



CONCEPTO AGROCLIMATICO DE HELADA

El fenómeno de helada como contingencia agrícola ocurre cuando la temperatura del aire desciende a temperatura tan bajas que producen la muerte de las plantas, es decir, cuando se produce la muerte de tejidos vegetales por efecto del aire.

Se considera como helada la ocurrencia de temperatura igual o menor a 0°C, en el abrigo meteorológico a 1,50m de altura sobre el suelo independientemente de su duración e intensidad.

CARACTERIZACION AGROCLIMATICA DE LAS HELADAS

El estudio agroclimático de las heladas se enfoca en función de:

- 1) época de ocurrencia
- 2) intensidad
- 3) duración
- 4) tipo genético
- 5) diferentes modalidades de frecuencia de las características antes mencionadas

Considerando la época en que ocurren fríos dañinos para la vegetación, se pueden diferenciar las heladas en primaverales y otoñales, y estivales e invernales.

Las heladas primaverales y otoñales deben caracterizarse más por la época o fecha en que se producen que por su intensidad. No porque esta última condición carezca de importancia en la expresión de los daños, sino debido a que pequeñas diferencias en la fecha de la ocurrencia de una misma temperatura bajo 0°C puede sorprender a las plantas en sus momentos de mayor o de menor sensibilidad a aquellas y, por lo tanto, ocasionar o no perjuicios.

En las heladas invernales interesa más la intensidad que la fecha del fenómeno. En este caso, las diferencias de fecha en la ocurrencia de fríos dañinos no tienen mayores consecuencias, porque la resistencia a los fríos durante la estación es muy estable en cada especie vegetal.

Las heladas estivales son aquellas que, en regiones libre de heladas amplio, ocurren en los meses del verano, suficientemente alejadas de las últimas y primeras heladas.

TIPOS DE HELADAS

- a) **Heladas de advección:** son las provocadas por una invasión de aire a temperaturas muy frías, lo que es frecuente en las regiones continentales o en zonas marítimas del Hemisferio Norte. Allí se originan las masas de aire muy frío que incursionan regiones de más bajas latitudes, con la hipoisoterma de 0°C por debajo de los 1500m sobre el nivel del mar, ocasionan este tipo de heladas en el territorio que alcanzan. Por tal condición, que parte de la superficie del suelo, sobre todo las regiones a cierta altura, quedan con temperaturas congelantes por 1 ó varios días consecutivos, provocando serios daños a la agricultura.

b) **Heladas de radiación:** en este tipo de heladas, la hipoisoterma de 0°C se halla generalmente por encima de los 1500m de altura y afecta exclusivamente al microclima ya que queda limitada, en su expresión, a la capa de aire adyacente al suelo. La inversión de temperatura en el aire cercano al suelo, es otra característica esencial de estas heladas. Por encima de la capa invertida recupera la temperatura su distribución normal. Los mayores daños en estos casos se registran en las partes bajas del relieve del suelo; en las altas los daños resultan menores o nulos.

c) **Heladas blancas y negras:** Las heladas blancas o “escarchas” ocurren cuando se forma hielo cristalino sobre la superficie de las plantas y objetos expuestos libremente a la radiación nocturna, si la temperatura desciende por debajo de 0°C. La helada negra es una adversidad agrícola y ocurre cuando el descenso térmico por debajo de 0°C no va acompañado de formación de hielo.

La diferencia física entre estos dos tipos de heladas radica en los efectos de una distinta combinación entre el estado higrométrico de la masa de aire, presente en la región afectada, y la temperatura mínima registrada inferior a 0°C.

Las masas de aire húmedo producen generalmente heladas blancas y las de aire seco, heladas negras.

La helada blanca ocurre cuando la temperatura mínima de los objetos expuestos a la radiación nocturna es menor que la del punto de rocío.

La helada negra, en cambio, tiene lugar cuando el punto de saturación, con respecto al hielo, de la masa de aire queda todavía por debajo de la temperatura mínima de los mismos.

Los estados de tiempo que se caracterizan por aire calmo y cielo despejado son, en cierto modo, favorables para la formación de helada blanca. Por el contrario, el cielo cubierto o semicubierto o la turbulencia en la capa baja de la atmósfera favorece la formación de heladas negras.

FACTORES MICROMETEOROLOGICOS EN LA FORMACION DE LAS HELADAS

- vientos, turbulencias e inversión térmica
- drenaje nocturno del aire frío
- influencia del suelo

EL DAÑO POR ENFRIAMIENTO

Este tipo de daño es el que experimentan algunas especies de plantas cuando la temperatura de sus tejidos se aproxima a 0°C.

Los danos por enfriamiento ocurren por una perturbación del equilibrio entre los procesos fisiológicos y pueden ocurrir por:

- 1) Un exceso de la transpiración de agua con respecto a la absorbida por las raíces. Se produce la muerte por desecación, sus raíces se enfrían a temperaturas de unos pocos grados sobre cero, e igualmente si se les detiene la transpiración a esas mismas temperaturas. (la temperatura a la cual se produce la muerte de la planta depende de la resistencia de la especie).

- 2) Un exceso de la respiración sobre la fotosíntesis o una perturbación de esta última. Esta causa es de efecto lento porque implica una desnutrición paulatina de las plantas, debido al consumo de reservas acumuladas y falta de asimilación.
- 3) Un exceso de la descomposición de las proteínas sobre el proceso de síntesis. Las plantas sometidas a enfriamiento próximo a 0°C aumentan el nitrógeno soluble, lo cual podría explicar los danos causados.

DAÑOS POR LA CONGELACION DE LOS TEJIDOS

- 1) Cuando la temperatura baja a valores inferiores a 0°C con frecuencia ocurre el fenómeno de subenfriamiento.
- 2) La formación de cristales de hielo en los tejidos vegetales, a veces, no implican la ocurrencia de daño en los mismos.
- 3) Con mucha frecuencia, la temperatura en los tejidos vivos no muestra una marcha similar a la temperatura del aire, cuando llega al nivel de 0°C en los períodos de enfriamiento del mismo.

RESISTENCIA DE LAS PLANTAS A LAS HELADAS

Es importante conocer la resistencia de las diferentes especies de plantas a las heladas para saber en que región, según el clima, es conveniente cultivar un tipo de planta u otra.

EL PRONÓSTICO Y LOS AVISOS DE HELADA

En la actualidad, hay pronósticos que pueden alcanzar un grado de acierto y precisión aceptable para algunas actividades agrícolas, son aquellos que se realizan con una anticipación de 24 a 48 hs., siempre que se disponga de información e interpretación adecuadas. Los pronósticos a medio plazo, con 3 ó 6 días de anticipación, ofrecen poca precisión y acierto como para que puedan ser seguros.

Hay métodos de pronóstico objetivos que se basan en las condiciones locales, que determinan la intensidad del enfriamiento nocturno por radiación y que tienen una influencia decisiva en la intensidad de la temperatura mínima registrada en las noches de heladas.

Los métodos empíricos correlacionan los diferentes parámetros locales indirectos y las temperaturas mínimas registradas en una serie de varios años.

LOS AVISOS DE HELADAS

Sistemas de alarmas para heladas

Consta de dos partes: un generador del impulso eléctrico, que se activa cuando la temperatura baja a un nivel prefijado, y un transformador de esa energía en una señal sonora o luminosa.

Los termómetros de máxima y mínima de Six pueden usarse como interruptores térmicos de punto fijo.

En la utilización de alarmas sonoras es necesario tener en cuenta que en la propagación de la señal adquiere mucha importancia el viento y la topografía

de la región; y que los generadores deben ubicarse en las partes más frías de la región, con el objeto de detectar la formación de los primeros focos de frío dañino, mientras que los transformadores deben instalarse en localizaciones elevadas que aseguren la máxima propagación de la señal.

EL RIEGO EN LA LUCHA CONTRA LAS HELADAS

En la práctica del riego contra las heladas se reconocen el riego por canales y el riego por aspersión, siendo este último el más importante.

RIEGO POR ASPERSION DIRECTO

Corresponde al grupo de los métodos que utilizan el calor natural para evitar la congelación de los tejidos vegetales.

En este caso, se trata de equilibrar la pérdida de calor presente en los órganos de las plantas por medio de la provisión del calor de fusión del agua que se suministra con el riego. El agua que se vierte sobre los cultivos a proteger, al congelarse sobre ellos, libera una cantidad de calor equivalente a 80 calorías por gramo de agua congelada. Esta energía determina, además, que en el lugar en que ocurre el cambio de estado la temperatura permanezca invariable, muy próxima a 0°C, mientras dura el cambio de estado. Por lo tanto, la provisión de agua debe ser continua mientras la temperatura del aire circundante sea permanezca por debajo de 0°C.

a) **Características del sistema térmico hielo-planta en el riego por aspersión directa**: el agua que se vierte sobre las plantas protegidas moja la superficie de las mismas y luego se congela formando una vaina de hielo de delgado espesor, que recubre en forma continua tallos, yemas, flores, hojas y frutos. A medida que el riego se prolonga, la capa de hielo formada aumenta en espesor creando, en los tejidos vegetales que cubre, un sistema térmico de naturaleza distinta al constituido por el cultivo sin hielo. Las características principales de este sistema son la baja capacidad calórica del conjunto por su escaso volumen y la gran conductibilidad calórica de la vaina de hielo formada.

b) **Influencias micrometeorológicas sobre los cultivos protegidos por la aspersión directa**: el cultivo bajo riego se enfría sobre todo por radiación, solamente cuando el aire es absolutamente calmo. En estas condiciones, la delgada capa de aire que circunda el sistema hielo-planta está saturada de humedad y prácticamente no ocurre evaporación desde su superficie. Pero ni bien el aire entra en movimiento, se inicia la evaporación desde el hielo. A la pérdida de calor por radiación se añade la pérdida de calor por convección y la motivada por la evaporación. Esta última es la de mayor magnitud, y en estos casos de viento fuerte puede ser la principal causa de enfriamiento.

En caso de interrupciones prolongadas del riego mientras dura la helada se pueden registrar daños muy superiores en los cultivos protegidos por el riego que en los carentes de toda protección.

RIEGO POR ASPERSION ANTICIPADO PARA PROTECCION CONTRA LAS HELADAS

Es el riego que se efectúa uno ó dos días antes de la helada, con el objeto de humedecer el suelo en una profundidad de 70-80cm (riego profundo). En este caso, el suelo aumenta su capacidad de absorción de la radiación solar por el aumento en conductibilidad calórica y calor específico, por lo que aprovecha la radiación solar del; día anterior a la helada mucho mejor que el suelo seco. Durante la noche, el suelo regado transfiere, con más facilidad que el seco, el calor de su interior a la superficie evitando así, total o parcialmente, los daños consiguientes en los cultivos sobrepuestos a ella. En este tipo de riego, debe contarse con 1 ó 2 días de so, entre el riego y la helada, ya que puede ocurrir que días sin sol y con viento seco provoquen una gran evaporación del suelo regado, que enfríe más intensamente el suelo húmedo que el seco y, luego, cuando una disipación de la nubosidad se produzca la helada, los daños sean más intensos sobre el terreno regado.

RIEGO POR ASPERSION INDIRECTO PARA PROTECCION CONTRA LAS HELADAS

Aquí, no se trata de regar las plantas y el suelo protegidos, sino que con él se busca, a veces, modificar las condiciones térmicas del aire frío antes de que invada la zona del cultivo o, en cierta circunstancias favorables, hasta impedir la invasión del aire helado.

EL CUBRIMIENTO DE LAS PLANTAS Y CULTIVOS COMO MEJORAMIENTO PERMANENTE DEL MICROCLIMA EN LA LUCHA CONTRA LAS HELADAS

- 1) **Métodos de cubrimiento individual de plantas cultivadas:** Estas cubiertas individuales pueden ser abrigos cerrados, abrigos ventilados, abrigos abiertos de un costado y pantallas propiamente dichas. Los abrigos pueden tener formas variadas y dimensiones que se adaptan a la planta a proteger. Hay formas cilíndricas, cónicas, piramidales, etc. Los materiales en que se construyen van desde la paja, juncos hasta alambre y cordel. En otros casos, son simples tablas de madera, cartón prensado o acanalado, o metales como lata o aluminio.
- 2) **Medios de cubrimiento de grandes superficies para la protección de cultivos:** Una de las formas más usadas consiste en esteras de paja apoyadas en forma inclinada entre el suelo y una hilera de postes, que protegen al cultivo de un costado y dejan el otro libre a la radiación y al intercambio con el aire exterior. En la Argentina se llama "barandilla" un cubrimiento de este tipo que se practica en cultivos hortícolas. Se ha conseguido una variante de dicho sistema utilizando otra estera, para cubrir el costado libre en las horas nocturnas. Otro cubrimiento es en forma horizontal, a cierta altura sobre el cultivo a proteger. Aquí, el cubrimiento puede darse en forma de techo con los costados libres, que permiten el intercambio de cuerpos de aire con el espacio exterior y que deben considerarse, por ello, como pantallas horizontales.

- 3) Cubrimiento directo en el suelo:** Se usa el método del epígrafe, el cual consiste en cubrir las plantas sobre el suelo con tierra, aserrín, viruta de madera o turba.

Calefactores a petróleo y sus derivados líquidos

Muy diversos son los calefactores a petróleo y sus derivados líquidos que existen en diversos países para luchar contra las heladas, y si bien han sido ideados para una mayor eficiencia la adaptación a distintos tipos de cultivos ha determinado una gran variedad en los mismos.

En forma general los podemos dividir en cuatro grupos principales:

a) Calefactores sin chimenea:

El primer calefactor a petróleo fue el "lard pail", se trataba de un recipiente tronco-cónico, similar a un balde común, que quemaba el petróleo libremente expuesto al aire. Por esta circunstancia, el consumo era muy elevado en relación a su eficiencia, y la combustión muy incompleta generaba gran cantidad de humo y de hollín. Actualmente este sistema a caído en desuso.

Se pueden mencionar en este grupo dos tipos de calefactores de pequeña capacidad y consumo, permitiendo la utilización de combustibles baratos, como el de una mezcla de aceite viejo de motor y "diesel oil".

El **calefactor "Kontra-Frost"** consta de un recipiente tronco-cónico de 28cm de altura y con un diámetro superior de 30 cm y perforaciones laterales que facilitan la entrada de aire, necesario para la combustión. Sobre el recipiente se ajusta una tapa tronco-cónica, cuya base superior, abierta, permite la salida de los gases de combustión. En tapa remata en un sombrerete formado por una chapa circular que protege la abertura, y que se mantiene separada de ella por tres soportes. El recipiente tiene capacidad para 7 litros de combustible, su consumo por hora no alcanza a un litro de aceite usado y ligeramente supera al litro de diesel oil cuando ambos se usan por separado. En el caso de aceite la combustión se realiza en el interior del recipiente, en el caso de diesel oil, las llamas quedan salir al exterior entre la tapa y el sombrerete. Al funcionar así la parte superior del recipiente que se encuentra a 150°C, la tapa a 600°C y el sombrerete a 500°C, actúan como superficies de radiación.

El **calefactor** proyectado por la **cooperativa de viñateros de Willsbach b. Heilbronn**, en algunos aspectos es similar al anterior, consta de un recipiente tronco-cónico, de 48cm de altura y 29 cm de diámetro superior. Perforaciones en dos círculos, en la mitad superior del recipiente, permiten la entrada de aire para conservar, en la parte superior interna, la combustión. Sobre el recipiente se mantiene una tapa de chapa por medio de tres soportes, también de chapa, que permiten conservar una separación, entre chapa y el borde superior del recipiente, de 10cm. Cuando el calefactor debe ser apagado se baja la tapa, impidiendo la entrada de aire. Al salir las llamas unos 20 cm de alto, por el espacio entre la tapa y el recipiente, a una distancia de 30 cm se miden 150°C, de modo que en cultivos de dispuestos en hileras muy próximas pueden producirse daños. La temperatura en la superficie del borde superior del recipiente, llega a 300°C y en la tapa a 200°C, y se proyecta un flujo calórico lateral muy importante. El combustible puede ser aceite usado y "fuel oil" y el

volumen de operación 8 litros. El consumo horario resulta de casi 2lts, de modo que su acción puede durar casi 5 hs.

b) Calefactores con chimenea cilíndrica de combustión lenta

Los prototipos de estos calefactores se han desarrollado principalmente en USA, donde se los denominó "lazy flame", con el objeto de mejorar los primitivos de combustión abierta. Constan de un recipiente de forma tronco-cónica, cilíndrica o tronco-piramidal con capacidad de 30-40 lts, de chapa de hierro. Sobre él se enchufa una tapa que ostenta un agujero de relleno y regulación, y otro, de mayor diámetro en su porción central, donde se ajusta una chimenea cilíndrica de 40-70 cm de altura, en una o dos secciones que pueden separarse. En estos calefactores se usan derivados de petróleo de densidad 0.85-0.86 como los comprendidos entre el "gas oil" y el "diesel oil" y tienen un consumo aproximado de dos litros por hora.

La combustión en este tipo de calefactores se produce en la parte terminal de la chimenea o fuera de ella, y su intensidad se puede regular con la mayor o menor abertura de la entrada de aire que ostenta la tapa del recipiente.

Pequeños orificios en la chimenea favorecen la combustión.

Estos calefactores resultan los más durables ya que sus chimeneas y tapas se mantienen a menor temperatura que los de ventilación forzada. En cambio producen más humo y hollín, exigiendo por ello una limpieza más frecuente. Puede considerarse como una variación de este tipo de calefactor, la utilizada en el valle de Río Negro, y para la cual se usa cualquier envase de hojalata disponible, lleno de combustible, y en la operación se trata de activar la combustión por medio de una chimenea "ad hoc" que se suspende fija a un soporte de hierro sobre el recipiente. Con el objeto de disponer de suficiente combustible se agrupan 3 ó 4 recipientes, en cada foco de combustión, la chimenea se ubica seguidamente en cada una de ellos, a medida que se consume el combustible de los mismos. Este sistema si bien es rudimentario abarata en gran medida los costos de instalación, ya que se pueden usar los más diversos recipientes.

c) Calefactores de chimenea a combustión forzada por ventilación

A estos calefactores se los suele llamar también de chimenea caliente, ya que en ellos la chimenea adquiere mayores temperaturas que en los del tipo lazy flame, se distinguen por la forma de la chimenea que se inserta en la tapa del recipiente. La chimenea en los calefactores de este tipo generalmente consta de dos secciones con diferente conicidad: la superior, menos cónica, sirve sólo para aumentar el tiraje, y la inferior, de mayor conicidad, con orificios laterales que facilitan el ingreso del aire, constituye una cámara de combustión. Este tipo de chimenea facilita una combustión más completa con menor producción de hollín y humo. Las altas temperaturas de las chimeneas determinan un desgaste más rápido de la chapa de la que están construidas, pero requieren menos cuidado y mano de obra para la limpieza que las del tipo anterior. El consumo medio de combustible de este tipo de calefactor es de casi 3lts por hora, y en él se utiliza el mismo combustible que en los anteriores.

También se puede mencionar, aquí, el calefactor denominado de chimenea con retorno, desarrollado por la Universidad de California. Esta chimenea consta de dos partes: una inferior, de forma tronco-cónica, cuya base mayor se

encuentra hacia arriba y mide 20 cm de diámetro, y la base menor, enchufada en la tapa, 15 cm. Dicha porción que opera como cámara de combustión tiene una serie de orificios que facilitan la entrada de aire. La parte superior de la chimenea es cilíndrica y de 20 cm de diámetro. Ambas partes de la misma totalizan una altura de 1m. En la parte superior de la chimenea entra un caño de retorno de 3 pulgadas, cuyo otro extremo se comunica por la tapa del recipiente con la parte superior de éste. El objeto de este caño es tomar una parte de los gases de combustión, expedidos por la chimenea y volverlos al recipiente, con lo cual, por un aumento de temperatura se consigue una mayor vaporización del combustible. Con el objeto de dar más resistencia y duración de este caño, el codo superior que entra en la chimenea es de hierro fundido. Este calentador permite el uso de los derivados más pesados del petróleo como "diesel oil" y "fuel oil". Prácticamente no genera humos ni hollín y acusa un gran rendimiento térmico. El consumo de combustible es de 3 lts por hora y por quemador.

d) Calefactores a combustión forzada por presión de combustible

En algunos prototipos de calefactores contra las heladas, se ha tratado de aplicar el principio de la combustión de líquidos a presión, como se realiza con éxito en otro tipo de calefacción y en la industria y que permite una combustión de alto rendimiento calórico.

Con este objeto, debe mencionarse el sistema de distribuir el combustible en el cultivo a proteger por medio de cañerías, en las cuales quemadores especiales, convenientemente ubicados, queman un chorro de combustible vaporizado con presión autoinducida. Estos quemadores, de llama azulada, producen una combustión completa del combustible, por lo que su rendimiento térmico es elevado y no producen humo ni hollín. El combustible usado es más liviano que el requerido para los sistemas anteriores. Una densidad de 0.8 como la del kerosén y combustible desprovisto de impurezas y agua, debe asegurar el correcto funcionamiento de las toberas de los quemadores. De lo contrario se apagan es por esto que se usan poco este tipo de quemadores.

Una variante del sistema descrito la constituye el empleo de calefactores independientes, que se componen de un recipiente de combustible, separado del quemador, el cual es alimentado por gravedad, ya que se lo mantiene a un nivel superior al de la salida del combustible.

En este grupo puede incluirse también el reflector de radiación infrarroja, consta de un quemador de gran tamaño, fijado en la base de una cámara de combustión de acero inoxidable ($h=1.20m$ $D=0.80m$) que se pone al rojo por la combustión que ocurre en su interior. Sobre la cámara descrita y fija en ella, una pantalla reflectora de aluminio pulido, de 1.25m de diámetro, dirige hacia el suelo y los cultivos gran parte de la radiación que genera la cámara de combustión. Existen dos tipos diferentes de estos calefactores: uno que mediante un trípode telescópico, que permite situar la cámara de combustión a unos 4m del suelo que se adapta a cultivos bajos y otro a 6m para cultivos arbóreos. La alimentación de los quemadores, de cada aparato individual, exige la acción de una pequeña bomba de combustible movida por un motor eléctrico a batería. El consumo de combustible es de 40 lts por hora y cada uno protege una superficie de 3000m².

Calefacción a combustibles sólidos

El uso de combustibles sólidos constituye la forma más antigua de luchar contra las heladas. En este sistema, al uso de restos vegetales, apilados y distribuidos convenientemente en el campo, como paja, ramas, restos de poda, madera aserrín siguió la utilización de diferentes materiales de mayor rendimiento calórico, como los carbones y conglomerados sólidos de sustancias combustibles. Estos sistemas se han desarrollado principalmente en países donde el petróleo y sus derivados son caros, en relación con el valor de los cultivos protegidos, y en donde otros combustibles como el carbón, la turba, etc., son abundantes. No obstante se puede mencionar el calefactor a carbón de cok, éste es de simple construcción, consiste en un recipiente de chapa, cilíndrico en donde se aloja el carbón. La pared del recipiente presenta perforaciones que facilitan la entrada de aire y la combustión del carbón en su interior. A este recipiente se le puede agregar una camisa de doble chapa concéntrica para evitar la radiación lateral y favorecer la propagación del calor por convección, cuando así conviene a la protección.

En los países donde el uso de combustibles sólidos ha resultado más conveniente usan diversos tipos de briquetas y calefactores. Las briquetas de referencia son conglomerados de carbón de piedra o lignito, que se encienden en el campo con combustible. Estas briquetas se queman directamente al aire en pilas de 4 unidades a 3m de distancia entre sí. Es conveniente protegerlas del deterioro por lluvia e intemperie, cubriéndolas con chapas.

Otros métodos de calefacción

Muchos otros dispositivos y sistemas han ido creados para combatir las heladas con la producción de calor adicional.

En primer lugar se debe mencionar la combustión de gas butano y propano, en quemadores adaptados para recibir el gas a presión. Los calefactores que cubren los quemadores, se hallan distribuidos convenientemente en el campo para lo cual es necesario disponer de una red de cañerías fija, dispuesta en el campo a proteger. No obstante su empleo ha sido limitada, probablemente por el inconveniente que crea una instalación fija o por la mayor utilidad de otros métodos.

Otros sistemas existen que, por su escasa eficiencia o elevado costo, no han superado las experiencias iniciales, como ser la utilización de lámparas eléctricas de radiación infrarroja, conducción de aire caliente por cañerías a cada árbol de una plantación, calentamiento eléctrico del suelo en cultivos hortícolas.

Fundamentos y eficiencia del método

La esencia de este método es aprovechar el calor natural del aire