectaciones a la salud de la población que es influenciada por las olas de frío (Eagleman, 1983).

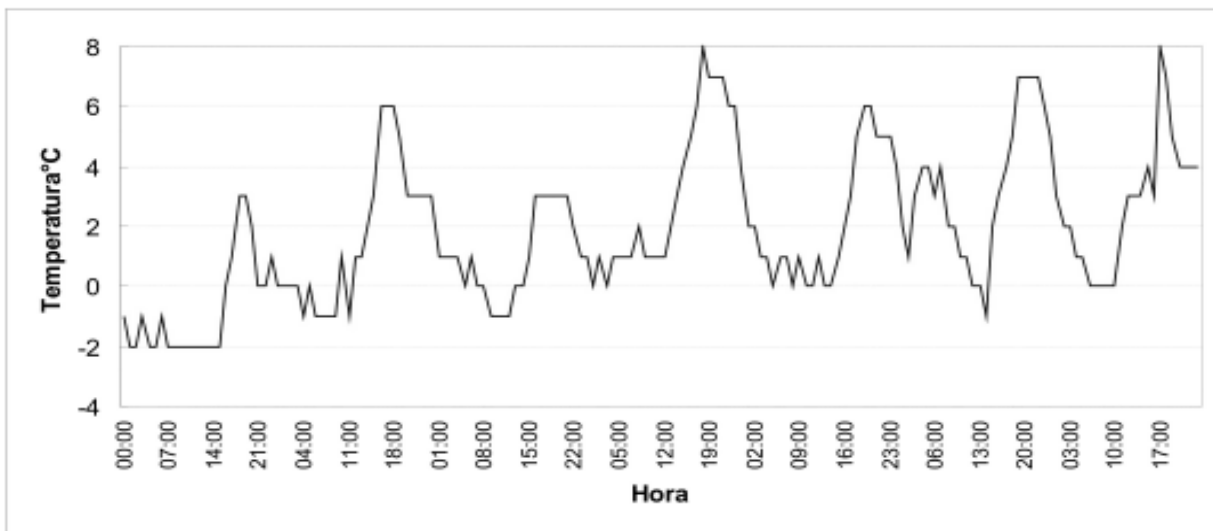
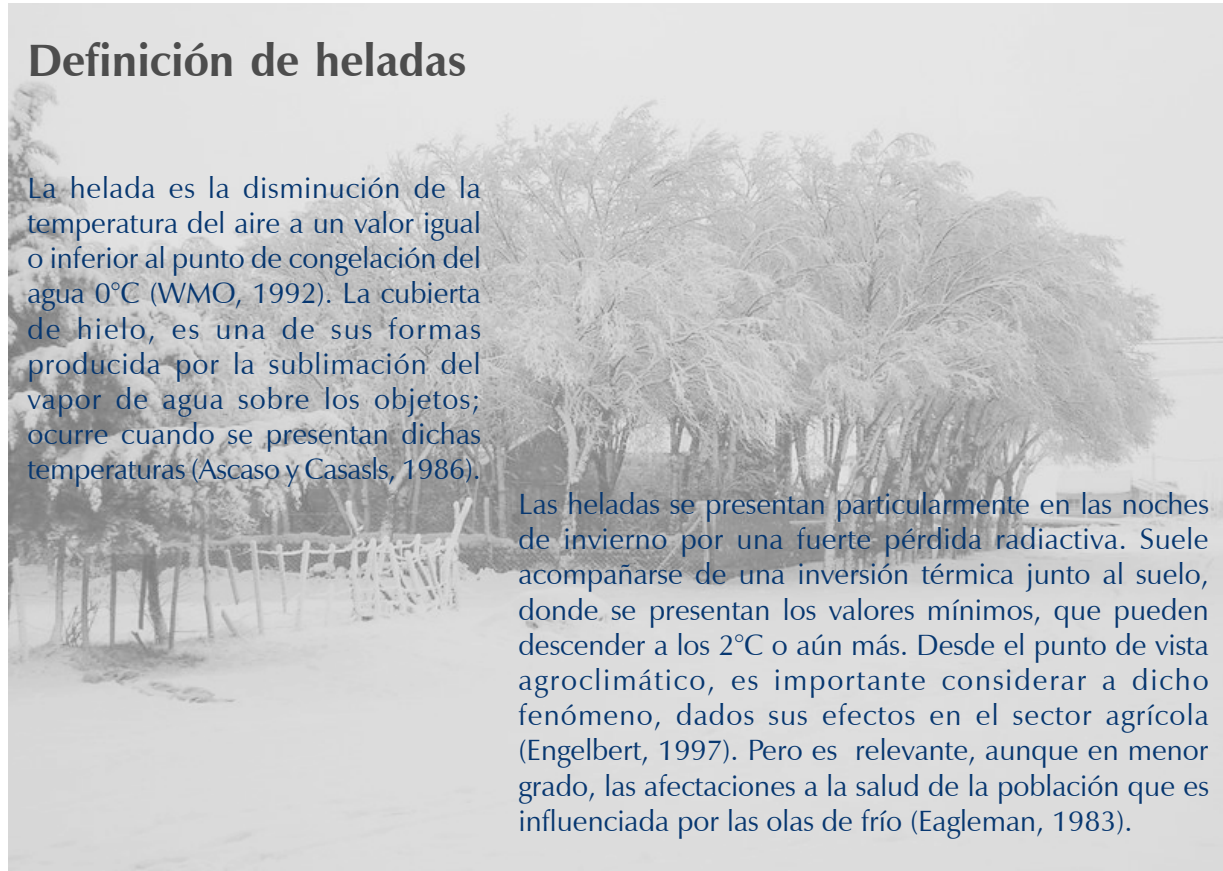


Figura 1. Comportamiento horario de la temperatura

Factores meteorológicos que intervienen en la ocurrencia de heladas

Los cambios en 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 éstos 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.



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

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).

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 aquéllos que soplan en una dirección persistente.

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 estos 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.

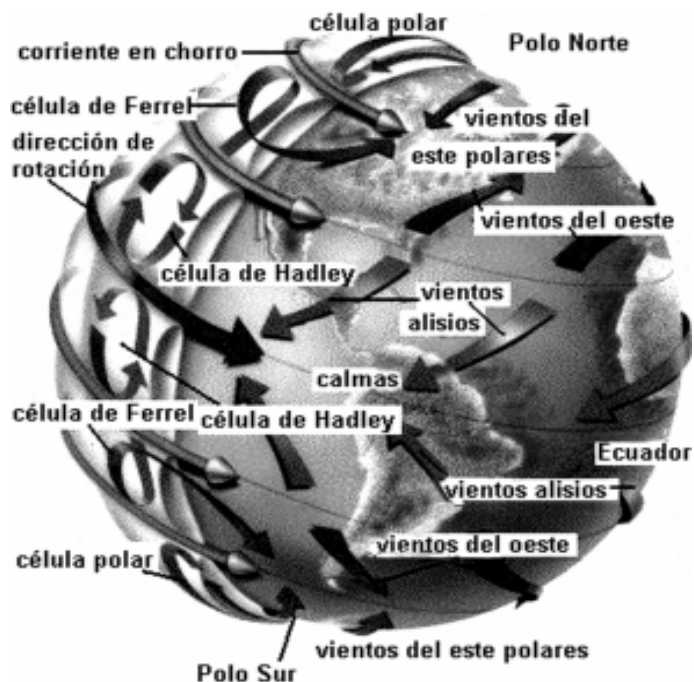


Figura 4. Circulación general de la atmósfera

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 ésta, las capas de aire son arrastradas por otras corrientes descendentes 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 temperatura puede llegar a los 0°C y el vapor de agua que contiene produce una capa delgada de



Figura 5. Elementos que favorecen la inversión térmica

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 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 aún más, y el viento es escaso, el vapor de agua contenido en el aire, se condensa; si la humedad es abundante, ésta produce una nevada y cuando tiene poco contenido de humedad, se forma la helada. Una gran humedad atmosférica reduce la probabilidad de ocurrencia de heladas.

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



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

Radiación Solar

La fuente principal de la energía que recibe la atmósfera terrestre es el Sol, que continuamente radia parte de su masa al espacio en forma de energía aelectromagnética y de partículas a gran velocidad.

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, por ello existe menor acumulación de calor en el suelo y ésta habrá de regresar a la atmósfera en mayor tiempo.

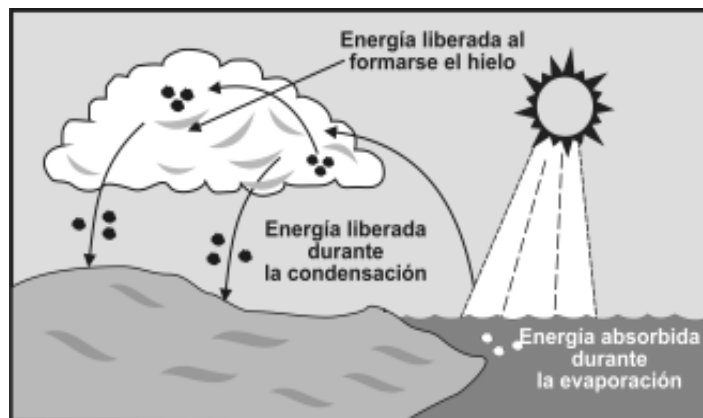


Figura 8. Elementos que integran la radiación solar

Clasificación de las heladas

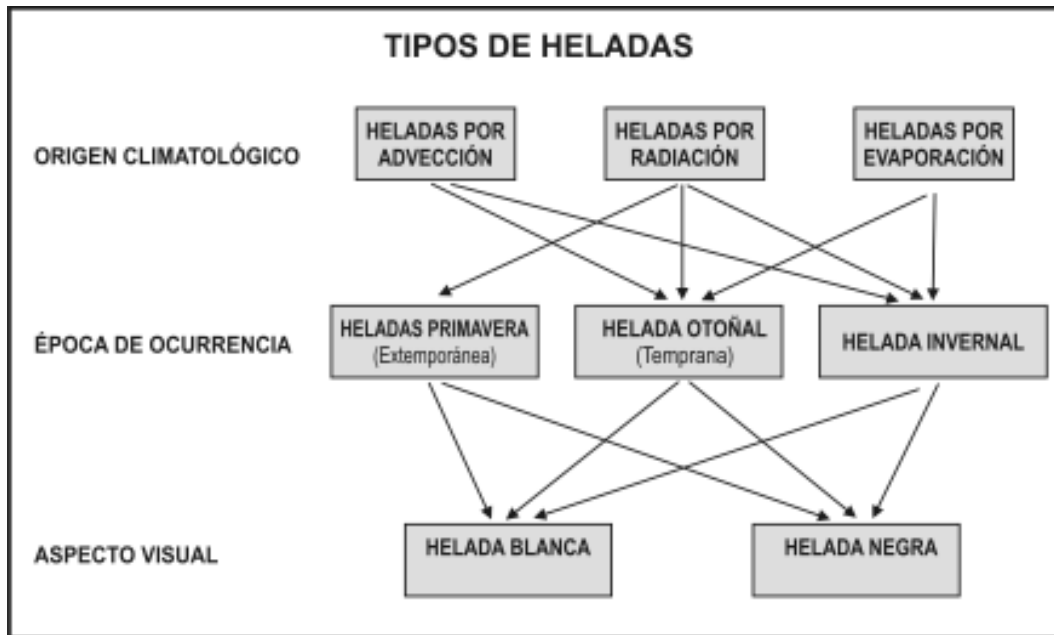


Figura 9. Tipos de heladas. Por ejemplo, una helada puede ser por advección en la época otoñal y ser negra

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).

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

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.



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

También la helada se puede formar cuando no hay viento, el cielo está despejado, existe una baja concentración de vapor de agua en el aire y está asociada con 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 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, particularmente las hortalizas.



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



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.



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

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.

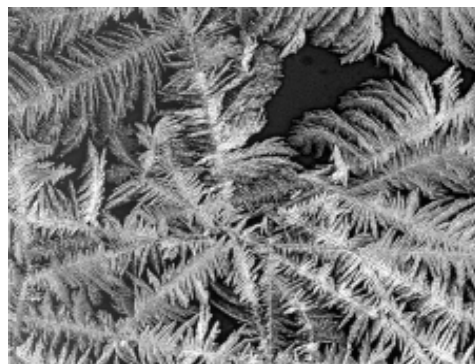


Figura 14. Helada sobre las ramas en un árbol de pino

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 para soportar bajas temperaturas (Fig. 14).

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 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).



Figura 15. Helada blanca sobre las hojas de una planta

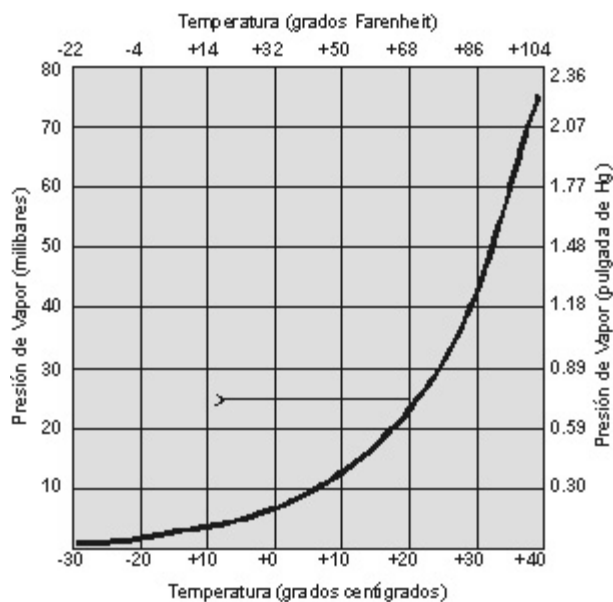


Figura 16. Relación entre la temperatura del aire y la presión de saturación

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 en la salud de la población por el frío extremo

Un clima frío implica para el cuerpo humano varios efectos adversos. Algunos de éstos son directos, por ejemplo, los daños por la nevada o la helada, producen un aumento en las infecciones respiratorias agudas (IRAS), el congelamiento de la piel y la hipotermia (Engelbert, 1997). Además de provocar enfermedades de tipo circulatorio, ambas se incrementan notablemente durante la presencia de ondas gélidas (Kilbourne, 1997).

Las IRAS son infecciones de las vías respiratorias con evolución menor a 15 días y en algunas ocasiones se complican con neumonía. En México, dicha enfermedad ocupó el tercer lugar como causa de muerte entre la población infantil en 1997 (Subsecretaría de Prevención y Control de Enfermedades, 2000).

Entre las IRAS más frecuentes están; rinofaringitis, faringoamigdalitis, laringitis, bronquitis, otitis media y neumonía.

El congelamiento ocurre cuando una persona tiene una exposición excesiva al frío y presenta entumecimiento, somnolencia, pérdida de la visión, tambaleo, aturdimiento o semiinconsciencia y hormigueos. Además, es posible que exista dolor y, en ocasiones, aparecen ampollas. Todo ello se debe a que los tejidos del cuerpo se congelan, esta enfermedad es muy común en las personas que practican deportes de invierno. Los casos de congelamiento van de moderados a severos. Los primeros pueden generarse durante periodos largos y cuando la gente es sensible al frío, mientras que los severos se presentan cuando los tejidos se congelan al punto tal, que ocasionan la muerte. Si esto ocurre es necesario amputar el área afectada. Las extremidades del cuerpo humano más susceptibles al congelamiento son la nariz, las orejas, los dedos de las manos y los pies, pero también puede ser general. (Eagleman, 1983 y Jiménez, *et al.*, 2006).

Es posible que una persona con ropa húmeda, pueda sufrir congelación y en ocasiones le genere la muerte, si la temperatura desciende a 10°C.

La hipotermia es la disminución de la temperatura corporal, por debajo de los 35°C y consiste en la exposición



prolongada al frío. La enfermedad se identifica por la piel del individuo que es pálida, fría y seca, además el ser humano manifiesta escalofríos, disminución de la respiración superficial y del estado de conciencia; en ocasiones, puede provocar la muerte de las personas.

Si la temperatura disminuye hasta el punto en que se presenta la hipotermia, la temperatura del cuerpo experimenta un descenso gradual, que provoca afectaciones en las funciones físicas y mentales. En un principio, la hipotermia estimula a la persona un efecto violento de escalofrío, cuando la temperatura del cuerpo desciende hasta 26°C, se presenta la hipotermia avanzada que puede ocasionar la inconsciencia e incluso la muerte.

Otros efectos son resultados indirectos del frío, tales como los accidentes de tránsito y los ataques al corazón, los



primeros ocurren cuando existe nieve o hielo sobre las carreteras; mientras que, los segundos se presentan por exceso de trabajo al aire libre.

Cuando la temperatura se combina con el viento, el frío es más peligroso. Por ello, la velocidad del viento es un factor relevante. Por ejemplo, si la temperatura en el ambiente es de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el viento sopla a 32 km/h , el ambiente es de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esto representa un riesgo para la persona, dado un mayor grado de congelamiento.

Una persona puede sobrevivir varios días o semanas, sin comida o pocos líquidos, pero no sobrevive por mucho tiempo sin el cuerpo caliente; es decir, si desciende su temperatura corporal. Por ello, los adultos mayores poseen un deterioro del mecanismo termorregulador y son menos capaces de soportar temperaturas extremas, debido a que los cambios relacionados con la edad influyen en el descenso del flujo de la sangre, así como el estremecimiento de la masa muscular e índice metabólico, para este grupo de edad es muy común dicho problema (Burbank, 2006). Asimismo, los niños son los más desprotegidos a los climas fríos, debido a que sus cuerpos son menos eficientes para regular la temperatura.

El aire frío en el cuerpo reduce la resistencia de las personas a las infecciones virales y bacterianas, que en efecto, se combinan con la tendencia de que la gente permanezca por más tiempo en lugares cerrados durante el invierno, donde ellos se exponen a otros gérmenes, resultando más enfermedades en esta época del año.

Las afectaciones por heladas en la población de México, según el mapa de heladas y el último conteo de población (INEGI, 2005) se distribuyen de la siguiente forma (tabla 1).

Tabla 1. Número de municipios en México con mayor afectación por heladas

Estado	Municipios	Población
Baja California	3	1,360,477
Chihuahua	46	2,776,993
Distrito Federal	12	6,259,973
Durango	14	207,482
Hidalgo	10	274,005
Estado de México	48	4,119,075
Michoacán	19	1,225,623
Morelos	1	14,815
Puebla	8	161,480
San Luis Potosí	1	7,098
Sinaloa	1	32,295
Sonora	15	349,375
Tlaxcala	14	284,895
Zacatecas	3	27,231
Total	195	17,100,817

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.

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 sino en 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 nevadas 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 nevadas 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 18 se identifica como la zona 8.

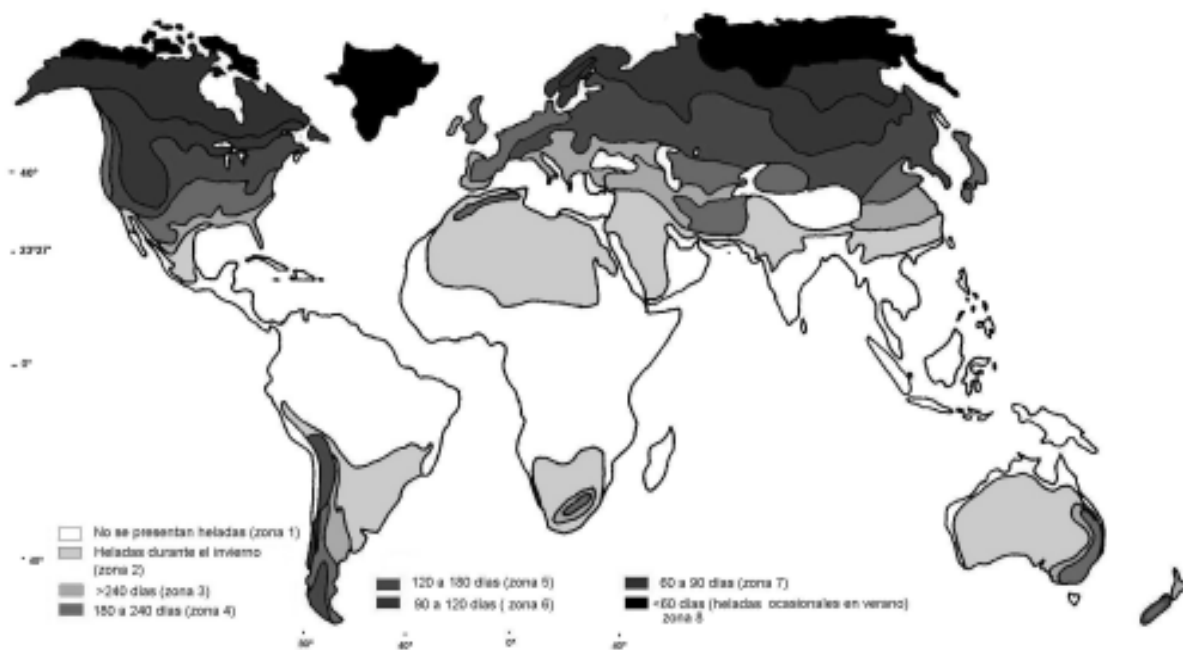


Figura 18. Distribución mundial del periodo libre de heladas en días (Kalma et al., 1992)

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 3 de febrero de 2007 (Fig. 19), la masa polar atraviesa el norte y centro del país ocasionando un descenso de la temperatura en la Sierra Madre Occidental y en el Altiplano Mexicano (zona detrás del frente).

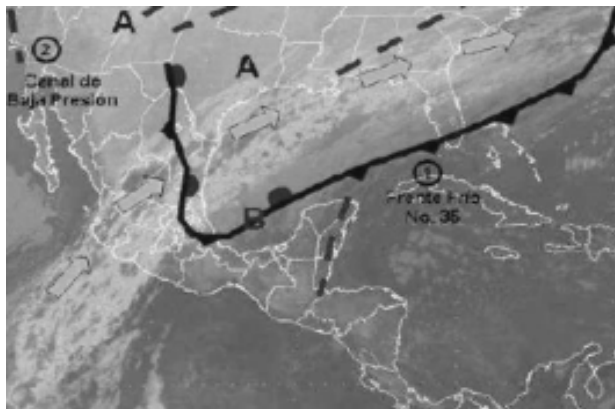


Imagen del 3 de febrero de 2007

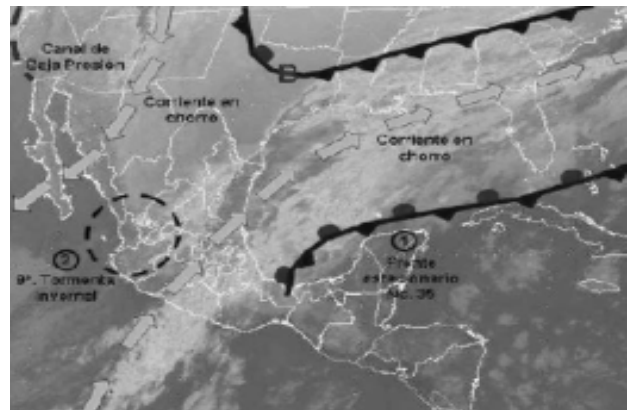


imagen del 4 de febrero de 2007

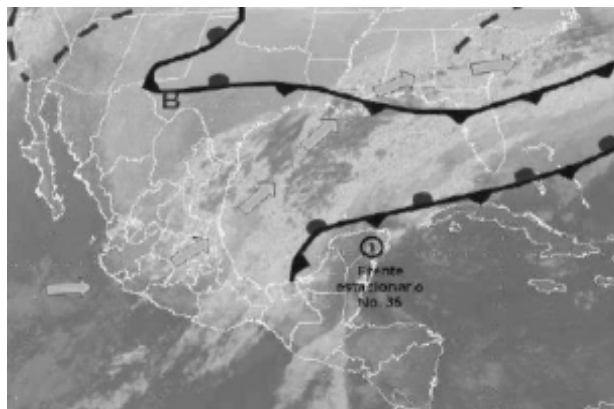


Imagen del 5 de febrero de 2007

Figura 19. Masa de aire frío sobre el centro del país (Servicio Meteorológico Nacional, 2007)

Distribución de las heladas

En México, la distribución de las heladas se manifiesta, principalmente en dos grandes regiones, la primera y la más extensa está sobre las sierras Tarahumara, de Durango y Tepehuanes, que comprende a los estados de Chihuahua, Durango, Sonora y Zacatecas; la segunda,

aunque no de menor importancia se localiza en la parte centro del país, que incluye los estados de Michoacán, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Puebla e Hidalgo, región que limita con el Sistema Volcánico Transversal. Otras áreas expuestas a bajas temperaturas se localizan en las Sierras de San Pedro Mártir y de Juárez, Baja California. Una más cubre algunas porciones de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, en todas estas regiones existen cerca de 120 días con heladas, figura 20. En cambio, las zonas costeras poseen ausencia de este fenómeno; como la vertiente del golfo de México, el sur del río Pánuco y hasta la península de Yucatán, e incluso el istmo de Tehuantepec, además de la llanura del océano Pacífico.

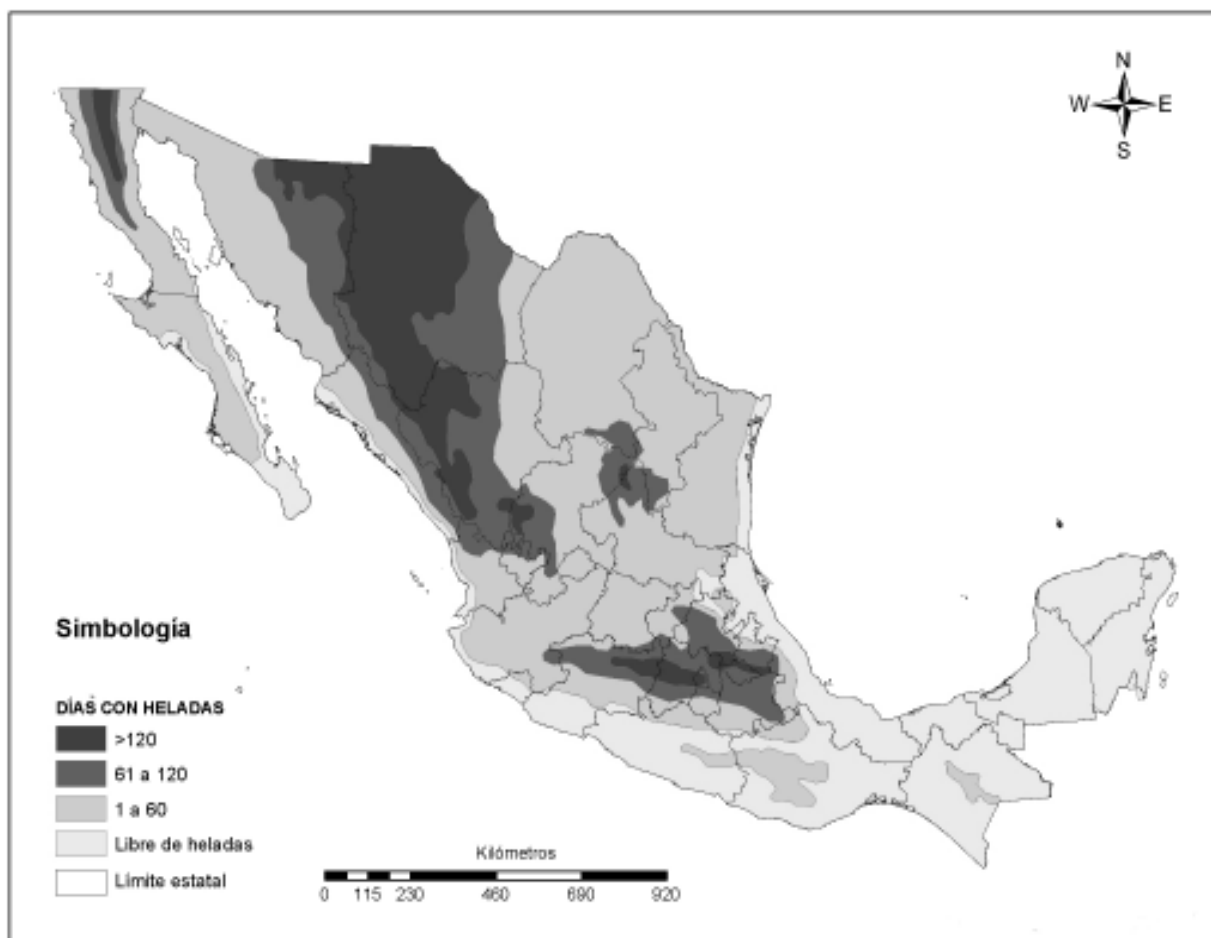


Figura 20. Distribución de los días libres de heladas en México
 Vidal-Zepeda, Rosalía. 2007. Días con heladas en México, Hoja Amenazas climáticas. Nuevo Atlas Nacional de México, Instituto de Geografía, UNAM, México (en prensa)

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.



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

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).

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. Por ejemplo, en la producción de humo, al quemarse las sustancias de deshecho en los hornillos, éstas generan mucho hollín que refuerza el efecto invernadero, y con ello disminuye el enfriamiento. Así, el humo debe producirse antes de que la temperatura alcance los 0°C.

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



Figura 23. Calentador con chimenea



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

El calentamiento consiste en generar el aire cálido en 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)

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 cultivos

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.

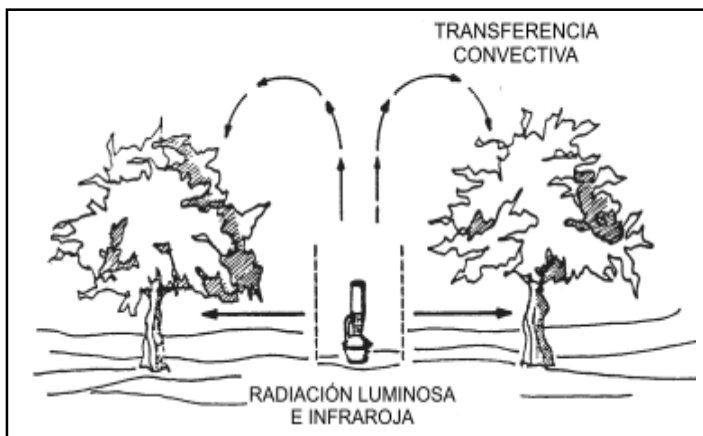


Figura 27. Etapas de la transmisión del calor



Figura 26. Motoventilador

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 (fig 26).

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).

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). También es importante tomar en cuenta, 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 problemas 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

Un ambiente frío puede congelar la superficie del cuerpo, aumentar la presión arterial y exigir 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.



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 comunicación.



Fig. 30. Estar atento a la información meteorológica que transmiten los medios masivos de comunicación

- ◆ 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 .

Vitamina A	
Verduras	Frutas
Zanahoria	Melón
Espinacas	Mango
Coles de Bruselas	Melocotón
Tomate	Ciruelas
Lechuga	
Brócoli	
Vitamina C	
Jitomate	Fresas
Coliflor	Limón
Apio	Naranja
Perejil	Mandarina
Coles de Bruselas	Toronja
Pimiento Verde	Guayaba
Nabo	Grosella
	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 refugios 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 de pilas con repuestos suficientes para escuchar la información meteorológica.



- ◆ Lámpara con pilas y suficientes repuestos.

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

Medidas durante la helada

- ◆ Es importante tener cuidado con los sistemas de calentamiento para que no se respiren gases que provoquen la intoxicación de 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.
- ◆ Abrigarse con ropa gruesa de preferencia de algodón. Evitar las prendas ajustadas y de tela sintética.
- ◆ 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 33. Usar ropa gruesa

- ◆ Protegerse el rostro y la cabeza (gorro y guantes). Evitar la entrada de aire frío en los pulmones.
- ◆ Usar suficientes cobijas durante la noche y madrugada que es cuando desciende 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.

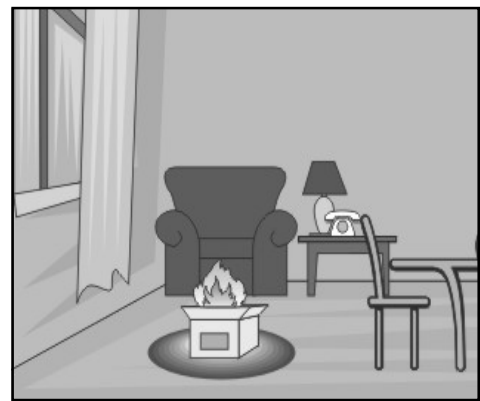


Figura 34. Para combatir el frío, no deben encenderse anafres o estufas en habitaciones cerradas

- ◆ 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 en 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 suficientes repuestos
- ◆ Algunos alimentos en lata (así como un abrelatas) y agua potable.
- ◆ Recuerde no ingerir bebidas alcohólicas, pues ello hace que el cuerpo pierda calor 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.

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.



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

Estadísticas de las consecuencias de las bajas temperaturas en la salud de la población de 1985 a 2005

Como se mencionó anteriormente, los problemas en la salud de la población se presentan, principalmente, por la imprudencia de las personas al dejar encendido los calentadores durante toda la noche, por ello, ocurren las intoxicaciones por monóxido de carbono, que en la gran mayoría de las ocasiones provocan pérdidas humanas.

En el mapa 1, se muestra que en el periodo de 1985 al 2005 la Secretaría de Salud reportó 4,988 decesos por este problema, los cuales se encuentran distribuidos en 723 municipios, pertenecientes a los 32 estados de la República Mexicana. El municipio de Juárez, en el estado de Chihuahua, es el de mayor incidencia por las bajas temperaturas y pérdidas humanas por intoxicación con monóxido de carbono, con más de 500 casos en los 20



años de registro, mientras que en 230 municipios de varios estados del país sólo hay un registro (Secretaría de Salud, 2007).

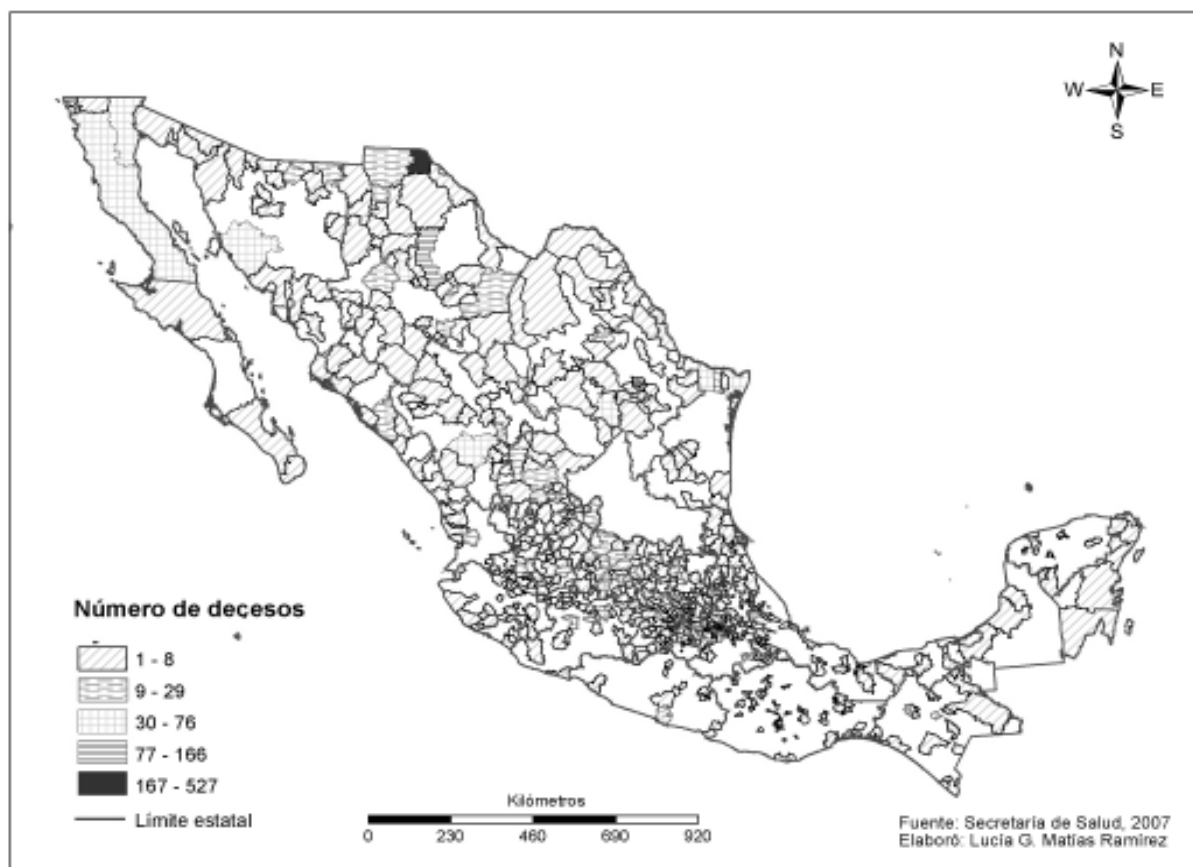
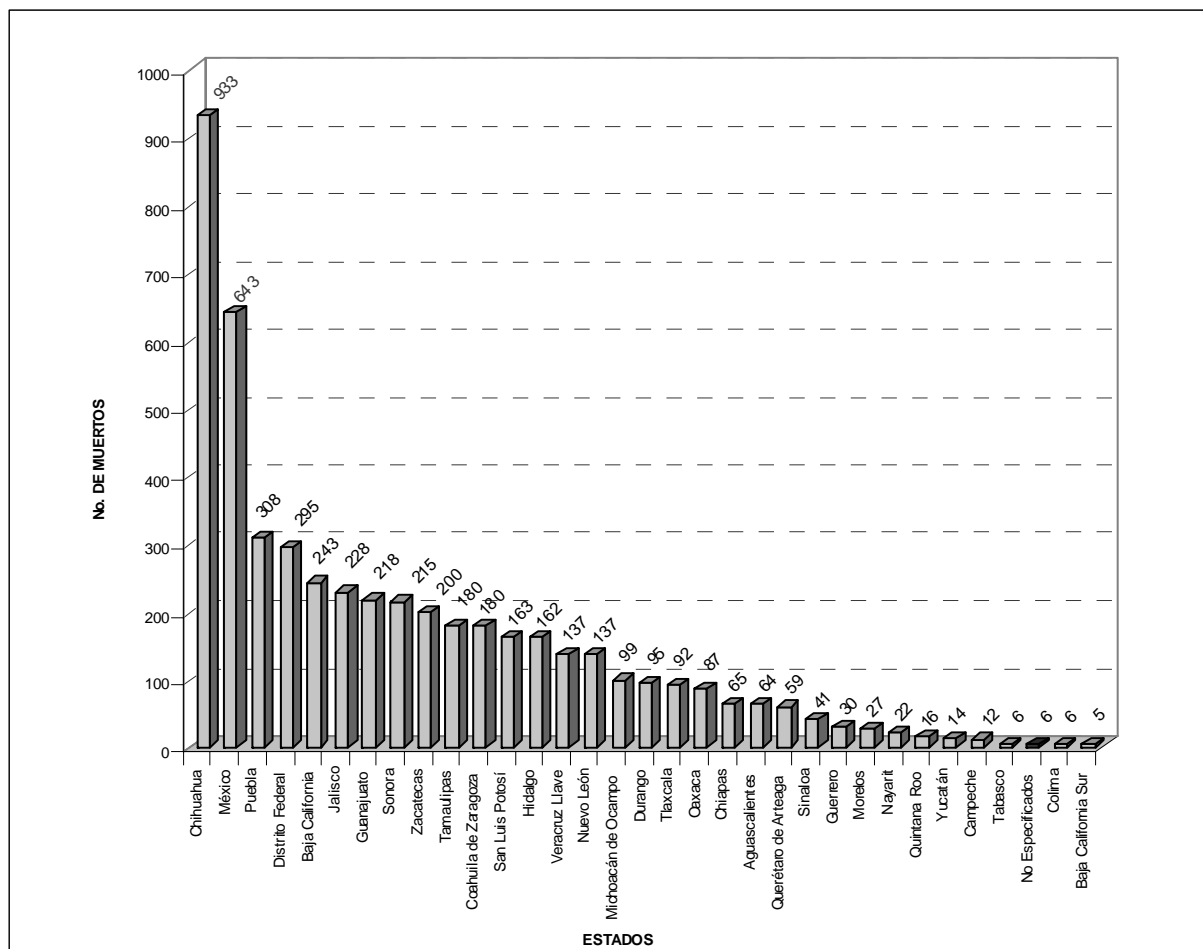


Figura 37. Mapa de decesos por monóxido de carbono

Con base en los datos de la Secretaría de Salud (2007), se realizaron algunas gráficas que representan la distribución de los decesos por estado. (Gráfica 1).

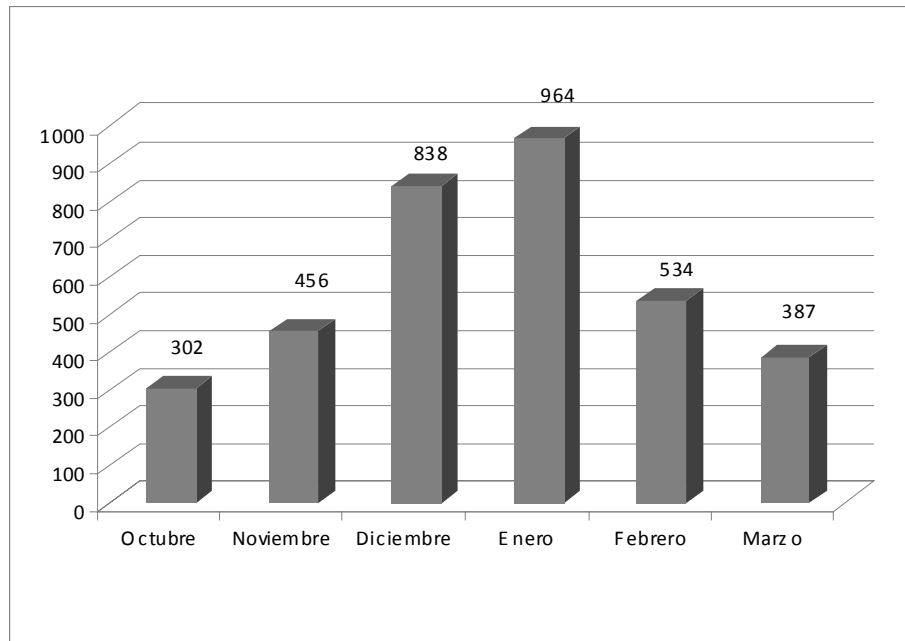


Gráfica 1. Número de decesos por entidad federativa de 1985 al 2005

De la gráfica anterior, se deduce que el estado con mayor pérdida humana es Chihuahua con 933 registros; le sigue el estado de México con 643. En tanto que, los estados con más de 200 casos son Zacatecas, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Baja California, Distrito Federal y Puebla; todas estas entidades en algún momento han registrado temperaturas mínimas de

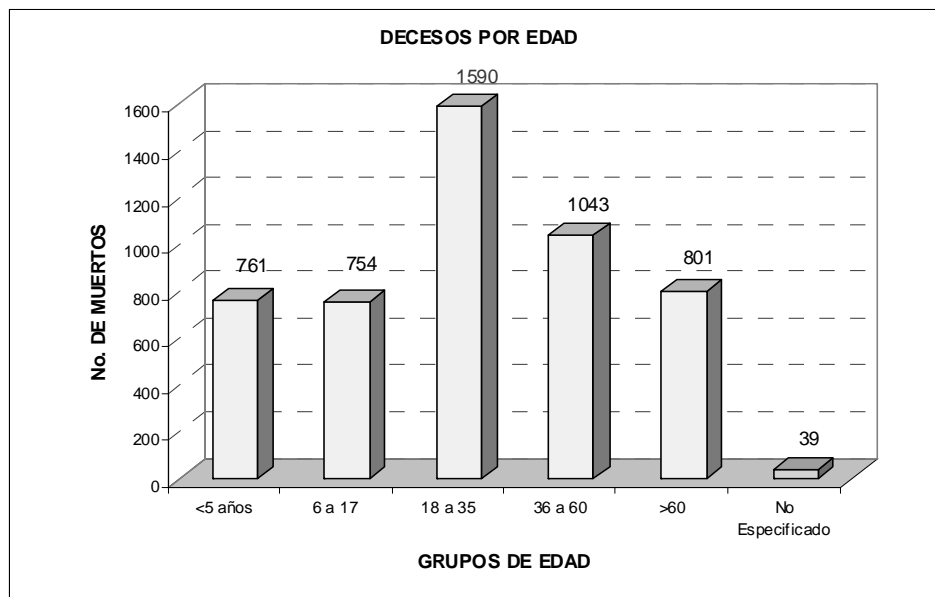
consideración, es decir, el termómetro ha descendido más allá de los 0°C. Por otra parte, los estados que tienen menos de 20 decesos son Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Colima y Baja California Sur. En ellos, los descensos de temperatura no son tan marcados, debido a que son estados localizados cerca de la costa.

El mayor número de víctimas se presenta primordialmente en la mitad fría del año, en la que se presentaron 3,481 decesos (Gráfica 2).



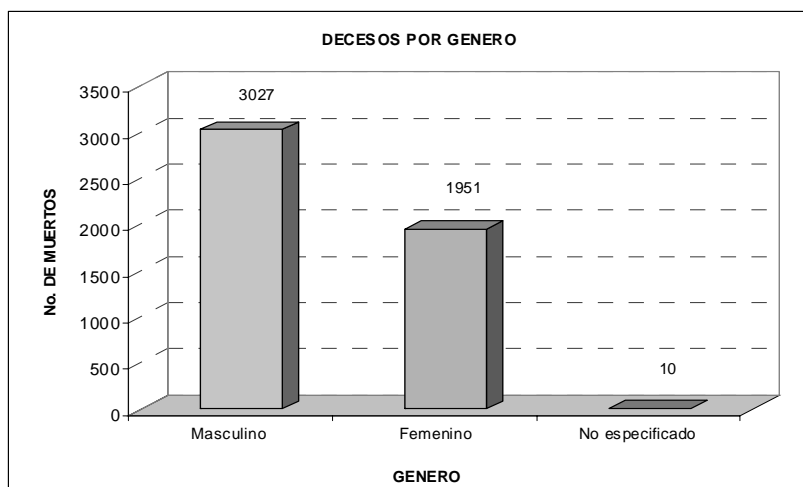
Gráfica 2. Distribución mensual de las pérdidas humanas en México de 1985 al 2005

Por otra parte, el grupo de edad más susceptible a los efectos de las bajas temperaturas es el de 18 a 35 años, o también llamado jóvenes-adultos con 1,590 decesos, mientras que las personas de la tercera edad y niños menores de cinco años suman 1,562. Cabe señalar que se cuenta con un grupo de 39 personas que no registró su edad (Gráfica 3).



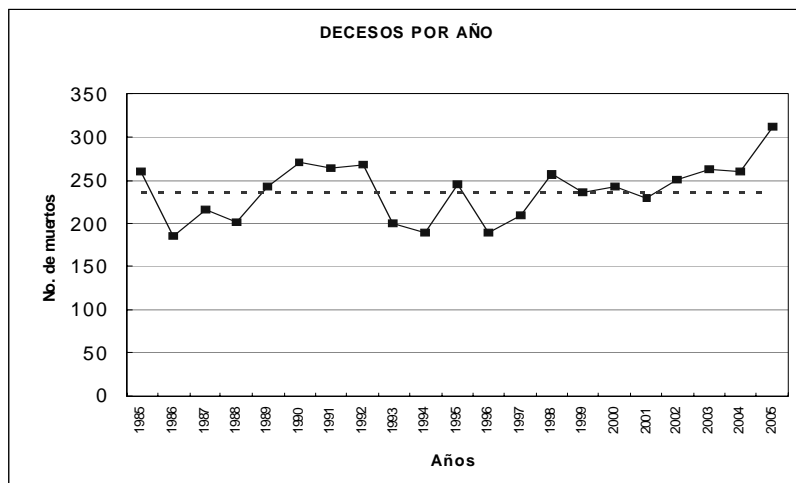
Gráfica 3. Distribución de las pérdidas humanas según grupo de edad, de 1985 al 2005

Además, se distingue el número de decesos por género durante los 20 años de registro, donde se muestra que el sexo masculino es el que tiene mayor impacto con 3,027 defunciones, ello resulta por la actividad que realizan los varones al exponerse al medio ambiente, durante largas jornadas de trabajo, principalmente en el campo (Gráfica 4). No obstante, las mujeres no están excluidas del fenómeno ya que sus actividades en el hogar implican contacto directo con las temperaturas frías del ambiente durante un tiempo determinado, por ejemplo, cuando están en el traspatio o alimentando a sus animales.



Gráfica 4. Número de decesos por género de 1985 al 2005

Finalmente, se muestra que el año con mayor número de decesos en México por intoxicación debido a monóxido de carbono fue 2005, con 312 casos, mientras que la media es de 235. Así, se tienen 12 años con un número total de víctimas por arriba de la media (1985, 1989, 1990, 1991, 1992, 1995, 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005). Es importante mencionar que los valores de decesos se mantienen relativamente cercanos a la media (Gráfica 5).



Gráfica 5. Distribución anual de los decesos por intoxicación de monóxido de carbono en México de 1985 al 2005

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. 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 refugios temporales, con el fin de protegerse de los cambios bruscos de temperatura.

En la República Mexicana cerca de 17, 000,000 habitantes son afectados por las heladas cada invierno; para impulsar la prevención de este fenómeno, es necesario considerar dos aspectos: la vulnerabilidad de la población y el grado de peligrosidad del fenómeno. En especial si se reduce la vulnerabilidad de la población serán menores los daños de manera significativa, sobre todo la pérdida de vidas humanas.



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 aquélla 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

- Ascaso, A. y M. Casals. 1986. Vocabulario de términos meteorológicos y de ciencias afines. Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Madrid, pp.408.
- Burgos, J.J. 1963. Las heladas en la Argentina. Colección Científica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 30 pp.
- Burbank, P. 2006. Vulnerable older adults, health care needs and interventions. Springer, USA, pp. 280.
- 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.
- Eagleman, Joe. 1983. Severe and Usual Weather. Van Nostrand Reinhold Company, U.S.A, pp. 372.
- 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.
- Engelbert, P. 1997. The complete weather resource. Vol. 2: Weather Phenomena. UXL. pp. 368.
- García-Acosta, V., A. Molina, J.M. Pérez (2003), Catálogo de Desastres agrícolas en México. Tomo I. Épocas prehispánica y colonial (958-1822), Fondo de Cultura Económica, pp. 506.
- 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.
- INEGI, 2005. Censo de población y vivienda.
- Jiménez, M., L. Matías, F. García, M. Vázquez, D. Mendoza y S. Renner. 2006. Análisis del peligro y vulnerabilidad por bajas temperaturas y nevadas. Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Tomo Fenómenos hidrometeorológicos. CENAPRED, Noviembre, pp. 295-459.
- 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.
- Kassomenos, P., H. Flocas, S. Lykoudis and M. Petrakis. 1997. A study of frost events in areas characterised by the absence of observations. Meteorology Atmospheric Physics. No. 62, pp. 249-256.
- Kilbourne, E. 1997. Ambientes fríos. Impacto de los desastres en la salud pública. Organización Panamericana de la salud. Bogotá, Colombia. pp. 270-283.
- Martín-Vide, J. 1991. Fundamentos de climatología analítica. Espacios y sociedades, No.5, Síntesis, Barcelona, España, pp.157.
- 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.
- Ortiz-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.
- Sanchéz, 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.
- Secretaría de Salud, 2007. Número de defunciones por intoxicación de monóxido de carbono en México.
- Subsecretaría de Prevención y Control de Enfermedades, 2000.
- Vidal R. 2007, Número de días con heladas al año, nuevo Atlas Nacional de México, Instituto de Geografía, UNAM, México. (En prensa).
- World Meteorological Organization. 1992. International Meteorological Vocabulary. No. 182, 2 ed., Geneva-Switzerland, pp.784.
- Zinder, R. y J. Paulo de Melo-Abreu. 2005. Frost Protection: Fundamentals, Practice and Economics, Vol. 1, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, FAO, Environmental and Natural Resources Service, Series No. 10., pp. 1-39.

SERIE Fascículos

No.	Título
1	La Prevención de Desastres y la Protección Civil en México
2	Sismos
3	Inundaciones
4	Volcanes
5	Huracanes
6	Riesgos Químicos
7	Incendios
8	Erosión
9	Residuos Peligrosos
10	Incendios Forestales
11	Inestabilidad de Laderas
12	Tsunamis
13	Heladas
14	Sequías

"Fascículo Heladas"

Se terminó de imprimir en de 2008, en xxxxxxxxxxxx. La edición en papel bond de 90 grs. en interiores y portada en cartulina sulfatada de 14 puntos, consta de 3,000 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