

Climatología

El estudio del clima y del tiempo ha sido un asunto que ha ocupado a la Geografía desde sus comienzos. De las condiciones atmosféricas dependen muchas actividades humanas, desde la agricultura hasta un simple paseo por el campo. Por eso se ha hecho un esfuerzo ingente por predecir el tiempo tanto a corto como a medio plazo.

Lo primero que debemos aclarar son los conceptos de tiempo y clima, que hacen referencia a escalas temporales diferentes. El tiempo se define como el estado de la atmósfera en un determinado momento. Se toma en cuenta la humedad (absoluta y relativa), la temperatura y la presión, en un determinado lugar y momento. Como cada uno de los instantes son más o menos prolongados en el tiempo, y en extensión, se le denomina tipo de tiempo. Estos tipos de tiempo atmosférico cambian con el paso de las horas y los días; pero tienden a repetirse tipos de tiempo atmosférico similares en ciclos anuales y en las mismas fechas aproximadamente. A esa repetición anual de tipos de tiempo es a lo que llamamos clima. El clima es, la sucesión de tipos de tiempo que tienden a repetirse con regularidad en ciclos anuales. Cuando una comarca, ciudad, ladera, etc., tiene un clima diferenciado del clima zonal decimos que es un topoclima. Además, llamamos microclima al que no tiene divisiones inferiores, como el que hay en una habitación, debajo de un árbol o en una determinada esquina de una calle.

El clima tiende a ser regular en períodos de tiempo muy largos, incluso geológicos, lo que permite el desarrollo de una determinada vegetación y un suelo perfectamente equilibrado, suelos climáticos. Pero, en períodos de tiempo geológicos, el clima también cambia de forma natural, los tipos de tiempo se modifican y se pasa de un clima otro en la misma zona.

El tiempo, y el clima tiene lugar en la atmósfera. Para estudiar un clima es necesaria la observación durante un lapso de tiempo largo (mínimo quince años). Las observaciones de temperatura, precipitaciones, humedad y tipo de tiempo se recogen en las estaciones meteorológicas. Con estos datos se elaboran tablas que se expresan en climogramas.

– **Clima** significa inclinación, se refiere a la inclinación de los rayos solares que llegan al suelo y que varían según las horas del día, la época del año y la latitud en la que nos encontramos.

– **Climatología**: Ciencia que describe los climas, los explica y los clasifica por zonas.

– **Meteorología**: Ciencia que estudia la atmósfera terrestre y los fenómenos que tienen lugar en ella.

– **Microclima** son pequeñas zonas que tienen clima propio. Esto puede suceder en las ciudades grandes donde la temperatura llega hasta 6°C más alta que los alrededores.

– En el resto de Europa encontramos 4 tipos de clima: oceánico, mediterráneo, continental y de montaña.

– El récord de temperatura máxima, en España, lo ostenta Sevilla, donde en el año 1876, los termómetros marcaron 51 grados.

– La temperatura más baja conocida en España fue en el año 1956, en el Lago Estangento, en Lérida, con 32 grados bajo cero.

– Los vientos a veces arrastran arena y polvo desde el desierto del Sahara, que luego puede caer en forma de lluvia de color.

–Otros factores que afectan al clima son: la atmósfera, las erupciones volcánicas, los océanos, los casquetes polares y la actividad humana.

.

Factores del Clima: latitud, altitud y la proximidad del mar

El Clima de un lugar es el conjunto de tiempos atmosféricos que se da a lo largo de los años

Los lugares distintos, tienen climas distintos, pues dependen de varios elementos.

Los elementos más importantes son: **la latitud, la altitud y la proximidad del**

mar

La Latitud

La latitud es la distancia que hay desde un lugar concreto al Ecuador y se mide en grados. Siempre se dirá si el lugar se encuentra en el hemisferio norte o en el sur.

El clima depende de la distancia que hay desde un punto al Ecuador. Cuanto más lejos del Ecuador esté ese punto, más frío hace.

La Altitud

La altitud de un lugar es la altura de ese lugar con respecto al mar.

Cuanta más altitud, la temperatura disminuye o sea que hace más frío

La proximidad del mar

Los rayos del sol calientan por igual la tierra y el mar. Sin embargo el mar se enfría y se calienta más lentamente que la tierra, por lo que si la tierra está fría (en invierno) el mar está más caliente y si está caliente (en verano) el mar está más fresco. Esto suaviza mucho las temperaturas de los lugares cercanos al mar.

Cuando estamos en un lugar, en un momento determinado, podemos sentir la temperatura (frío o calor), precipitaciones (si llueve o si hay tiempo seco), y si hay viento.

La temperatura, las precipitaciones y el viento son lo que llamamos tiempo atmosférico.

Tiempo atmosférico = temperatura + precipitaciones + viento.

En un lugar cambian las temperaturas, las precipitaciones y el viento a lo largo de los meses y los años. No siempre hace calor, no siempre llueve y no siempre hay viento.

El tiempo atmosférico en un lugar, cambia a lo largo del año y tampoco es igual año tras año.

TEMPERATURA: Grado o nivel térmico de los cuerpos, relacionado con la energía cinética de las moléculas de los mismos. La temperatura ambiente, la de la atmósfera que rodea a un cuerpo. Temperaturas máxima y mínima, el mayor o el menor grado de calor que se observa en la atmósfera o en un cuerpo durante un período determinado de observación.

Para medirla, se utiliza el termómetro y en grados Centígrados (°C).

PRECIPITACIÓN: Agua procedente de la atmósfera que en forma sólida (nieve o granizo) o líquida se deposita sobre la superficie de la tierra. Suele medirse en litros por metro cuadrado con el pluviómetro.

EVAPORACIÓN: es un proceso en el que un líquido o un sólido se convierte gradualmente en gas, considerando que en este proceso el agua se calienta al absorber energía calórica del sol tomando en cuenta que esta, la fuente de energía del sol y que esto permite culminar la fase. La energía necesaria para que un gramo de agua se convierta en vapor es de 540 calorías a 100 °C valor conocido como calor de evaporación. Al ocurrir la evaporación la temperatura del aire baja, al ser tomado el calor de la superficie por la evaporación precedentemente es transportado a otros niveles mediante el proceso inverso de condensación, se esta entonces ante un mecanismo de mucha importancia, en lo que respecta a la transferencia y distribución del calor en la atmósfera en el globo terrestre.

VIENTO: Corriente de aire producida en la atmósfera por causas naturales. Aire atmosférico. Medimos su velocidad con el anemómetro y observamos su di

RADIACIÓN SOLAR: La radiación que proviene del sol viene siendo la fuente de energía de la superficie terrestre, por su efecto sobre la vida orgánica de nuestro planeta y por su importancia en la comprensión de otros fenómenos meteorológicos es el elemento del tiempo y del clima que debe estudiarse bajo el enfoque de causa – efecto.

Sin la radiación no podrían existir las diferencias térmicas, la evaporación, ni las variaciones en la diversidad del aire, que a su vez son causantes de diversos movimientos dentro de la atmósfera.

Por su naturaleza la radiación solar emite 2 tipos de radiaciones muy diferentes: la radiación ondulatoria o electromagnética (radiación solar) constituida por radiaciones visibles, infrarroja y ultravioleta a velocidad de la luz 300.000 km/seg., la temperatura aproximada en la superficie de sol es de 6.000 °C, con dicha temperatura el sol irradia 56 x 1026 cal/gr/min, en todas direcciones.

Estas radiaciones cubren cada vez radios y zonas mayores a medida que se alejan del sol. La distancia del sol a la tierra es de 190 millones de Km.

ELEMENTOS DE MEDICIÓN

Para conocer el tiempo atmosférico que hace, el clima de un lugar, necesitamos de ciertos instrumentos que nos indican cuánto calor hace, cuánta lluvia o nieve ha caído, cómo sopla de fuerte el viento, y en qué dirección.

TERMÓMETRO: Instrumento que sirve para medir la temperatura de un cuerpo o de un ambiente.

PLUVIÓMETRO: Aparato que sirve para medir la cantidad de lluvia que cae en un lugar determinado y en un tiempo dado.

EVAPORIMETRO: (de tornillo micrométrico) este aparato esta constituido por un depósito cilíndrico de metal de 200 cm² que descansa sobre un trípode y por un tornillo micrométrico de punta fina. El tornillo lleva una escala graduada en mm, aumenta de arriba hacia abajo y la parte superior del tornillo lleva una graduación circular en décimas de milímetros.

EVAPORIMETROS: (de tanques a la intemperie) estos tanques están colocados directamente al sol y expuestos a las precipitaciones. Estos varían en tamaño y forma e instalación pero el principio es el mismo, la medición del poder evaporante del agua

VELETA: Placa móvil alrededor de un eje vertical que se coloca en lo alto de un edificio para indicar la

dirección del viento.

ANEMÓMETRO: Instrumento para medir la velocidad del viento.

PIRANÓMETRO: mide la radiación solar que se emana de todo un hemisferio.

PORHELIÓMETRO: Es un instrumento para las mediciones de la radiación solar directa e incidencia normal a mediciones de radiación global y radiación celeste

COMO AFECTA EL CLIMA A LA FRUTICULTURA.

PLUVIOMETRÍA Y HUMEDAD AMBIENTAL.

Aunque la temperatura es importante no es el factor más importante. Los árboles necesitan un cierto nivel de humedad en el suelo para sobrevivir y crecer. Estas necesidades dependen de la zona y si hay escasez o inundación surgen problemas.

Si hay falta de agua:

Disminuye el número de brotes y los brotes son más cortos. El árbol puede morir de sed si hay sequía.

También se ve afectada la inducción floral (se induce un menor porcentaje de yemas a yemas de flor).

Se reduce el tamaño del fruto si falta agua. También se ve afectada la calidad del fruto (en cuanto a color y otras cualidades organolépticas).

Normalmente, las especies de zona templada se podrían cultivar con 700 mm. Por eso, el problema no es realmente la falta de agua, sino que haya una alta irregularidad en la distribución de las lluvias. Así, si el árbol vive con el agua de la lluvia, se cultiva en secano y, si necesita riegos, se cultiva en regadío.

Las especies de zona templada (con precipitaciones de 500 mm) pueden ser:

Resistentes a la sequía que se pueden cultivar en secano.

Menos resistentes a la sequía y para los que se recomienda un riego de apoyo.

Sensibles a la sequía y que necesitan riego.

La lluvia puede provocar daños según su ocaasionalidd:

Durante la floración:

- Las abejas no vuelan si llueve.
- Los granos de polen pueden ser arrastrados al suelo.
- Pérdidas de flores.
- Lavado de polen que ya estaba en los estigmas.

Durante el desarrollo de los frutos:

- Agrietado o rajado de frutos: Se da por una acumulación excesiva de agua por el fruto tras un periodo de sequía (vía epidermis y vía radicular) y, como la epidermis no es elástica, se raja.
- Si hay humedad ambiental elevada y continuada, se produce el russeting o piel de patata: grietas microscópicas que suberifican dando pintas marrones y color amarronado que condicionan al consumidor. También se puede producir debido a un proceso de fitotoxicidad.
- Caída masiva de frutos o caída de madurez: El problema es mayor en frutos de mayor peso y en especies de maduración tardía.
- Las lluvias también afectan a la aparición de hongos y enfermedades criptogámicas. En las zonas secas esto no es tan grave (solo algo en primavera y otoño), pero, en cambio, como no hay humedad alta, el problema son los ácaros (arañas rojas).

Durante el periodo de actividad vegetativa: Puede provocar asfixia si hay mucho encharcamiento durante varios días, ya que falta oxígeno para las semillas.

INSOLACIÓN.

Todas las especies necesitan de ella para sobrevivir porque incide en la fotosíntesis. Las necesidades varían entre especies y variedades siendo incluso distintas según las épocas del año.

Los frutales están mejor en zonas soleadas que en zonas de umbría y su producción es mayor.

Daños causados por una baja insolación.

Disminución de la intensidad de la fotosíntesis: El árbol produce menos sustancias hidrocarbonadas lo que provoca la disminución del crecimiento vegetativo (hay menos brotes y son más cortos) y que las hojas sean más pequeñas de lo normal.

A medida que el árbol crece, la vegetación es más abundante en las zonas exteriores, que dan sombra a las ramas primarias interiores, que se quedan desnudas. Este hecho es independiente de la insolación que haya en la zona e indica una mala realización de la poda.

Hay menor inducción floral, ya que se forman menos carbohidratos.

El fruto no forma bien sus pigmentos (en zonas donde se dé este problema, se deben cultivar variedades de fruto de color verde, donde el problema es menos grave).

Este problema ha obligado a poner sistemas de conducción planos (espalderas).

Daños provocados por una alta insolación.

Dstrucción de pigmentos, que da lugar a frutos más oscuros (se da con insolaciones excesivas, pero no muy altas).

Chapa de color: El fruto, por la cara más expuesta, tiene un color más oscuro, que a veces puede dar lugar a una quemadura grave que hace que se ablande mucho la zona y que pierda validez comercial. Este fenómeno se da más en variedades de poco color.

Asurado: Se deshidratan brotes y hojas y se caen. El problema viene cuando el asurado se repite durante muchos años.

Sobre la madera se pueden provocar quemaduras, sobre todo en la cara sur. En plantaciones también se pueden producir estas quemaduras (esas plantas suelen proceder de viveros donde las condiciones han sido muy suaves)

VIENTO.

Los árboles necesitan aireación en la copa para que se dé renovación de oxígeno y se renueve la madera y las yemas de flor. Sin embargo, si el aire es muy intenso, hay una serie de problemas:

Mecánicos, en los que la velocidad del viento es clave:

Se pueden caer hojas por necrosarse debido a que se golpean.

Hojas más pequeñas de lo normal.

Daños mecánicos en frutos, que dependen del tamaño del fruto y que son más importantes cuanto más grandes sean los frutos.

Rameo de los frutos (los frutos se golpean contra los ramos y sufren lesiones).

Aumento de la caída de madurez precoz si la variedad tiene tendencia a sufrir esa caída.

Los vientos fuertes con dirección dominante provocan que los troncos se inclinen y se deformen las copas (crecen más por la zona opuesta al viento y se dan copas en forma de llama).

Rotura de ramas y descuaje del árbol (arrancado desde la raíz) con vientos de más de 30 km/h.

Heridas grandes que dan lugar a cáncers al no cicatrizar. A través de ellas pueden entrar hongos, plagas y humedad.

Dificultades en las operaciones de cultivo (pulverización, nebulización, riegos por aspersión).

Fisiológicos, en los que importan las características del viento y no de la velocidad:

Impide el vuelo de las abejas si su velocidad es superior a 10 km/h, lo que hace que no haya polinización.

Asurado de brotes y hojas por vientos cálidos y secos, aunque el aporte de agua sea suficiente, ya que la transpiración es muy intensa.

Hay vientos salinos en las zonas costeras que depositan sal sobre las hojas, que es fitotóxica. No hace falta que sean vientos muy fuertes.

GRANIZO Y PEDRISCO.

Granizo: Precipitación de hielos esféricos, transparentes y con tamaño entre 2 y 5mm de diámetro.

Nieve granulada o granizo blanco: Tiene las caras opacas y más blancas.

Pedrisco: Trozos irregulares, no transparentes y con diámetros mayores de 5mm.

Suelen ir asociados a viento fuerte y lluvia (tormentas). Se dan más en primavera y verano, por la tarde tras una mañana calurosa y sin viento.

Suelen ser fenómenos erráticos (no sirven los datos del laboratorio) y muy localizados.

Los daños que provocan son daños mecánicos, que son caldo de cultivo para enfermedades criptogámicas (que pueden causar daños más graves que los del propio granizo). Los fundamentales son:

- Golpes en el árbol.
- Roturas y defoliaciones.
- Caída de frutos.
- Daños en la madera.

Para detectar el riesgo de granizadas es importante conocer con certeza si puede haber algo de riesgo (si hay una granizada por año puede que sea condición para no plantar).

Las medidas de defensa a posteriori son poco útiles, por lo que se usan más medidas preventivas basadas en que se forme más granizo pero que sea de menor tamaño y que caiga con menos velocidad:

Dentro de la nube de tormenta se forman núcleos de congelación para promover más granizos pequeños. Hay dos sustancias para hacer esto:

- Yoduro de plata.
- Ácido clorosulfónico (más reciente).

Hay pólizas de seguros combinadas para heladas, viento y granizo.

Instalar una red de mallas de plástico sobre postes.

Se puede eliminar la madera herida dejando que la madera más interior crezca más. A la vez se dan también tratamientos anticriptogámicos.

NIEVE.

No es un factor de los más complicados (aporta humedad al suelo, protege del frío...). Pero surgen problemas en árboles perennes (se dan roturas) o si hay nevadas tempranas. Si la nieve se congela en el suelo, hay problemas en el cuello de la planta, que se anilla (se congela). Estas nevadas son peligrosas en plantones jóvenes. Como medida de prevención:

Podar de manera que los esqueletos no acumulen mucha nieve.

Formas apoyadas para que la nieve no tumbe al árbol.

Aporcar en viñedo e injertar a más altura.

Usar patrones muy resistentes al frío en el centro de Europa.

HELADAS.

Se considera la ocurrencia de heladas cuando la temperatura del aire, registrada en el abrigo meteorológico (es decir a 1,50 metros sobre el nivel del suelo), es de 0°C. Esta forma de definir el fenómeno fue acordada por

los meteorólogos y climatólogos, si bien muchas veces, la temperatura de la superficie del suelo puede llegar a ser 3 a 4°C menor que la registrada en el abrigo meteorológico.

Desde el punto de vista de la climatología agrícola, no se puede considerar helada a la ocurrencia de una determinada temperatura, ya que existen vegetales que sufren las consecuencias de las bajas temperaturas sin que ésta llegue a cero grados (por ejemplo: el café, el cacao y otros vegetales tropicales).

Existen diferentes tipos de heladas. De acuerdo a su origen se clasifican en:

Heladas de advección: se presentan en una región cuando ésta es "invadida" por una masa de aire frío cuya temperatura es inferior a 0°C. Este tipo de heladas se caracteriza por la presencia de vientos con velocidades iguales o superiores a los 15 km/h y el gradiente de temperatura (variación de la temperatura con la altura) es negativo, sin inversión térmica. Las áreas afectadas son extensas y la nubosidad no influye sobre la temperatura, que experimenta variaciones con la marcha horaria. Las plantas se enfrían por contacto.

Heladas de radiación: Se producen por el enfriamiento de las capas bajas de la atmósfera y de los cuerpos que en ellas se encuentran debido a la pérdida de calor terrestre por irradiación durante la noche. Se produce una estratificación del aire en donde las capas más bajas son más frías y las capas más altas son más cálidas (inversión térmica). Este tipo de heladas se produce en condiciones de viento calmo o escaso, ya que la ausencia de viento impide mezclar estas capas, y además, con cielo despejado que permite una mayor pérdida de calor desde la superficie terrestre. La pérdida de calor es mayor cuando las noches comienzan a ser más largas y el contenido de humedad del aire es menor. En los suelos cubiertos de vegetación y en el fondo de los valles es más probable que se den este tipo de heladas. En el caso de la cubierta vegetal, esta actúa como aislante entre el suelo y la atmósfera, evitando que el calor del suelo se transmita con rapidez al aire. Además disminuye la acumulación de calor en el suelo al impedir el ingreso de la radiación solar. El relieve del suelo, por sus diversos accidentes, determina la dirección e intensidad del flujo de aire frío nocturno. Si el suelo tiene pendiente, el aire frío (más denso) buscará niveles más bajos, donde se estacionará y continuará enfriándose. Es por ello que el fondo de los valles es un lugar propicio para la formación de heladas.

Heladas de evaporación: Debidas a la evaporación de agua líquida desde la superficie vegetal. Suele ocurrir cuando, debido a la disminución de la humedad relativa atmosférica, el rocío formado sobre las plantas se evapora. El paso de agua líquida a su estado gaseoso requiere calor. Ese calor lo aporta la planta con su consiguiente enfriamiento.

Heladas mixtas: Se denominan de este modo a aquellas heladas que se producen simultáneamente por el vuelco de aire frío y la pérdida de calor del suelo por irradiación.

De acuerdo a los efectos visuales que este fenómeno causa:

Heladas blancas: se produce cuando la temperatura desciende por debajo de 0°C y se forma hielo sobre la superficie de las plantas. Este tipo de heladas se produce con masas de aire húmedo. Además el viento calmo y los cielos despejados favorecen su formación.

Heladas negras: En la helada negra el descenso por debajo de 0°C no va acompañado de formación de hielo. Su designación responde a la visualización de la coloración que adquieren algunos órganos vegetales debido a la destrucción causada por el frío. Este tipo de heladas se produce cuando la masa de aire es seca. El cielo cubierto o semicubierto o la turbulencia en capas bajas de la atmósfera favorece la formación de este tipo de heladas.

Las heladas son frecuentes en el invierno, pero ocurren también en otoño y primavera, conociéndose a las otoñales como heladas tempranas y a las primaverales como heladas tardías. En estas dos estaciones las plantas tienen una gran sensibilidad a los descensos bruscos de temperatura.

HELADAS PRIMAVERALES: La flor, en cada uno de sus estados durante la floración, es muy sensible al frío. Dentro de ella, lo más sensible son el ovario con los óvulos y la base del estilo. Con temperaturas de -1°C o -2°C se pueden quemar esas zonas (se refiere a temperaturas en la flor, no en el aire). Si las cubiertas rodean a estas zonas, las protegen, por lo que, a medida que se va desarrollando la yema, adquiere menor resistencia al frío:

El estado más sensible es el cuajado porque el fruto está desnudo y además sus paredes son delgadas y no protegen ni al embrión ni a la semilla.

De entre las especies frutales, la viña, el olivo y el nogal son las más sensibles a las heladas primaverales (se defienden retrasando su borraición y floración).

Los brotes y yemas de madera son sensibles a las heladas primaverales (que queman esos brotes y hacen reaccionar a la planta, brotando yemas auxiliares por debajo de las que se quemaron, provocando problemas derivados del gasto adicional de energía).

En principio, las especies de zona templada son más resistentes a las heladas primaverales que las de zonas templado-cálidas. Son importantes incluso los grados, ya que medio grado puede afectar a algunas especies y a otras no.

Normalmente, las heladas primaverales no afectan ala madera vieja, sino a la floración y los brotes en crecimiento. A medida que el fruto va madurando, aumenta su resistencia al frío

¿Cómo afectan las bajas temperaturas a los vegetales?

Como consecuencia de las temperaturas bajas, en la planta se suceden los siguientes pasos:

- Se produce un debilitamiento de la actividad funcional reduciéndose entre otras cosas las acciones enzimáticas, la intensidad respiratoria, la actividad fotosintética y la velocidad de absorción del agua
- Existe un desplazamiento de los equilibrios biológicos frenándose la respiración, fotosíntesis, transpiración, absorción de agua y circulación ascendente.
- Finalmente se produce la muerte celular y la destrucción de los tejidos

Hay que tener en cuenta que la sensibilidad que un vegetal tiene al frío depende de su estado de desarrollo. Los estados fenológicos más vulnerables al frío son la floración y el cuajado de frutos.

Muchos vegetales han creado resistencia natural al frío:

- Mediante concentración de los jugos celulares. De esta manera desciende el punto de congelación.
- Mediante el endurecimiento: cuando el descenso de las temperaturas se realiza progresivamente el vegetal va adaptándose a la nueva situación mediante cambios fisiológicos celulares.

Métodos de defensa contra heladas

Se distinguen dos tipos de métodos para controlar las heladas en la agricultura: los métodos pasivos y los métodos activos.

Métodos pasivos:

a) Evitar el cultivo de especies o variedades sensibles a las bajas temperaturas, en zonas en donde existen probabilidades muy altas de que ocurran heladas.

- b) Elegir variedades resistentes y de mayor altura, para evitar contacto de las flores con el aire frío cercano al suelo.
- c) Las especies sensibles, no deben implantarse en depresiones. Preferir, en estos casos, los faldeos más cálidos
- d) Cuando exista una barrera, por ejemplo una cortina cortaviento demasiado densa, el peligro de helada es mayor hacia el lado de arriba de la pendiente.
- f) Evitar la siembra de praderas, cereales, arbustos o viveros en la cercanía de un huerto frutal. Estos actúan como aislantes del flujo de calor del suelo, aumentando los riesgos de daño por heladas en cultivos bajos.
- g) Evitar el laboreo excesivo del suelo. De ser así se forma una capa de suelo suelta, que actúa como aislante del calor que fluye desde las capas más profundas del suelo hacia la superficie.
- h) Mantener en lo posible el suelo libre de malezas, sin moverlo y no dejar mucha paja u otro material sobre el suelo.

Métodos activos: Son aquellos aplicados justo al comenzar la helada y durante ella. El principio de estos métodos es muy simple: la helada se debe al frío, por lo tanto debemos evitar el enfriamiento. Para evitar una helada es suficiente, en teoría, aportar a la superficie del suelo una energía igual a aquella perdida por dicha superficie, que es lo que provoca el enfriamiento. También existen métodos que actúan directamente sobre la temperatura de las plantas.

Existen varias formas de provocar el calentamiento del aire:

- a) Inundación de terrenos,** que aumenta la capacidad calórica del suelo y su conductividad térmica.
- b) Mezcla mecánica de aire,** consiste en mezclar, con ayuda de grandes hélices, el aire frío cercano al suelo con el aire cálido de las capas atmosféricas más altas.
- c) Protección por interrupción de la radiación,** consiste en evitar las pérdidas por radiación usando algún tipo de "techo" sobre la vegetación.
- d) Cortinas de humo, nubes o niebla.** Considerando que el aire tiene mala conductividad térmica y que la transmisión de calor a través de él, a los objetos que rodea, es difícil, se ha ensayado transferir el calor directamente a las plantas.
- e) Calentamiento del aire que rodea a la planta,** consiste en calentar el aire frío que rodea a la planta, ya que es éste el que provoca el enfriamiento de los vegetales. Uno de los métodos más utilizados es encender quemadores (tarros) de petróleo, 100 a 300 por hectárea. Otra alternativa son los agitadores de aire caliente o los quemadores a gas.
- f) Aspersión de agua:** el uso de aspersión con agua para luchar contra las heladas, aprovecha la liberación de calor que se produce al congelarse el agua (80 cal/g). Al colocar una pequeña capa de agua sobre una hoja que se está enfriando, la energía liberada por el agua al congelarse es aprovechada por la hoja. Si la aspersión se mantiene constante, durante el período de temperaturas bajas, hasta que el hielo se haya fundido por acción del sol, la temperatura de la hoja no descenderá de 0°C. Es importante tener en cuenta que si se trata de un cultivo con ramas finas, el peso del hielo puede romperlas. La aspersión debe comenzar en el momento que la temperatura baje de 1°C y debe mantenerse sin interrupción hasta después de la salida del sol, de modo que el calentamiento de la atmósfera compense la absorción de calor producida por la fusión del hielo.