

# Heladas en el cultivo de Maíz

Ing. Agr.  
Santiago Vacca  
Coordinador  
de Servicios  
Agronómicos



## 1. Introducción

El rendimiento de los cultivos de granos varía marcadamente entre las distintas zonas productoras y aún entre campañas agrícolas. Los factores que contribuyen a esta variabilidad en los rendimientos son numerosos, destacándose los efectos de la temperatura, la radiación, la disponibilidad hídrica y de nutrientes propios del ambiente y, a su vez, las modificaciones impuestas en los sistemas productivos. El maíz, como uno de los cultivos más importantes de la Argentina, es una de las especies que mayor respuesta tiene en su crecimiento a dichas modificaciones impuestas por variaciones en la fecha y la densidad de siembra, el arreglo espacial, el genotipo y la fertilización. Al decidir la factibilidad de un cultivo de maíz en una zona determinada, se tienen en cuenta las condiciones climáticas y edáficas particulares de esa región para poder balancear lo máximo posible los requerimientos del cultivo con la oferta ambiental. De dicha comparación surgen distintas limitaciones, dentro de las cuáles la más importante es la generada por el efecto de la temperatura a través de las heladas, ya que la ocurrencia de estas determina la estación de crecimiento de dicho cultivo.

## 2. Algunas definiciones

### 2.1. ¿Qué es una helada?

Se considera la ocurrencia de **helada agrometeorológica** a todo descenso térmico igual o inferior a 3°C medido en el abrigo meteorológico, lo que equivaldría a 0 °C o menos a la intemperie en superficie (CIAg). Existen diferentes tipos de heladas que se clasifican de la siguiente manera:

- **De acuerdo a los efectos visuales que generan:**

**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.

- **De acuerdo a su origen:**

**Heladas de advección:** Se presentan en una región cuando esta 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.

**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 con cielo despejado que permite una mayor pérdida de calor desde la superficie terrestre.

**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.

## 2.2. ¿Qué es el período libre de heladas y cómo se determina?

El **período libre de heladas (PLH)** es el número de días que existe entre la **fecha de última (FUH) y primera (FPH)** helada de un año, estableciendo la estación de crecimiento de los cultivos. Se considera FUH a la última helada o helada tardía ocurrida después del 15 de julio y FPH a aquella helada ocurrida antes del 15 de julio (Pascale y Damario, 2004). En la figura 1 se detallan las fechas medias de última y primera helada para el territorio argentino.

## 3. Impacto en el cultivo de maíz

En general, las plantas se ven siempre más afectadas a los efectos negativos de las heladas en condiciones ambientales de elevada irradiancia y baja humedad (Wise et al., 1983). Específicamente, el cultivo de maíz es muy sensible a la ocurrencia de heladas durante toda su estación de crecimiento, aunque el efecto de temperaturas próximas a 0°C varía según la intensidad y el momento del ciclo en el cual se presenta dicho fenómeno (Figura 2). Si bien las heladas tardías representan un riesgo para el cultivo de maíz en todas las regiones templadas de producción, su siembra suele efectuarse en épocas en las cuales el riesgo de ocurrencia de las mismas es aún elevado durante las primeras etapas del ciclo. Esto se debe a que hasta la expansión de la sexta hoja (i.e., hasta V6; Ritchie y Hanway, 1982) el meristema apical o ápice (punto de crecimiento que determina la supervivencia de la planta) se encuentra justo por debajo o a nivel

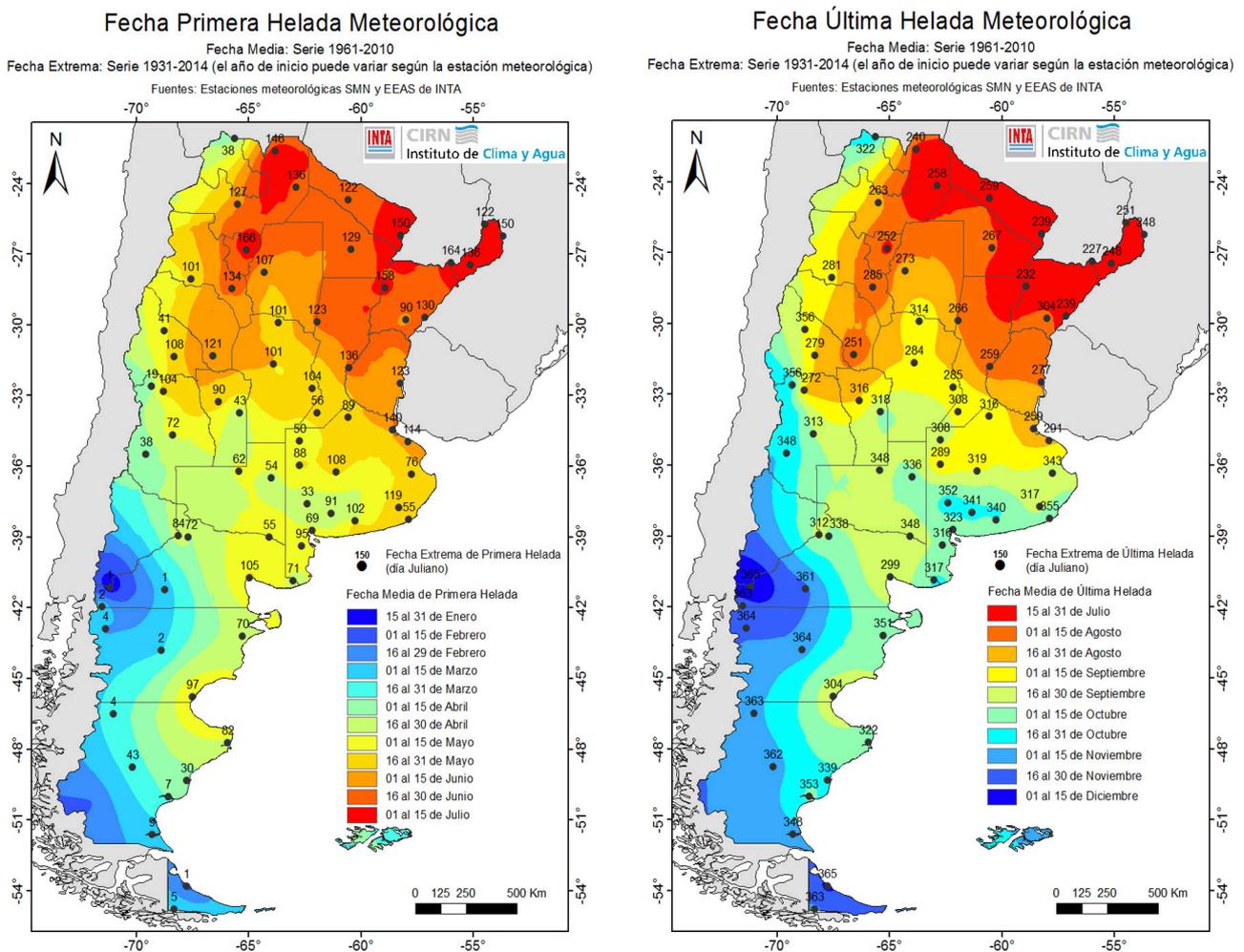
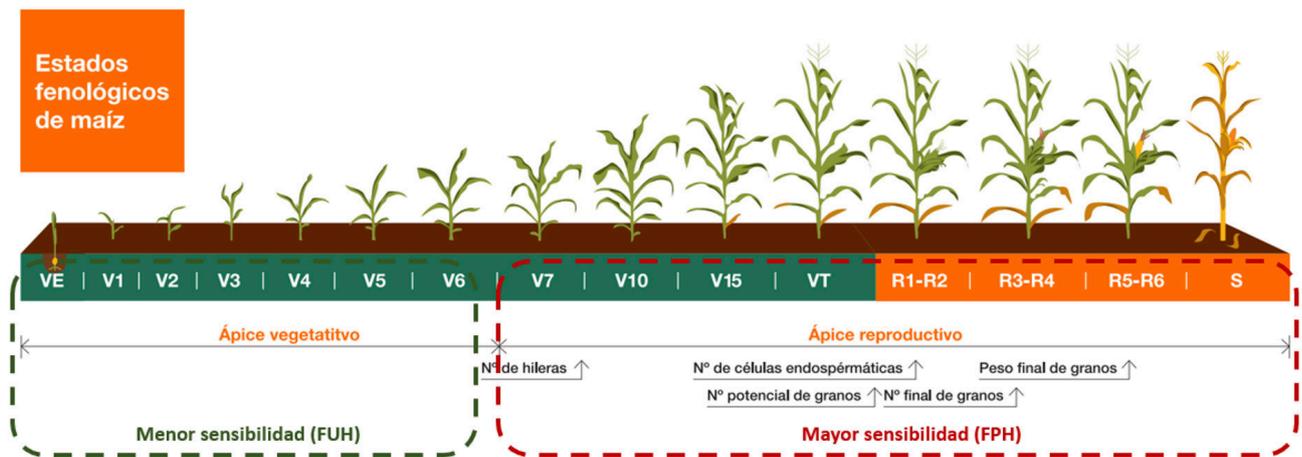


Figura 1: Fechas medias de primera (izquierda) y última (derecha) helada para el periodo comprendido entre 1961 y 2010. Fuente: Sistema de información de clima y agua del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA.

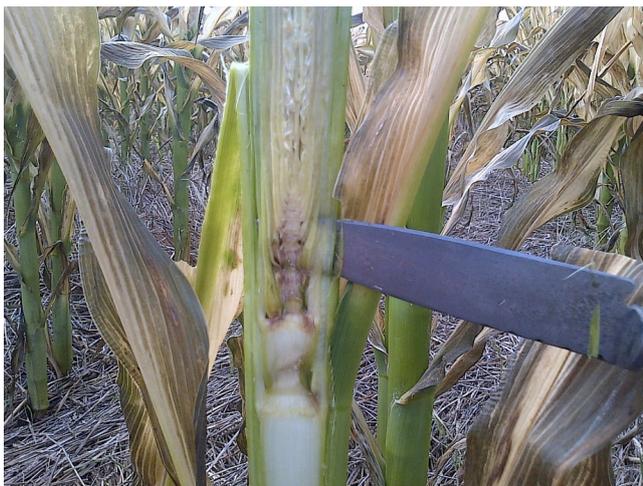
de la superficie del suelo (Producción de Granos, 2012), protegido de los efectos de bajas temperaturas (Figura 2). Sin embargo, la exposición del ápice por encima de la superficie del suelo en estadios sucesivos, luego de la ocurrencia de una helada, puede generar la muerte de la planta y en consecuencia disminuciones en la densidad de siembra lograda por pérdida variable del número de plantas por unidad de superficie (i.e., heterogeneidad espacial del canopeo) y en el rendimiento (Figura 3).

Por otro lado, la presencia de una helada tardía también podría provocar, dependiendo de su intensidad, reducciones en el rendimiento a través de disminuciones en el área

foliar por una mayor tasa de senescencia de hojas (Figura 4). Esto se debe a que existe una relación lineal y positiva entre el porcentaje de pérdida de rendimiento y el porcentaje de hojas dañadas por la ocurrencia de una helada (Figura 5). Se puede observar que las mayores pérdidas (ca. 50%) se alcanzan cuando el cultivo presenta entre un 70% – 90% de daño foliar entre el período comprendido entre la expansión de la octava y decimoprimeras hojas (V8 y V11; Ritchie y Hanway, 1982) (Ver círculo rojo, Figura 5), resaltando de esta manera la importancia de las consecuencias negativas que se pueden generar ante un evento de helada en los estadios posteriores a la expansión de la sexta hoja.



**Figura 2:** Ciclo del cultivo de maíz, en el cual se detallan las etapas con menor y mayor sensibilidad a la ocurrencia de heladas. FUH: Fecha de última helada, FPH: Fecha de primera helada.



**Figura 3:** Imagen de un ápice de maíz muerto (coloración marrón oscura), luego de la ocurrencia de una helada.



**Figura 4:** Imágenes de daño foliar en estadios vegetativos tempranos, luego de la ocurrencia de una helada tardía.

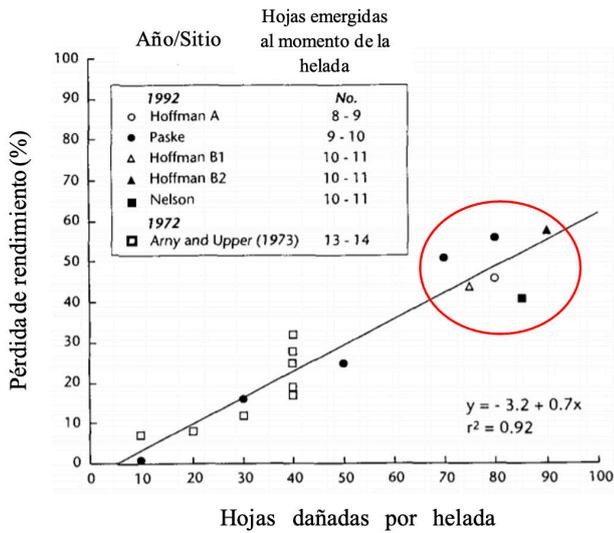


Figura 5: Porcentaje de pérdida de rendimiento en función del porcentaje de hojas dañadas por helada (Carter, 1995).

Por otro lado, la ocurrencia de heladas tempranas en etapas finales del cultivo también puede generar mermas en el rendimiento a través de la finalización del ciclo (heladas de alta intensidad) generando un acortamiento de la duración del período de llenado de granos y, en consecuencia, una disminución del peso de los mismos (Figura 6).

Estado Reproductivo	Generación del PMG (%)	Pérdida de rendimiento por Muerte total (%)
R1 (50% de plantas con estigmas)	0	100
R2 (Grano Acuoso)	5	95
R3 (Grano lechoso)	15	85
R4 (Grano pastoso)	35	65
R5 (todos los granos están dentados)	50	50
R5.5 (50% de línea de leche)	90	10
R6 (madurez fisiológica)	100	0

Adaptado de Bob Nielsen 2020. Grain Fill Stages in Corn | Purdue University Pest&Crop newsletter

Figura 6: Porcentaje de generación del peso de mil granos PMG y pérdida de rendimiento por estadio en caso de que suceda una helada. Los valores corresponden a plantas que mueren por el evento helada.

#### 4. Resumen

- Se considera la ocurrencia de **helada agrometeorológica** a todo descenso térmico igual o inferior a 3°C medido en el abrigo meteorológico, lo que equivaldría a 0°C o menos a la intemperie en superficie
- El **período libre de heladas (PLH)** es el número de días que existe entre la **fecha de última (FUH) y primera (FPH)** helada de un año

- Existe un período de **menor** (hasta V6) y otro de **mayor** (luego de V6) **susceptibilidad** a los efectos de las heladas, dependiendo de su intensidad
- La ocurrencia de una **helada** puede generar **reducciones en el rendimiento** a través de:
  - Disminuciones en la densidad de siembra lograda por pérdida variable del número de plantas por unidad de superficie (i.e., heterogeneidad espacial del canopeo)
  - Reducciones en el área foliar por una mayor tasa de senescencia de hojas
  - Finalización del ciclo del cultivo lo cual genera un acortamiento de la duración del período de llenado de granos

#### 5. Bibliografía

Carter, P.R. 1995. Late spring frost and post-frost clipping effect on corn growth and yield. J. Prod. Agric. 8:203-209.

CIAG. Centro de Información Agroclimática. <https://www.agro.uba.ar/heladas/definiciones.htm>

Producción de Granos. Bases Funcionales para su Manejo. Emilio H. Satorre, Roberto L. Benech Arnold, Gustavo A. Slafer, Elba B. de la Fuente, Daniel J. Miralles, María E. Otegui y Roxana Savin. Edición 2012. 785 páginas.

Ritchie, S., Hanway., J.J., 1982. How a corn plant develops. Iowa State Univ. of Science and Technology. Coop. Ext. Service. 48 pages.

Wise, R.R., J.R. McWilliam, y A.W. Naylor. 1983. A comparative study of low-temperature-induced ultrastructural alterations of three species with differing chilling sensitivities. Plant, Cell and Environment 6:525-535.

Pascale, A. J. y Damario, E. A. 2004. Bioclimatología agrícola y agroclimatología. Ed. Facultad de Agronomía, UBA. 550 páginas.