

GUIA DE ESTUDIO Nº 6

Régimen agroclimático de heladas

Índices agroclimáticos de peligrosidad de heladas (ICK)

CONCEPTOS GENERALES

En **meteorología** se define helada a todo descenso de la temperatura del aire a 0 °C o a un valor inferior, este registro de temperatura esta referido a la observación realizada en el termómetro de mínima colocado adentro del abrigo meteorológico a 1,50 metros de altura sobre el suelo.

En **agrometeorología**, esta definición no es totalmente aceptable debido a que no todas las temperaturas iguales o inferiores a 0 °C causan daños en los vegetales. El daño depende de muchos factores, entre los que cobran marcada importancia la especie, la variedad, la edad, el estado sanitario y fundamentalmente el estadio fenológico del vegetal en el momento de ocurrencia de la helada. Ciertos cultivos tropicales no resisten heladas, siendo dañados por temperatura del aire superiores a 0 °C (e.j.: 3 °C a 5 °C); mientras que cultivos invernales son capaces de resistir heladas suficientemente severas sin sufrir daño apreciable. La severidad de los daños está estrechamente relacionada con las diferentes fases fenológicas donde se presenta períodos críticos de máxima sensibilidad y períodos que podemos denominar de máxima resistencia o latencia. Ej: el cultivo de trigo en estado de macollaje, antes de la fase fenológica conocida como encañamiento, puede resistir heladas con una intensidad de -6 a -7 °C sin sufrir daño alguno, mientras que heladas con una intensidad de -1 a -2 °C ocurridas durante la fase de espigazón producen daños considerables en detrimento del rinde final. De la misma manera, frutales como el manzano y el durazno resisten sin daño las heladas con una intensidad de -15 a -20 °C, siendo seriamente perjudicados en su producción al registrarse heladas de -1 a -2 °C de intensidad, ocurridas en el momento fenológico de floración.

De tal manera, desde el punto de vista **agrometeorológico**, se define helada como: descenso térmico capaz de causar daño en los tejidos vegetales.

INSTRUMENTAL UTILIZADO

Anteriormente se dijo que en meteorología se define helada como todo descenso de la temperatura del aire a 0 °C o a un valor inferior, este registro de temperatura esta referido a la observación realizada en el termómetro de mínima colocado adentro del abrigo meteorológico a 1,50 metros de altura sobre el suelo. Sin embargo, los datos así compilados resultan eficientes solo si se los relaciona con cultivos de alto porte, como los árboles frutales. En el caso de los cultivos de bajo porte, como la frutilla o la alfalfa, estos datos suelen no ser representativos de la menor temperatura registrada próxima al suelo. Será conveniente, entonces, tomar datos con un termómetro de mínima ubicado a la intemperie sobre césped de baja altura cuyo bulbo toque las hojas de pasto. Esta temperatura se conoce como temperatura del **índice actinométrico** (IA). Las temperaturas así registradas son similares a las de un órgano vegetal próximo. También puede determinarse como termoresistencias de platino como sensores (con registro electrónico de datos).

CONDICIONES QUE DETERMINAN LA FORMACIÓN DE LA HELADA

El grado de nubosidad

Cielos despejados: ofrecen condiciones para la pérdida de calor por irradiación nocturna. Hojas, flores, tallos, suelo y demás objetos pueden acusar 5 °C menos que la temperatura del aire circundante.

Cielos nublados o cubiertos: las nubes medias o bajas impiden que los cuerpos vegetales y la superficie de suelo irradien su calor hacia el espacio exterior, por lo tanto no se enfrían. Los órganos vegetales tienen una temperatura igual a la del aire circundante.

Velocidad del viento

Un viento con velocidad apreciable evita que los vegetales y el suelo adquieran una temperatura inferior a la del ambiente, ya que el mismo los pone en contacto con nuevas masas de aire más cálido (igualmente se producen pérdidas de calor por irradiación). Cuando el aire esta en calma, ocurre todo lo

contrario, se forma una capa de aire notablemente inferior en temperatura que el aire circundante, enfriándose considerablemente por irradiación.

Grado de exposición a la intemperie

Durante la noche los cuerpos (vegetales) tienden a enfriarse por el calor que irradian hacia el cielo y a los cuerpos vecinos. Estos últimos, a su vez irradian calor hacia los primeros y los atemperan en su pérdida de calor. La atmósfera también irradia calor hacia el suelo y vegetales pero es insignificante comparada con la intensidad de calor emitido por los objetos vecinos. Un vegetal se enfría tanto más intensamente cuanto más expuesto a la intemperie se encuentre.

Mayor densidad del aire frío

A medida que el aire se enfría se hace más denso, deslizándose hacia lugares más bajos; se estanca y se sigue enfriando por irradiación. El enfriamiento de la capa de aire durante toda la noche llega a ser muy intenso.

Poder emisor de los cuerpos

Depende del poder emisor de los cuerpos expuestos a la irradiación nocturna. La madera tiene bajo poder emisor, los metales alto; los vegetales tienen un poder emisor intermedio.

Evapotranspiración

Confiere una apreciable pérdida de calor de los vegetales y del suelo en conjunto.

Otras dos causas importantes en la formación de heladas lo constituyen la *conductibilidad calorífica* y la *sequedad del aire*.

CLASIFICACIÓN DE HELADAS

1) Por su tipo genético

Según su origen heladas, se clasifican en:

- heladas radiativas
- heladas advectivas
- heladas mixtas.

Las **heladas radiativas** se producen por la radiación nocturna del suelo, lo que conduce a enfriamientos sucesivos de las capas de aire cercanas al mismo. Son de carácter local y están caracterizadas por un estatismo o quietud completa del aire. En zonas agrícolas de nuestro país predominan las heladas de tipo radiativo.

Las **heladas advectivas** se producen debido al avance de una masa de aire muy fría, con temperaturas inferiores al punto de congelación siempre acompañadas por vientos, motivo por el cual también se las conoce como heladas de viento. Son de carácter dinámico (movimientos de aire importantes), regionales (abarcen grandes extensiones) y muy poco frecuentes en el hemisferio sur.

Existe un tercer tipo genético de heladas, resultante de la combinación de los dos tipos anteriores (radiativas y advectivas) denominadas como **heladas mixtas**. Ocurre cuando sobre una región se produce el avance de una masa de aire frío (aunque de temperaturas no menores de 0 °C), generalmente decrece su velocidad (vientos), con posterior enfriamiento por el balance negativo nocturno. Este proceso es muy frecuente en la zona agrícola de nuestro país, especialmente en la génesis de heladas primaverales, otoñales y aún estivales.

Las heladas **radiativas**, a su vez, se diferencian en heladas blancas y negras. La distinción visual consiste en la formación de escarcha o cristales de hielo sobre el suelo, plantas y objetos.

Las **heladas blancas**, se producen cuando la atmósfera posee una elevada tensión de vapor de agua (agua en estado gaseoso) facilitando la formación de cristales de hielo sobre diferentes superficies. Meteorológicamente, se originan siempre que la temperatura mínima es inferior a la temperatura del punto de rocío de la masa de aire. Masas de aire húmedo dan origen a heladas blancas.

Las **heladas negras** ocurren en atmósfera con bajos valores de tensión de vapor, característica que impide la formación de hielo. Meteorológicamente se producen cuando la temperatura mínima permanece superior al punto de rocío. El nombre deriva de la apariencia negruzca que toman los órganos vegetales (especialmente las hojas) que han sido dañados por el descenso térmico. Masas de aire seco dan origen a las heladas negras.

2) Por su época de ocurrencia

- **estivales**
- **invernales**
- **primaverales** (tardías o últimas)
- **otoñales** (tempranas o primeras)

La distribución de este fenómeno meteorológico a lo largo de año determina el régimen agroclimáticos de heladas.

Las heladas primaverales y otoñales se caracterizan por su fecha de ocurrencia. Generalmente son de baja intensidad. Las invernales se caracterizan por su intensidad y finalmente las estivales son de poca intensidad y escasa duración. Estas últimas se registran en localidades como: Valle del Río Colorado, valle del Río Negro, Mendoza, La Pampa, Buenos Aires, sur de Córdoba y Santa Fe.

3) Por su intensidad

Se clasifican por la intensidad de la temperatura registrada y su frecuencia, aspecto de marcada importancia en el régimen agroclimático de heladas de una región. Se establecen intervalos de temperaturas, anotando el valor de su frecuencia.

Duración de las heladas: número de horas y fracción de horas durante los cuales transcurre la helada.

Frecuencia media mensual de heladas

Es el valor climático que representa el número de heladas producidas en un lugar durante un número suficientemente representativo de años (más de 30). Primeramente se computa la cantidad total de heladas registradas para cada mes y cada uno de los años, ese valor representa la frecuencia mensual. El promedio de la frecuencia de cada mes para todos los años considerados, es la *frecuencia media mensual*.

Heladas totales

En el cómputo de heladas se habla de heladas totales cuando se consideran todas las temperaturas de 0 °C o inferiores.

Índices agroclimáticos de peligrosidad de heladas (ICK)

Una característica importante del clima de la República Argentina es la gran dispersión entre las fechas de últimas y primeras heladas. Esto se debe al efecto combinado de: a) una gran variabilidad aperiódica de la temperatura debida a la facilidad del traslado de las masas de aire en sentido N-S e inverso y b) a una pequeña amplitud anual de la temperatura debida fundamentalmente a la influencia oceánica. Esta particularidad, hace que estas fechas no sean suficientes para caracterizar la peligrosidad de heladas de una localidad.

Con el objetivo de cuantificar el peligro causado por las bajas temperaturas, el Ing J.J. Burgos propuso el Índice Criokindinoscopico (ICK).

Este índice integra la fecha media de primera o última helada, su variabilidad y el estado fenológico de las plantas, expresado como la temperatura media del aire que se registra en esa época. El índice tiene un carácter agrícola al fijar un valor de riesgo económicamente aceptable, de tener pérdidas una vez cada 5 años (20 % de probabilidad). El valor del índice expresa la temperatura del aire de una fecha, y no la fecha en sí misma, integrándolo de esta manera con el estado de desarrollo del cultivo, que será más avanzado cuanto más elevada sea dicha temperatura, lo que implica mayor susceptibilidad a bajas temperaturas y, por lo tanto, mayor peligrosidad de las heladas. Por ejemplo, Un ICK de 20 °C indica elevada peligrosidad de heladas porque, con esa temperatura, las plantas estarán en plena actividad con

tejidos muy sensibles a las bajas temperaturas. En cambio, un ICK de 6 °C indica la inexistencia de riesgos dado que las plantas estarían en prácticamente en reposo.

Para heladas invernales, el ICK se calcula para cultivos anuales y perennes. Se utiliza la temperatura mínima anual que puede ocurrir con una probabilidad del 20 % (1 año de cada 5) para cultivos anuales y una probabilidad del 5 % (1 año de cada 20) para cultivos perennes, según la aceptación económica del riesgo de perder el cultivo en cada caso, según el costo de implantación de cada uno de ellos. La temperatura mínima anual expresa el riesgo de que se supere el límite de resistencia de las plantas de ciclo invernal o de las que se encuentran en reposo durante esa estación del año.

Los fundamentos para el desarrollo del ICK pueden resumirse así:

- a) En primavera, la brotación y floración de plantas perennes (frutales) y el nacimiento de las anuales, marca el comienzo de una etapa de alta sensibilidad al frío que se acentúa a medida que avanza la estación. Por lo tanto, cuanto más tardías son las heladas, tanto mayor es el grado de peligrosidad.
- b) En otoño, la maduración de los frutos o semillas y el crecimiento de ramitas y yemas puede quedar interrumpido por descensos térmicos perjudiciales.
- c) El grado de evolución de la vegetación en primavera (cultivos primaverales: frutales, trigo, maíz, algodón) y otoñales (cultivos otoñales: algodón, caña de azúcar, olivo) depende directamente de la marca de la temperatura del aire y por consiguiente las primeras y últimas heladas serán tanto más peligrosas, cuanto más elevado sea el nivel térmico de primavera u otoño en el momento de la ocurrencia
- d) Para otorgarle, al índice de peligrosidad, un carácter agrícola, se determinó un riesgo de pérdida de cosecha por helada económicamente aceptable, distinto en cada tipo de cultivo (perennes o anuales invernales), teniendo en cuenta la resistencia a bajas temperaturas, la duración del periodo productivo y el usufructo.
- e) La temperatura mínima anual media y su dispersión pueden constituir un buen índice del rigor del invierno.

Sobre la base de estas consideraciones, el autor propone los siguientes índices criokindinoscópicos y sus correspondientes definiciones:

ICK de primeras heladas: temperatura normal (promedio) del aire de la fecha *antes* de la cual es probable que ocurran heladas en 1 año de cada 5 (P=20%).

ICK de últimas heladas: temperatura normal (promedio) del aire de la fecha *después* de la cual es probable que ocurran heladas en 1 año de cada 5 (P=20%).

ICK de heladas invernales para cultivos perennes: temperatura mínima anual que cabe esperar con una probabilidad del 5% (1 vez cada 20 años).

ICK de heladas invernales para cultivos anuales: temperatura mínima anual que cabe esperar con una probabilidad del 20% (1 vez cada 5 años).

MÉTODOS DE CONTROL DE HELADAS

Métodos indirectos

Tratan de evitar los daños a los cultivos a través del manejo de las características del cultivo mismo. No actúan sobre las características del microclima.

- Ubicación del área de cultivo
- Manejo de la época de cultivo, ciclo de cultivo
- Variedades más tolerantes
- Aplicación de retardantes de floración

Métodos directos

Tratan de evitar la ocurrencia de heladas o disminuir su incidencia. Actúan sobre el microclima del área de los cultivos.

Métodos Directos Pasivos: se aplican antes de la ocurrencia de las heladas, se realiza en el monte frutal durante la primavera. El objetivo principal es reducir o evitar el daño por frío.

Manejo del suelo:

El suelo es un reservorio de la energía solar. A partir de la puesta de sol y durante la noche esta energía es liberada para maximizar su acumulación es necesario optimizar la conductividad térmica del suelo con el aumento del contenido de agua y la consiguiente disminución del contenido de aire. Las condiciones de mantenimiento del suelo sin malezas, compactado y húmedo producen un mayor calentamiento del suelo durante el día y una acumulación energética que es su liberación nocturna atenúa la helada. Ocasionalmente, será conveniente humedecer el suelo, compactar (mejoran la conducción calórica) y oscurecer el suelo (mejora la absorción de calor).

Manejo de los cauces de aire frío (barreras rompevientos):

Durante el día, la barrera frena no disminuye la entrada de aire frío, esto hace que la energía solar absorbida por todo el ambiente se traduzca en una elevación de la temperatura. Este fenómeno amortigua el enfriamiento de noche, reduciéndose así la intensidad de la helada.

Manejo de los lugares bajos y anegables

DEFENSA ACTIVA CONTRA HELADAS

La defensa activa es una práctica que se aplica durante las horas nocturnas de helada con el fin de aumentar la temperatura de las plantas e impedir que se alcance el umbral de resistencia al frío del vegetal.

Método de riego por aspersión:

La condición básica para el adecuado funcionamiento de este método es que durante el tiempo de uso en defensa haya permanentemente agua líquida congelándose sobre las plantas y órganos que se protegen. El calor liberado por el agua al congelarse de 80 cal/g, se transmite por conducción a través del hielo que recubre a las yemas, flores o frutos de la planta. La duración de la protección debe darse durante todo el periodo de duración de la helada, dado que interrupciones en el riego durante su ocurrencia pueden producir daños de importancia en el cultivo.

Calefacción antihelada:

La transmisión del calor liberado por un calefactor hacia las plantas, el aire y el suelo se realiza a través de los siguientes mecanismos:

- Convección del aire, el que al calentarse pierde densidad y asciende en altura, cuyo espacio primario es remplazado por el aire frío más denso.
- Radiación de energía de onda larga
- Métodos de mezcla del aire de las capas atmosféricas bajas. Se basan en producir la mezcla del aire caliente que se encuentra entre los 10-15 m de altura, con el más frío situado en niveles cercanos al suelo. Los más difundidos en el mundo son los grandes ventiladores y los helicópteros.
- Conducción por contacto directo entre una superficie caliente y otra más fría.

La eficiencia de la calefacción depende esencialmente de:

- el nivel de techo de inversión nocturno dado que un techo bajo redundará en un buen aprovechamiento del calor producido a través de la elevación de la temperatura del ambiente.
- superficie a proteger.
- tamaño de los focos o fuentes de calor

Nota

Esta Guía de Estudio se corresponde con contenidos de la Unidad temática F (F.1) del Programa Analítico.

Bibliografía Unidad temática F.1

Castillo, F.E.; Castellvi Sentis, F. 1996. Heladas y Protección contra Heladas. En: Agrometeorología. Pp. 221-234. Ediciones Mundi-Prensa.

De Fina, A.L.; Ravelo, A.C. 1975. XIII. Rocio. Heladas. En: Climatología y Fenología Agrícolas. Pp. 183-200. EUDEBA. 2º Ed.

De Fina, A.L.; Ravelo, A.C. 1975. XX. La lucha contra las adversidades climáticas en Agricultura. En: Climatología y Fenología Agrícolas. Pp. 265-276. EUDEBA. 2º Ed.

Murphy, G.M.; Hurtado, R.H. (eds.). 2011. XVIII.º1 Heladas. En: Agrometeorología. Editorial Facultad de Agronomía. UBA. Pp: 315-337.

Tassara, M.A. 2007. Las heladas primaverales. Protección en frutales de clima templado – frío. Ediciones INTA.