

LAS HELADAS EN FRUTICULTURA

INTRODUCCION

"Se denomina helada en fruticultura al evento climático en el cual la temperatura ambiental que rodea al vegetal o a un órgano vegetal aéreo, esta bajo los rangos que permiten la actividad normal de la planta". **Toledo, S, (1998).**

Comúnmente una helada esta asociada al concepto de temperatura ambiental inferior a 0°C. Ya que es a esta temperatura a la cual el metabolismo de un vegetal comienza a hacerse más lento y por otra parte es la temperatura a la cual comienza el agua en estado líquido a cambiar a su estado sólido.

Por otra parte el concepto de helada esta íntimamente relacionado al de congelación, ya que a temperaturas inferiores a los 0°C cualquier tejido u órgano vegetal comienza a congelarse.

En todo proceso de congelación esta directamente relacionado el agua. El agua es el termorregulador biológico más importante. Este elemento se encuentra presente en todos los organismos vivos y participa en una serie de reacciones metabólicas y procesos del vegetal. Es así que las bajas temperaturas tienen una influencia sobre los tejidos u órganos, los cuales al estar constituidos por células y estas por un gran porcentaje de agua se ven afectados directamente.

Para abordar un acontecimiento de esta magnitud es necesario tener un conocimiento acabado de ciertos conceptos y fundamentos que relacionan este evento con los vegetales.

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

1- EL AGUA

El agua no solamente constituye entre el 70% - 90% del peso de la mayor parte de las formas vivas, sino que representa la fase continua de los organismos.

El agua es una sustancia de gran reaccionabilidad, con propiedades poco frecuentes, que la diferencian mucho, tanto física como químicamente, de la mayoría de los líquidos corrientes. El agua y los productos de su ionización, los iones hidrógeno e hidroxilo, son factores importantes en la determinación de la estructura y las propiedades biológicas de las proteínas, de los ácidos nucleicos, así como de las membranas, de los ribosomas y de otros muchos componentes celulares.

a) PROPIEDADES FISICAS Y ENLACE DE HIDROGENO EN EL AGUA

El agua posee un punto de fusión, un punto de ebullición, el calor de vaporización y la tensión superficial, más elevados que otros hidruros comparables, tales como el H_2S o el NH_3 , o para el caso, que la mayor parte de los líquidos corrientes.

Las potentes fuerzas intermoleculares en el agua líquida están originados por la distribución específica de los electrones en la molécula de agua.

El átomo de oxígeno comparte un par de electrones con cada uno de los átomos de hidrógeno por superposición de los **orbitales 1s** de los átomos de hidrógeno con los **orbitales híbridos sp^3** del átomo de oxígeno.

b) ESTRUCTURA DEL AGUA LIQUIDA

El establecimiento de puentes de hidrógeno entre las moléculas de agua no sucede solamente en estado líquido, sino también en el hielo y en la fase de vapor. En la forma cristalina más corriente del hielo, cada molécula de agua se halla unida mediante enlaces de hidrógeno a exactamente las cuatro moléculas de agua más próximas, constituyendo una red regular.

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

En el agua líquida cada molécula de agua a 0°C se halla unida en cualquier momento dado, por término medio, a otras 3,6 moléculas de agua.

Se ha calculado, a partir del calor de fusión del hielo, que cuando éste se funde para producir agua a 0°C solamente se rompen el 10% de los enlaces de hidrógeno del hielo.

c) EFECTOS DE LOS SOLUTOS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL AGUA

La presencia de solutos disueltos provoca cambios en la estructura y en las propiedades del agua líquida.

El efecto de un soluto sobre el disolvente se manifiesta en otro conjunto de propiedades, a saber, las **propiedades coligativas** de las disoluciones, las cuales dependen del número de partículas del soluto por unidad de volumen del disolvente.

Los solutos producen efectos característicos en el disolvente tales como **descenso del punto de congelación** (concentración de sales en el interior de la célula, permiten un descenso en el punto de congelación, es decir, se necesitan temperaturas más bajas para congelar el agua. Una de los controles pasivos de heladas se basa precisamente en hacer disminuir el punto de congelación. Esto se logra incorporando a la célula solutos por medio de fertilizaciones programadas), la elevación del punto de ebullición y la disminución de la presión de vapor. Confieren también a la disolución la propiedad de la **presión osmótica**.

d) PROPIEDADES ENERGETICAS DEL AGUA (CAMBIOS DE ESTADO Y ENERGIA)

El agua en cada uno de sus cambios de estado es capaz de liberar energía al medio o absorber energía de este (principio en cual se fundamenta el control de heladas mediante el uso de sistemas que entreguen agua al medio).

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

CAMBIOS DE ESTADO:

HIELO>AGUA	ABSORBE 80 CALORIAS/GRAMO
AGUA>HIELO	LIBERA 80 CALORIAS/GRAMO
AGUA>VAPOR	ABSORBE 600 CALORIAS/GRAMO
VAPOR>AGUA	LIBERA 600 CALORIAS/GRAMO

2- LA CONGELACION (NIVEL CELULAR)

a) FUNDAMENTOS DE LA CONGELACION

La congelación es el proceso de solidificación del agua. Durante el proceso se genera una alta concentración de sólidos solubles lo que provoca una baja en la cantidad de agua libre intra y extracelular. El agua contenida es transformada en hielo.

El agua es el principal componente de la célula. Una parte de esta agua esta ligada en diversos grados a los complejos coloidales macromoleculares.

En el proceso de congelación, la formación y el crecimiento de los cristales de hielo producen modificaciones en la célula. Los componentes celulares solubles pueden ser saturados y precipitar; modificaciones del pH pueden afectar los complejos coloidales; cambios muy marcados en la presión osmótica pueden romper las membranas semipermeables.

b) FORMACION DE HIELO

En una célula enfriada bajo los 0°C, se comienzan a formar cristales de hielo a la “Temperatura Crioscopica” (comienzo de la congelación), que es la temperatura característica de fusión, es decir, temperatura a la cual se funde el último cristal de hielo en una descongelación suficientemente lenta.

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

El comienzo de la congelación (formación de cristales de hielo) depende en gran medida de la concentración de sólidos solubles y no de su contenido en agua (propiedades coligativas = control pasivo de heladas por medio de manejo cultural del cultivo).

Los órganos y tejidos de una planta están constituidos por grupos celulares, por lo que la congelación esta dada por la existencia de la temperatura a la que aparecen los primeros cristales de hielo y de un intervalo de temperatura para que el hielo se forme.

c) CRISTALIZACION DEL HIELO

Una vez que el agua ha comenzado a congelarse, la cristalización es función de la velocidad de enfriamiento.

Si la velocidad de congelación es lenta, los núcleos de cristalización serán muy pocos por lo que los cristales de hielo crecen ampliamente, los que pueden provocar un rompimiento de la célula, ya que éstas están sometidas a una presión osmótica y pierden agua por difusión a través de las membranas plasmáticas; en consecuencia, colapsan ya sea parcial o totalmente. Mientras que si la velocidad de congelación es mayor, el número de cristales aumenta y su tamaño disminuye, evitando de esta manera el gran daño celular.

d) CONDUCTIVIDAD TERMICA

La conductividad térmica del hielo es cuatro veces mayor que la del agua. Este factor juega un papel importante en la rapidez de congelación.

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

e) VELOCIDAD DE CONGELACION

- 1.) VELOCIDAD BAJA (CRISTALIZACION EXTRACELULAR):** Al formarse hielo en torno a una célula aumenta la concentración de solutos de la misma, provocando a causa de la diferencia de presiones osmóticas en el interior y exterior de la célula, la salida de agua intracelular. Esta pérdida de agua conduce a cambios intracelulares (pH, fuerza iónica), que producen la inactivación de enzimas, desnaturalización de proteínas alterando así el funcionamiento celular y provocando daños reversibles e irreversibles.
- 2.) VELOCIDAD MEDIA-ALTA:** Disminuye el tiempo de exposición de las células a efectos osmóticos, y por lo tanto provoca daños menos severos.
- 3.) VELOCIDAD MUY ALTA (CRISTALIZACION INTRACELULAR):** La cristalización ocurre dentro de la célula provocando daños mecánicos en la misma (ruptura celular).

Los cristales de hielo pueden formarse extra o intracelularmente. Inicialmente se forma el hielo extracelular en los espacios intercelulares; conforme crecen los cristales, las células se contraen y pueden eventualmente colapsarse. La contracción es provocada por una redistribución del agua dentro del tejido. Cuando los cristales comienzan a formarse en el medio extracelular, los solutos van siendo concentrados en el agua aún no congelada. Esta situación resulta en un desbalance osmótico entre el agua intra- y extracelular que causa un movimiento del agua intracelular hacia el exterior, lo que a su vez lleva a una concentración intracelular de los solutos. El movimiento del agua continúa hasta que el potencial químico del agua sin congelar entra en equilibrio con el del hielo.

Cuando la tasa de enfriamiento es relativamente lenta, el flujo de agua a través de la membrana es lo suficientemente rápida como para evitar el superenfriado excesivo del medio intracelular, por lo que no se forman cristales de hielo en esta zona. Sin embargo, si el enfriamiento es lo suficientemente rápido, la tasa de transferencia de agua puede no ser la suficiente, resultando en un superenfriado excesivo de la solución interna y en la formación de hielo intracelular.

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

Después de la descongelación, el tejido dañado muestra una apariencia empapada y flácida y como señal importante, daño a las membranas celulares. La manifestación del daño puede ser por: lisis o ruptura de la membrana provocada por la expansión durante el calentamiento; pérdida de capacidad de respuesta osmótica durante el enfriado; comportamiento osmótico alterado durante el calentado y formación intracelular de hielo.

FIN DE LA CONGELACION

El término del proceso de congelación se produce cuando la mayor parte del agua congelable se transforma en hielo en el centro térmico.

f) ASPECTOS BIOQUIMICOS DE LA CONGELACION

Tanto frutas como hortalizas están constituidas por células muy unidas entre sí, con pequeños espacios intercelulares. La congelación destruye la integridad celular; en la descongelación las membranas de las células muertas se vuelven muy permeables. En esta última etapa el exudado comienza a difundir (sales, azúcares, pigmentos, etc.).

CLASIFICACIÓN DE LAS HELADAS, RESPUESTAS DEL VEGETAL, SINTOMAS Y CONTROL DE HELADAS.-

Cada uno de los siguientes antecedentes esta relacionado en forma directa con la descripción y análisis anteriormente expuesto.

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

TIPOS DE HELADAS:

1. **Heladas de advección:** Consisten en el paso de un frente frío con invasión de masas de aire a bajas temperaturas. Los daños producidos pueden ser bastante severos.
2. **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 emisión (perdida) de calor terrestre. Se produce una estratificación del aire en donde las capas más bajas son más frías y las capas más altas son más cálidas. Este tipo de heladas se produce cuando el día presenta una baja nubosidad y la ausencia de viento impide mezclar estas capas. En los suelos cubiertos de vegetación y en el fondo de los valles es más probable que se den este tipo de heladas.
3. **Heladas de evaporación:** Debidas a la evaporación de agua líquida desde la superficie vegetal. Suele ocurrir cuando la humedad relativa de la atmósfera desciende formándose las gotas de rocío. Para que la atmósfera recupere la humedad relativa inicial se tiene que producir el paso de agua líquida a gaseosa necesitándose un calor que aporta la planta con su consiguiente enfriamiento.

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

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

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.

1- ESTRÉS POR BAJAS TEMPERATURAS: El nivel del daño por frío sufrido por la planta o el órgano depende de la temperatura a la que fue expuesta, el tiempo de exposición y la sensibilidad de la especie y/o variedad. Mientras menor sea la temperatura a la que sea expuesta la planta u órgano por debajo de su umbral de daño por frío mayor será la severidad de los daños eventuales. De la misma manera, mientras mayor sea la duración de la exposición a temperaturas por debajo del umbral, mayor será el daño.

La sensibilidad de la planta al estrés por frío varía debido a varios factores, de los que la especie, cultivar, órgano de la planta o condición morfológica y fisiológica al momento de la exposición son de importancia crítica.

La susceptibilidad al daño por frío puede también ser modulada por las condiciones de producción y por la nutrición mineral.

2- RESPUESTAS DIRECTAS AL DAÑO POR FRÍO: Se piensa que las temperaturas frías resultan en cambios en las propiedades físicas de la membrana celular que resultan en una serie de posibles daños o disfunciones indirectas. Ocurre una transición en la fluidez de las membranas que se cree que coincide con la temperatura umbral al menos en algunas especies sensibles al frío. En lugar que ocurra una alteración uniforme en la membrana, los cambios de fluidez ocurren probablemente en “microdominios” dentro de la membrana.

3- RESPUESTAS INDIRECTAS AL DAÑO POR FRÍO: después de una exposición de especies sensibles a temperaturas frías lo suficientemente prolongado, los cambios en las membranas resultan en un número de posibles respuestas secundarias: pérdida de la integridad de las membranas, salida de solutos, pérdida de compartimentalización y cambios en la actividad enzimática.

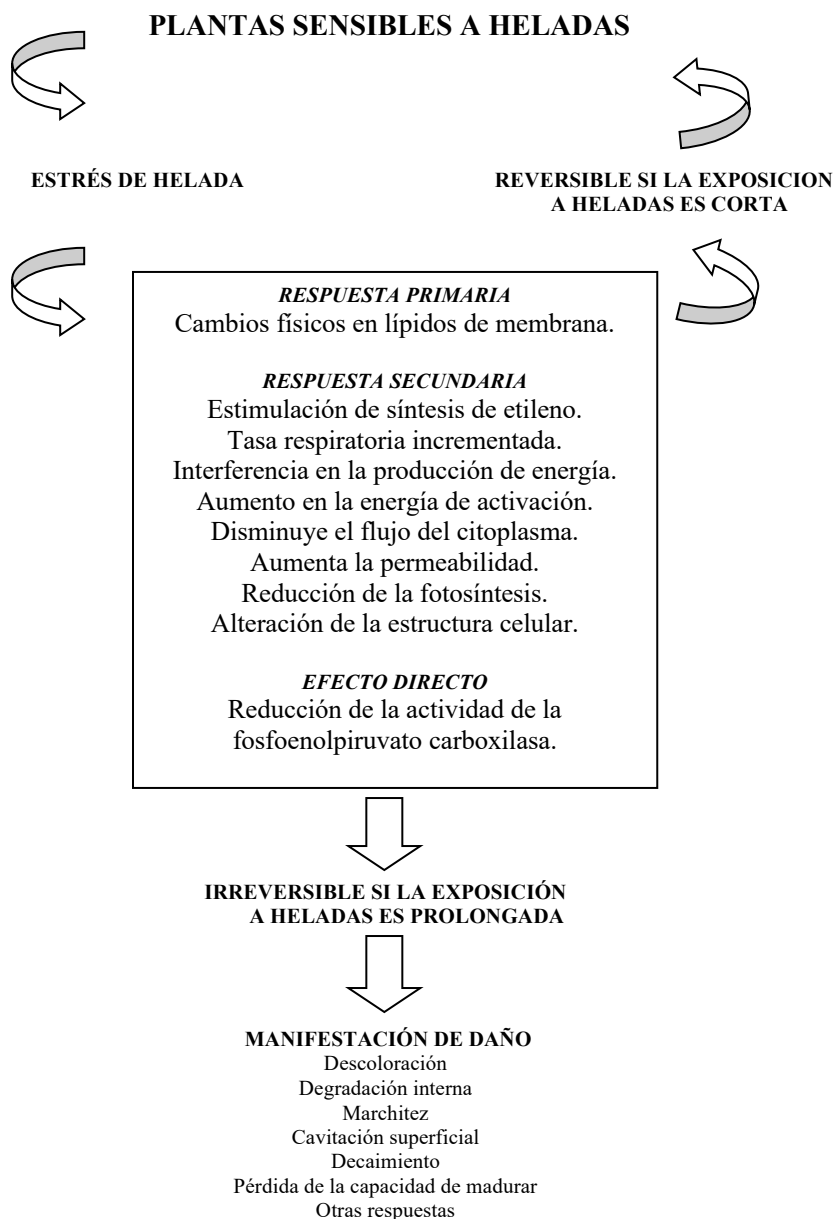
Estos cambios secundarios llevan a la manifestación eventual de los síntomas del daño por bajas temperaturas. Los síntomas físicos y químicos específicos varían ampliamente entre las diferentes

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

plantas sensibles al frío. Las lesiones pueden ser en la forma de lesiones superficiales, inhibición de la maduración, descoloración, inhibición del crecimiento y marchitez.

Las disfunciones resultantes de los cambios moleculares primarios inducidos por las temperaturas bajas pueden ser “reparados” y/o revertidos en algunas especies si el tejido se regresa a temperaturas adecuadas antes de que ocurra un daño permanente.



AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

4- SINTOMAS VISIBLES DEL DAÑO POR HELADAS: Una vez ocurrido el fenómeno de la helada, y de acuerdo a su intensidad y duración aparecen ciertos síntomas característicos en los tejidos afectados.

- El follaje nuevo y los brotes “tiernos”, se vuelven lacios y posteriormente se deshidratan por completo secándose, adquiriendo un color café o negro oscuro y un aspecto “chamuscado”. Las hojas adultas se pueden secar totalmente o bien tornarse amarillas o con pigmentaciones especiales; por ejemplo, en el palto (*Persea americana*), las hojas adquieren un punteado o reticulado característico.
- Cuando la helada afecta la corteza de las ramillas, ramas e incluso del tronco, ella se resquebraja, abriéndose y formando grietas que dejan expuesta la madera.
- Cuando la helada afecta a los frutos, el daño difiere según el estado de desarrollo en que es afectado por la helada. Los frutos recién cuajados, que son los más susceptibles pueden deshidratarse totalmente, secarse y caer, o pueden ser dañados parcialmente, según la intensidad y duración de la helada.
- Cuando el evento ocurre con fruta madura en el árbol o a punto de madurar, generalmente aparecen manchas oscuras en la epidermis del mismo y zonas deshidratadas, definidas y pardeadas en la pulpa. En el caso de la palta, los tejidos que más se pardean son el pedicelo y los haces vasculares internos del fruto. Por su parte los frutos cítricos se deshidratan internamente y su pulpa se torna granulosa.
- Cuando la helada ocurre poco antes de la maduración de la fruta, por lo general se detiene este proceso, el cual no se reanuda, especialmente si se ha dañado fuertemente el follaje.

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

5- CONTROL DE HELADAS: Cada una de las técnicas y principios del control de heladas se basan en cada una de las propiedades y antecedentes entregados en la totalidad de este escrito.

Factores que influyen en una helada:

- Nubosidad
- Velocidad del viento
- Humedad relativa
- Laboreo del suelo
- Pendiente
- Especie y variedad

Para escapar de las heladas, existen varios métodos de defensa, tanto activos como pasivos.

CONTROLES PASIVOS: Son aquellos manejos culturales que están directamente enfocados a bajar o atenuar los daños por bajas temperaturas.

a) Evitar la implantación de especies y/o variedades muy sensibles al frío, en zonas en donde existen probabilidades muy altas de que ocurran heladas.

b) El preferir suelos ubicados en faldeos de cerros y hasta suelos con pendientes del 100%. Es preferible pero no indispensable, tener una exposición norte de estos suelos. Las especies sensibles, no deben implantarse en depresiones (principio de densidad del aire frío v/s aire caliente, el aire frío es mas denso, por lo tanto, pesa más y se ubica en zonas depresionales del relieve).

c) Eliminar barreras, como por ejemplo cortinas cortavientos demasiado densas, donde el peligro de heladas es mayor hacia el lado de arriba de la pendiente.

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

d) 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.

e) 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.

f) Mantener en lo posible el suelo libre de malezas, sin moverlo y no dejar mulch de paja u otro material sobre el suelo. El óptimo desprendimiento energético se da en un suelo pesado, húmedo, libre de cobertura vegetal y compactado (mayor densidad específica). Por el contrario, un suelo enmalezado, o recientemente laboreado y seco desprenderá menos energía.

Por su lado, la presencia de vegetación intercepta durante las horas del día aquella porción de la energía solar que de otra manera hubiera sido almacenada en el suelo, mientras que durante la noche, y por su efecto aislante a la irradiación, disminuye la transferencia térmica hacia el ambiente donde se encuentran las yemas florales que deseamos proteger.

g) Buen manejo de la nutrición vegetal, de este modo la concentración de sales en el interior de la célula, permiten un descenso en el punto de congelación (propiedades coligativas), es decir, se necesitan temperaturas más bajas para congelar el agua. Esto se logra incorporando a la célula solutos por medio de fertilizaciones (los fertilizantes en su mayoría corresponden a sales inorgánicas).

h) Aplicación al follaje de bactericidas o antibióticos. Estos productos evitan la nucleación de bacterias. Estos microorganismos en conjunto forman colonias sobre follaje de los vegetales, estos núcleos son puntos de acumulación y absorción de agua, produciendo una evaporación de este líquido en el momento de la helada, con lo que se produce una pérdida energética debido al cambio de estado del agua.

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

CONTROLES ACTIVOS: Son aquellos métodos aplicados al comienzo y durante la ocurrencia del fenómeno climático. El principio de estos métodos es muy simple: la helada se debe a un descenso de las temperaturas, por lo tanto debemos evitar el enfriamiento. Para evitar una helada es suficiente, en teoría, aportar a la superficie de 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. En condiciones de riesgo de heladas, los controles activos tratan de lograr un aumento de la temperatura del ambiente mediante aportes externos de energía destinada a contrarrestar la disminución ocurrida por irradiación. Fuentes de esta energía son la combustión de materiales, la proveniente del calor latente de fusión proveniente de agua aplicada sobre los órganos a proteger, y el mayor nivel energético derivado de la mezcla de capas de aire con mayor temperatura con otras de menor temperatura, éstas últimas ubicadas cerca de la superficie, ya mediante la generación de turbulencia (torres con ventiladores elevados) o por elevación de aire frío (Sistema CIS).

La bibliografía establece las pérdidas de energía en una noche de helada entre 1.500.000 y 4.000.000 Kcal por hora y hectárea.

Existen varias formas de provocar el calentamiento del aire:

a) Humedad del suelo, que aumenta la capacidad calórica del suelo y su conductividad térmica. Basado en las propiedades descritas del agua.

b) Inversión capas 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. Basado en la densidad del aire frío v/s aire caliente.

c) Protección por interrupción de la radiación, consiste en evitar las pérdidas por radiación usando algún tipo de cubierta sobre la vegetación. Basado en el desprendimiento energético del suelo (longitudes de onda).

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.

d) Aportes energéticos al aire que rodea al vegetal u órgano, 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.

e) 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 película de agua sobre una hoja u órgano que se está enfriando, la energía liberada por el agua al congelarse es aprovechada por el vegetal. 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 u órgano 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.

SERGIO ANTONIO TOLEDO VIVAS
INGENIERO AGRONOMO
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
E-MAIL: info@ecoplant.cl
WWW.ECOPLANT.CL

AÑO 1998

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito del autor.