

Heladas tardías en noviembre 2022

En el área de influencia del INTA Hilario Ascasubi
Provincia de Buenos Aires – Argentina

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina

Heladas tardías en noviembre 2022. En el área de influencia del INTA Hilario Ascasubi. Provincia de Buenos Aires – Argentina.

Alejandro Pezzola (*), Alejandra Casella (***), Andres Lighezzolo (**); Cristina Winschel (*); Franco Pascualone (**), Gustavo Zura (*), Andrés Grand (*); Flavia Garcia (*); Patricio Oricchio (***); Natalia Gattinoni (***).¹

Resumen

Desde la climatología agrícola, el registro térmico inferior a 0°C no es una referencia como indicador de daño por una helada, ya que distintos cultivos, con bajas temperaturas, pueden sufrir consecuencias sin que necesariamente el termómetro llegue a dicho umbral.

Sin embargo, la severidad del daño depende de la sensibilidad de cada especie y del estado fenológico en el momento que se produce el evento, así como el tiempo de duración de las temperaturas por debajo de la “temperatura crítica de daño”.

En los partidos de Villarino y Patagones en la provincia de Buenos Aires las temperaturas registradas a través de imágenes del satélite geoestacionario - GOES 16 - y datos de la Estación meteorológica de Hilario Ascasubi del INTA del 22 de octubre de 2022 indicaron temperaturas críticas para los verdeos de invierno con una duración de más de 6 horas. Lo cual produjo distintos grados de daños de afectación en los mismos.

El objetivo de este informe técnico es presentar la cartografía que muestra la distribución de las temperaturas frías y la cantidad de horas que duró el evento, afectando, en algunos sectores, a los cereales de invierno en el periodo crítico para su buen desarrollo en los partidos de Villarino y Patagones en la provincia de Buenos Aires.

¹ (*) INTA Hilario Ascasubi. PE 1064 - Prevención y Evaluación de la emergencia y desastre agropecuario.

(**) Unidad de desarrollos y Soluciones Ambientales - Comisión Nacional de Actividades Espaciales. Observatorio Hidrometeorológico de la provincia de Córdoba. Laboratorio de Hidráulica – UNC.

(***) Instituto de Clima y Agua-CIRN-CNIA-INTA Hurlingham, Buenos Aires.

I- Introducción

Heladas agrometeorológicas

Las heladas son una de las adversidades climáticas que, en mayor o menor medida, están presentes en cada campaña agrícola. En agronomía, el concepto de helada agrometeorológica corresponde al descenso de la temperatura del aire por debajo de los 3°C registrados a 1.5 metros en abrigo meteorológico lo que equivaldría a 0°C o menos a la intemperie en superficie (imagen 1) (Fernández Long y Barnatán, 2013 citado en Fernandez Long et al., 2016).

El daño por heladas ocurre cuando se forma hielo dentro del tejido de las plantas, dañando sus células. El agua dentro de las plantas puede que se congele o no durante un evento de helada, dependiendo de varios factores (Ej. súper enfriamiento y concentración de bacterias nucleadoras de hielo). Esto puede o no dañar el tejido de la planta, según los factores de tolerancia (Ej. contenido de solutos de las células). Un evento de helada se convierte en un evento de congelación cuando se forma hielo extracelular dentro de las plantas. Esto ocurre cuando la temperatura del tejido de las plantas cae por debajo de un valor crítico donde hay una condición fisiológica irreversible que conduce a la muerte o al funcionamiento incorrecto de las células de las plantas (FAO, 2010).

La cantidad de daño depende de la sensibilidad del cultivo a la congelación en el momento de producirse el evento y del tiempo que la temperatura está por debajo de la temperatura "crítica de daño" (T_c). No solo la temperatura del aire puede ocasionar daños irreversibles, sino también el tipo de suelo y la humedad del mismo, velocidad del viento, relieve del campo (alto o bajo), especie cultivada, etapa de desarrollo del cultivo, nutrición del cultivo y / o densidad del cultivo son algunos de los factores que inciden en el nivel de daño ocasionado por las heladas.

Sensibilidad de los cultivos

El cultivo de girasol es tolerante a las heladas durante la fase de emergencia a iniciación floral. Tanto para el cultivo de maíz como para el de soja, el nivel de sensibilidad es alto durante todo el ciclo. La ocurrencia de una helada tardía, provoca no sólo una pérdida variable de plantas, sino también un daño variable por senescencia de hojas en ambos cultivos. La ocurrencia de heladas tempranas en el cultivo de soja y maíz, puede ocasionar la finalización del ciclo del cultivo. Por lo tanto, valores inferiores a 0°C se consideran de alto nivel de riesgo para estos cultivos.

En las gramíneas de invierno, durante el período vegetativo o reproductivo temprano, el daño visible va desde una leve clorosis o pérdida de turgencia acompañada por marchitamiento de hojas completas o solamente en las puntas, hasta alcanzar importantes daños en el área foliar con pérdida de tallos durante el encañado, esterilidad de flores y de espigas completas cuando la helada ocurre cerca de la floración. (Tabla 1).

Tabla 1. Temperatura crítica (°C).

Cultivos	Geminación	Floración	Fructificación
Trigo	-10	-1	-4
Avena	-9	-2	-4
Cebada	-8	-2	-4
Girasol	-6	-3	-3
Maíz	-3	-2	-3
Soja	-4	-3	-3
Sorgo	-3	-2	-3

Abriendo <https://www.fao.org/3/y7223s/y7223s05.pdf>

Durante el encañado comienza un período de sensibilidad creciente que tiene el máximo de susceptibilidad alrededor de floración o antesis con un umbral de -1°C con una exposición de 2 horas. En este momento, el efecto de una helada de este tipo se da por la reducción de viabilidad del polen que origina esterilidad de las flores afectadas, y que ocurre aún con temperaturas sobre cero.

Heladas con registro de temperatura inferiores a ese umbral con trigos transcurriendo el período crítico hasta antesis pueden ocasionar daños importantes por pérdida de tallos que comienzan con el tallo principal. Los efectos sobre el rendimiento dependen no sólo de la capacidad de compensación del cultivo, sino también de la posibilidad de recuperación que permite el ambiente de producción.

La capacidad de compensación del cultivo está en función de los órganos afectados y por lo tanto del momento de ocurrencia. Pero la posibilidad de alcanzar esa recuperación dependerá de las condiciones de humedad, temperatura y disponibilidad de nutrientes posterior al momento del daño. Los daños ocurridos alrededor de la floración afectan en forma significativa el número de tallos fértiles que difícilmente puedan ser compensados. Estos eventos afectan significativamente a la producción agropecuaria, sobre todo cuando ocurren de forma temprana (entre el 1 de enero al 30 de mayo) o tardía (del 1 de septiembre al 31 de diciembre). (Tabla 2).

Tabla 2. Heladas tempranas y tardías en el sudoeste bonaerense. Heladas agrometeorológicas (3°C).

Estación	FPH	FUH	PER	Tabs
Bahía Blanca AERO	7-Abr	7-Nov	215	-6,2
Bordenave INTA	27-Mar	8-Nov	227	-7,2
Coronel Pringles	26-Mar	24-Nov	244	-7,8
Hilario Ascasubi INTA	3-Abr	11-Nov	223	-6,8
Barrow INTA (Tres Arroyos)	16-Mar	26-Nov	256	-6,3

Valores correspondientes al 50% de probabilidad de fecha de primera helada (FPH), fecha de última helada (FUH), período con heladas (PER), temperatura mínima absoluta (Tabs), agro meteorológicas.



Imagen 1. Termómetro de mínima a 15 cm del suelo.

II- Análisis de las heladas

El análisis realizado por el Centro de información Agroclimática de la Facultad de Agronomía de Buenos Aires, en el periodo 1950-2012 muestra la distribución de las fechas medias de primera (FPH) y última (FUH) heladas agrometeorológicas en todo el país. Como se puede observar en la Figura 01, los partidos de Villarino y Patagones se encuentran insertos en las áreas donde la FPH empieza en abril y la FUH se produce en el mes de noviembre.

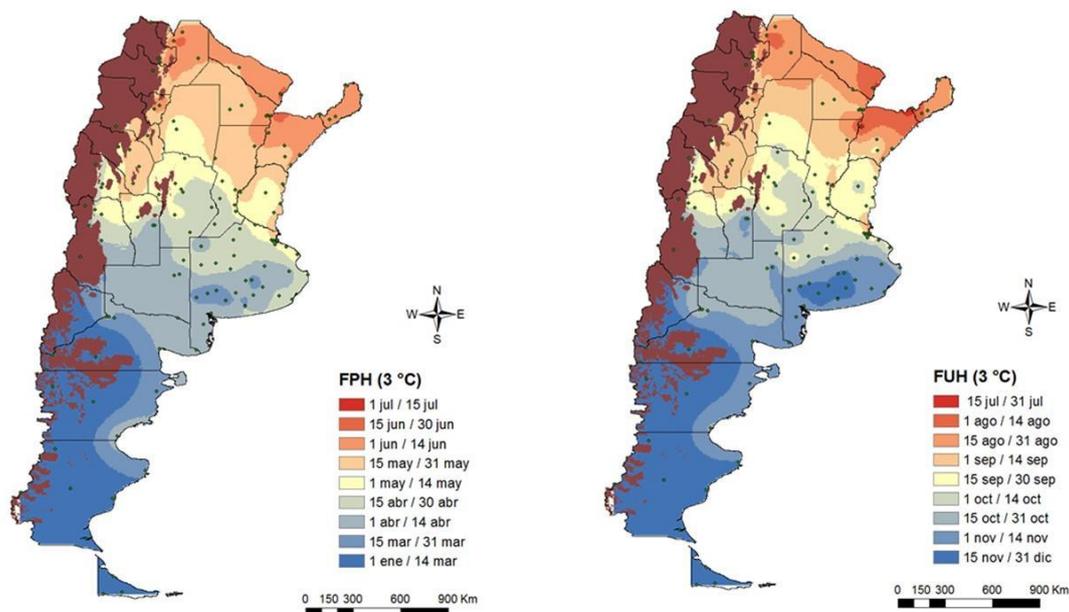


Figura 01: Mapa de fecha media de primera helada agrometeorológica (izq.) y fecha media de última helada agrometeorológica (der.). Fuente: Centro de Información Agroclimática - Heladas en la Argentina. Facultad de Agronomía UBA.

De acuerdo al estudio realizado por Fernandez Long *et al.* (2016), el periodo de heladas (PER) en la región supera los 200 días y van de marzo-abril, fecha de primera helada hasta noviembre donde se produce la última helada (Tabla 2).

Fuente: <http://www.scielo.org.ar/pdf/meteoro/v41n2/v41n2a01.pdf>

Área de estudio

El área de estudio corresponde a los partidos de Villarino y Patagones situados al sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. (Figura 2) Dicha área queda comprendida entre los paralelos de 37°30' y 41° Latitud Sur, franja zonal de climas templados, entendiéndose aquellos que registran valores anuales de temperatura comprendidos entre 14°C y 20°C, con estaciones térmicas bien diferenciadas: veranos e inviernos rigurosos y primaveras y otoños intermedios. El clima tiene una influencia directa en el desarrollo de la vegetación.

En estas zonas donde existe una alternancia permanente de masas de aire de distinta índole, la característica esencial es la variedad en las condiciones del tiempo, hecho que se pone de manifiesto en todas las estaciones del año. Las lluvias no siempre son suficientes para los cultivos sin riego, esto le otorga una característica de subhúmedo, variedad de clima templado, llamado también de transición.

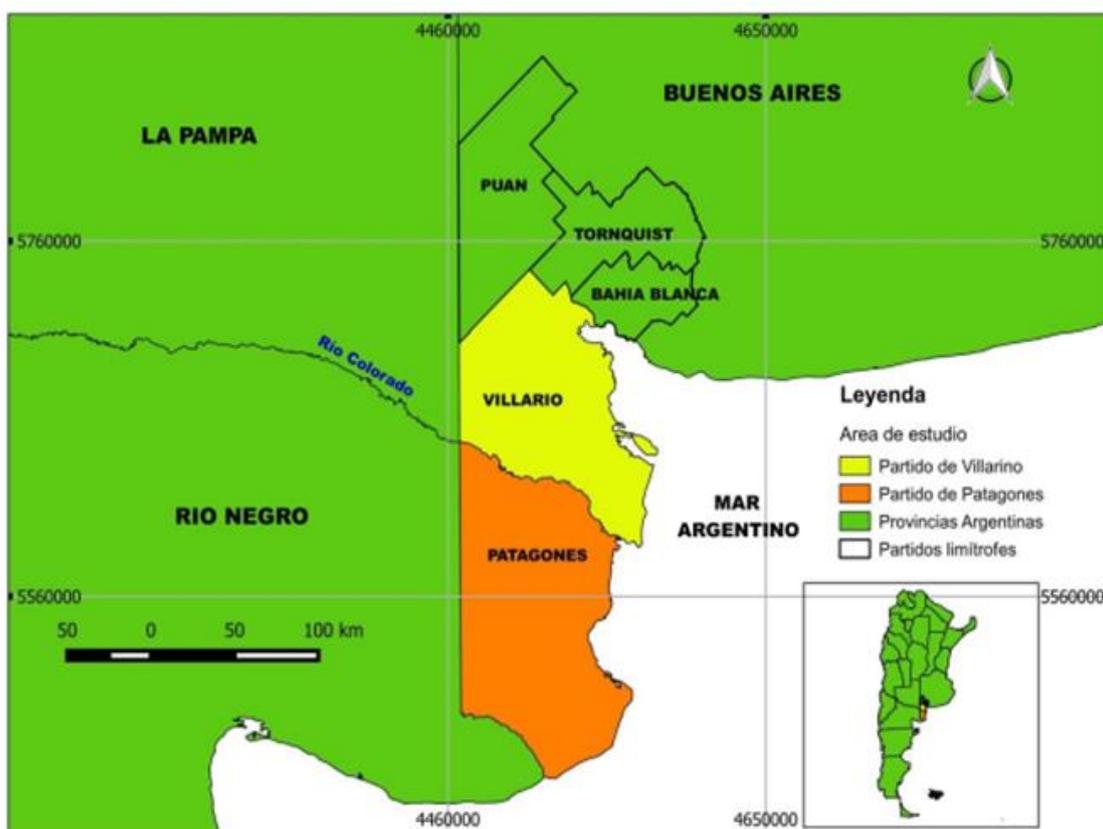


Figura 02: Ubicación geográfica de los partidos de Villarino y Patagones.

Los datos representados en forma de gráficos de barra son de la Estación meteorológica del INTA H. Ascasubi analizados en el periodo 1966-2022, muestran la cantidad de días medios mensuales con heladas meteorológicas a 1,50 m de altura (abrigo meteorológico) y a 0,5 m de la superficie de suelo. (Gráficos 1 y 2). En los gráficos 3 y 4 se representan la cantidad de días con heladas que tuvieron ocurrencia en el año 2022.

Gráfico 1.

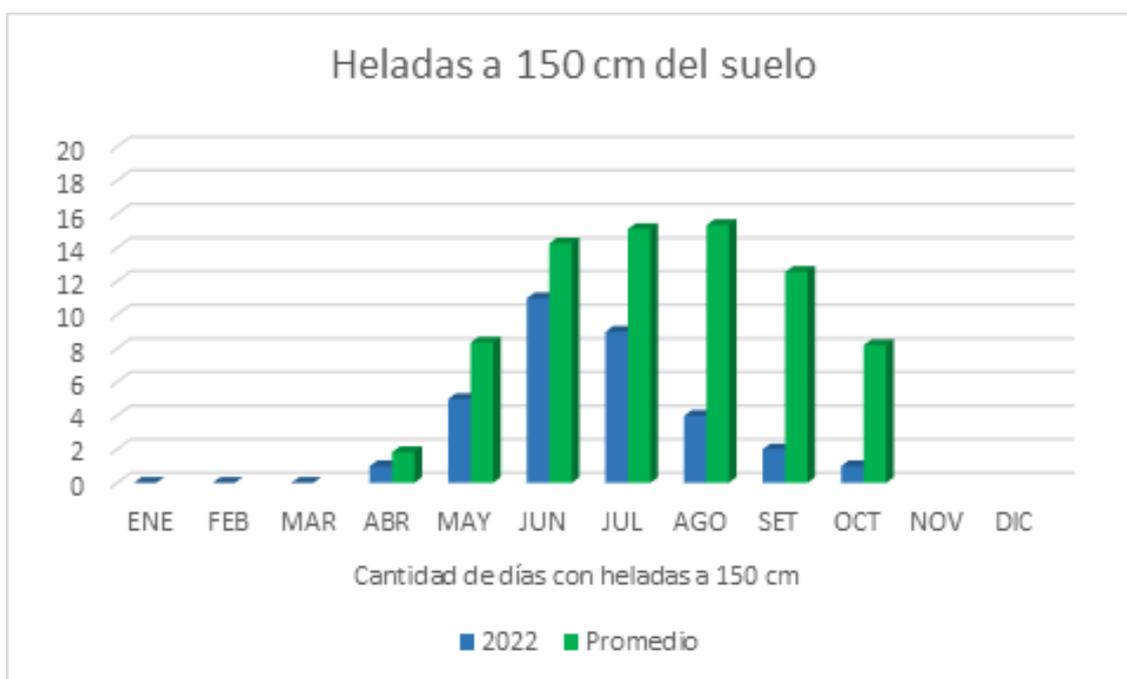
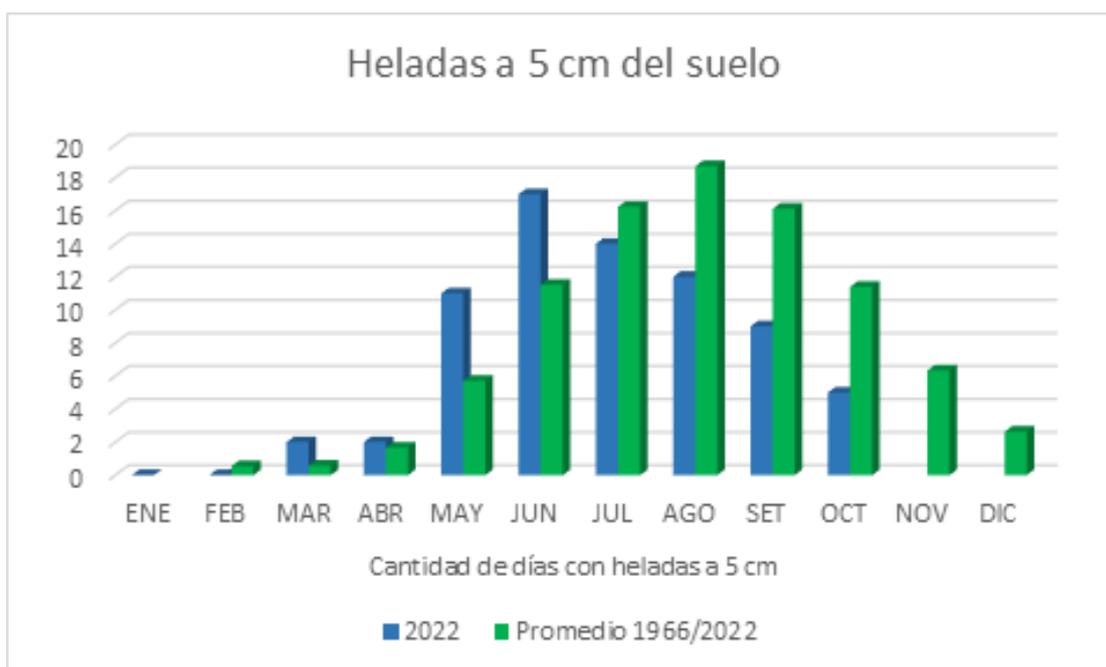


Gráfico 2



Heladas tardías en noviembre 2022. En el área de influencia del INTA Hilario Ascasubi. Provincia de Buenos Aires – Argentina. | Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N° 36 | Diciembre 2022

Situación meteorológica del evento de helada del 22 de octubre 2022

III- Información satelital

A fines de diciembre de 2018 el satélite GOES-R reemplazó al satélite GOES-13 y se convirtió oficialmente en el satélite geoestacionario operativo que observa el Norte y Sur de América, así como también el océano Atlántico, recibiendo la denominación de GOES-16. Este satélite lleva a bordo seis instrumentos de los cuales el Advanced Baseline Imager (ABI) es uno de los principales. Este sensor contiene 16 bandas espectrales o canales, de las cuales dos de ellas se encuentran en la parte visible del espectro, cuatro en el infrarrojo cercano y diez en el infrarrojo.

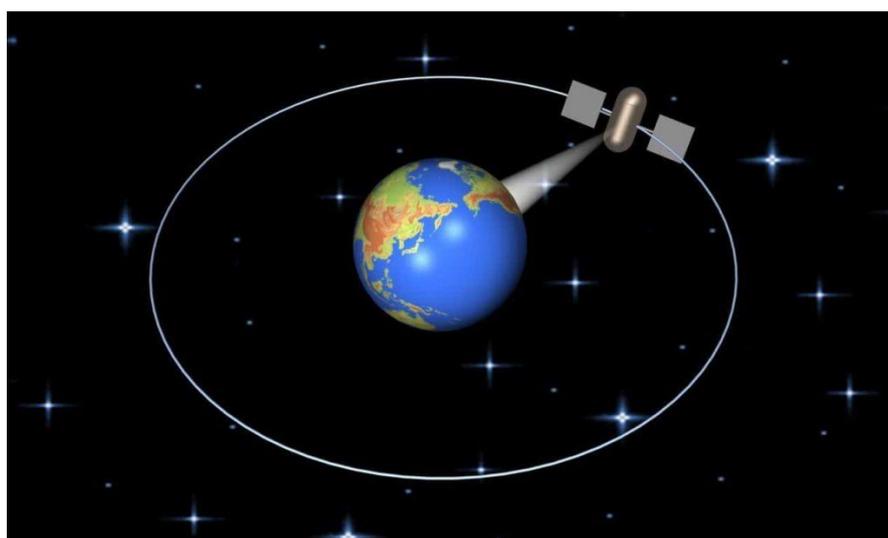
Un producto derivado de los canales infrarrojos del sensor ABI es el de temperatura de la superficie terrestre conocido como "LST Land surface temperature". Es importante tener en claro que esta temperatura es diferente a la registrada en el abrigo meteorológico (1,5 m de altura) esta información se puede relacionar con el impacto de la temperatura en los cultivos.

Debido a la alta frecuencia temporal en la toma de imágenes, el producto de LST produce un dato por hora superando la revisita de los satélites polares y permitiendo a la vez un seguimiento evolutivo del fenómeno de la helada.

Como se mencionó, el GOES-16 al hacer un satélite geoestacionario el cual dista de la tierra a 36.000 km, nos proporciona información valiosa para el seguimiento de las heladas en nuestras latitudes (Figura 3). El producto LST tiene una resolución espacial de 10 km, una resolución temporal de 1 hora y una precisión de 2.5 °C.

Actualmente este producto se encuentra operativo en el sitio: <https://wrf.ohmc.ar/goes/heladas/>

Figura 3. Representación del satélite geoestacionario GOES- 16.



El gráfico 4 muestra la evolución de las temperaturas de superficie inferidas desde el producto LST del satélite GOES-16 para las 24hs del día 22 de octubre de 2022. Es posible observar cómo se fue produciendo el enfriamiento de la superficie en el transcurso de las horas (desde las 0 hasta las 6 hs). Se destaca el enfriamiento de la superficie del suelo en -3°C entre las 0 horas y las 6 hs de la mañana, al mantenerse constante la misma por más de 6 horas, para luego retomar el calentamiento a partir de las 7 horas.

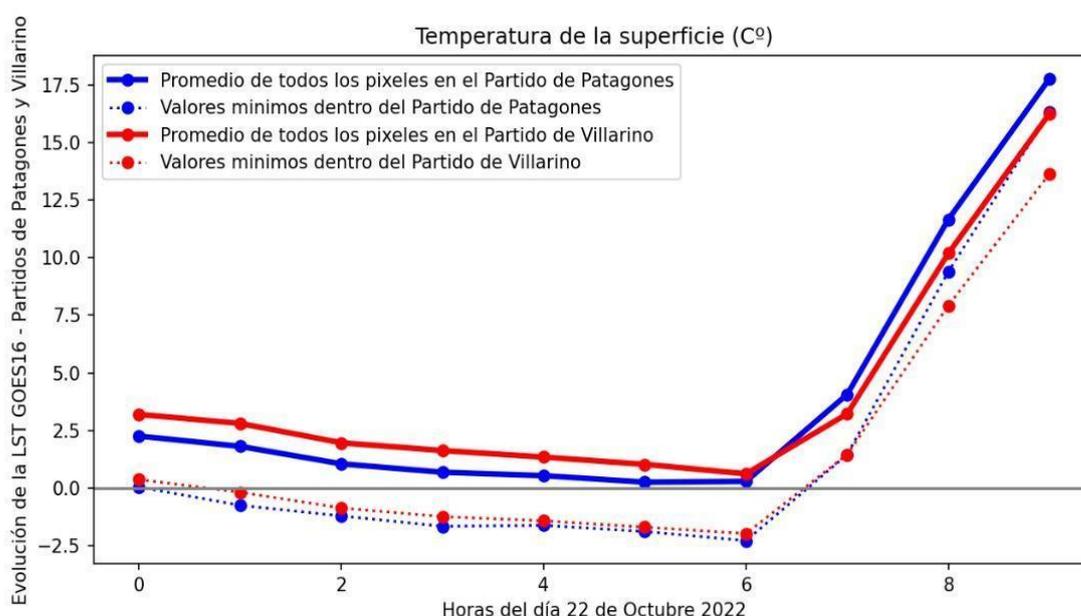


Grafico 4: Evolución de la temperatura de superficie (LST) a lo largo de las horas, el día 22 de octubre de 2022. Las líneas continuas indican la temperatura promedio en cada partido, Villarino (Rojo) y Patagones (Azul). Las líneas punteadas corresponden al menor valor encontrado en cada partido.

En los siguientes mapas (Figura 4) se puede observar la distribución espacial de las temperaturas a la 1.00 AM, a las 4.00 AM y a las 7.00 AM. Las zonas más comprometidas por las bajas temperaturas se localizan en el centro-oeste del Partido de Patagones, alrededor del meridiano central de $63^{\circ} 00'$ de longitud oeste.

Esta situación puede deberse al factor orográfico y quizás a que se evidencia una mayor continentalidad debido a que la influencia marítima (que es la encargada de atenuar y regular las temperaturas) es mucho menor en esa longitud. A través del transcurso de las horas se observa una progresiva baja de las temperaturas principalmente en esa área. También se ve que las temperaturas bajas se van expandiendo y abarcando la zona central de Patagones y centro sur de Villarino.

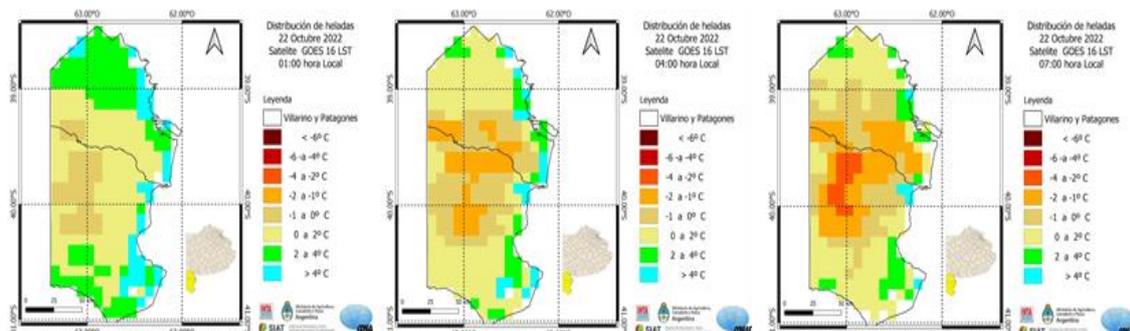


Figura 4: Evolución horaria del gradiente de disminución de temperaturas el día 22 de octubre de 2022. Partidos Villarino y Patagones, Buenos Aires. Fuente: Satélite GOES-16 LST.

En este sentido, la figura 5 muestra la cantidad de horas que una zona permaneció por debajo de los 0°C. Es posible ver que la zona noroeste del partido de Patagones y la zona suroeste del partido de Villarino contabilizaron una mayor cantidad de horas por debajo de 0°C.

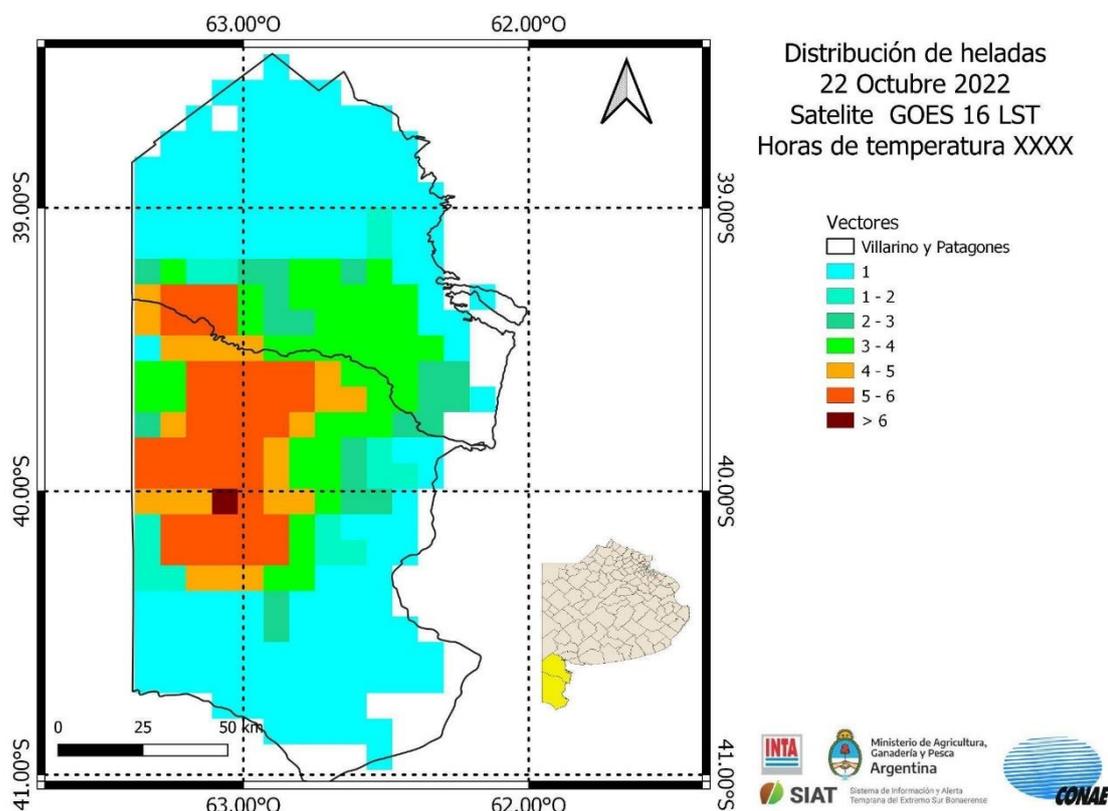


Figura 5: Cantidad de horas en que una superficie permaneció por debajo de los 0°C según el producto LST de GOES-16 del día 22 de octubre de 2022. Partidos de Villarino y Patagones, Buenos Aires.

Heladas tardías en noviembre 2022. En el área de influencia del INTA Hilario Ascasubi. Provincia de Buenos Aires – Argentina. | Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N° 36 | Diciembre 2022

Partido de Patagones

El 22 de octubre de 2022 en la Estación meteorológica del INTA Hilario Ascasubi ubicada en la localidad de Villalonga, se registró una temperatura de $-3,3^{\circ}\text{C}$ a las 7 de la mañana, pero los registros inferiores a 0°C comenzaron a partir de la 1 AM. (Tabla 3).

Tabla 3. Información aportada por la estación meteorológica NIMBUS.

Estación Villalonga Nimbus							
Fecha	Abrigo	Mínima	Máxima	Suelo 10 cm	Precipitación	Humedad Media	Horas río
22Oct	9,4	-3,5	21,3	14,7	0	48	7

Para determinar el estado de los cultivos, se recorrieron sectores del partido observando visualmente los distintos grados de afectación producidos. Se contó la proporción de espigas afectadas dentro del total de espigas, en diferentes sectores de cada lote evaluado. En los trigos más tardíos, en estado fenológico de espiga “embuchada”, se observó la existencia de espigas “atrapadas” en las vainas, con una posible moderada a severa pérdida de rendimiento dependiendo de la disminución en la capacidad de formar granos.

En aquellos lotes que se encontraron en estado de espigazón se observaron aristas desordenadas, en dicho estado, las pérdidas de rendimiento pueden ser muy significativas debido a la esterilidad de las espiguillas expuestas a la helada, interrumpiéndose la formación de granos. (Imagen 2).



Imagen 1: Cultivo de trigo con alta presión de malezas (*Fumaria* sp.). Se observan espigas blancas, producto de la helada en el nudo, lo que interrumpió el flujo de fotoasimilados, por lo que se van deshidratando. Este daño es producido por muy bajas temperaturas. Luego comienzan a quebrarse las cañas por el efecto del viento.

Un alto porcentaje de trigos estaban transitando por el estado de floración. En este estadio la helada causó la parcial o completa infecundidad de las espigas debido a que el tejido de las anteras (parte reproductiva masculina) muere a causa de las bajas temperaturas, donde cortas exposiciones a temperaturas iguales o inferiores a -1°C provocan daños irreversibles, apareciendo fracciones de espigas sin grano formado ocasionando una reducción importante en el rendimiento. Los trigos en estado de grano lechoso, que resultaron ser los menos frecuentes, son levemente dañados durante este estado, pueden crecer hasta alcanzar el tamaño normal, pero a la maduración mostrarán rugosidad o tendrán un desarrollo anormal (grano chuzo). (Tabla 4).

En el caso del resto de los cereales de invierno, se detectaron daños en los cultivos que se encontraban entre elongación del tallo y llenado de granos en el momento en que la temperatura nocturna del aire desciende por debajo de los 2°C . A pesar de encontrar una gran variabilidad en la afectación, las áreas más bajas del lote fueron las más perjudicadas. (Imagen 2).



Imagen 2: Espiga con parte inferior y superior afectada por heladas (color claro). La parte central (color verde) continúa con llenado de granos.

Tabla 4. Lotes evaluados para la determinación de daño y superficie.

Zona	Cultivo	% Daño	Sup. Ha
Ruta 3 Km 894	Trigo	85	115
Ruta 3 Km 894	Avena	10	50
Ruta 3 Km 894	Avena	35	50
Camino Km900	Cebada	85	100
Camino Km900	Triticale	33	100
Camino Km900	Triticale	5	200
Escuela 31	Trigo	85	78
Escuela 31	Centeno	70	5
Escuela 31	Centeno	10	3
Escuela 31	Centeno	10	25
Escuela 31	Trigo	10	170
Escuela 31	Trigo	10	85
Escuela 31	Trigo	0	90
5 Esquinas (Cagliero)	Trigo	0	60
Stroeder	Trigo	0 a 90	60

IV- Conclusiones y recomendaciones

En este trabajo se representó la evolución del descenso de temperaturas que produjeron la situación de helada tardía del día 22 de octubre 2022, ocurrida en los partidos de Villarino y Patagones en la provincia de Buenos Aires. El producto LST del satélite GOES-16 empleados mostraron estar en consonancia con el relevamiento realizado a campo de las áreas afectadas por lo que ha mostrado ser una herramienta muy útil para detectar las áreas más afectadas de ambos partidos.

De los cereales de invierno, el más sensible por su estado fenológico es el centeno, seguido por el trigo. Fueron los cultivos más afectados por la helada tardía, principalmente en el partido de Patagones, donde se produjo el mayor impacto por las bajas temperaturas.

En la región, las heladas tardías son un evento recurrente que puede llegar, en algunos años, hasta el mes de noviembre y pueden suponer un riesgo para la producción agropecuaria por lo que es necesario conocer el régimen de heladas en la región para minimizar los daños producidos por esta adversidad.

VI Bibliografía

CAPELLI DE STEFFENS, A. Y CAMPO DE FERRERAS, A. 1994. La transición climática en el sudoeste bonaerense. Serie Monografías: Sigeo. Bahía Blanca, Argentina.

COMA, C. 2004: Heladas en trigo: Parte I y II Recomendaciones y consecuencias. Red agroeconómica de administración de recursos RADAR.

DE RUYVER R., Denegri M.J., y Oricchio P.A. 2012. "Mapa de riesgo de temperaturas extremas frías para el sur de la provincia de buenos aires usando datos satelitales y de superficie." Meteorológica. CAM ´, vol. 37, no. 1, 2012. 00_FROSTvol1_cover_14FB (fao.org). <https://www.agro.uba.ar/heladas/definiciones.htm>

FAO. 2010. Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía. FAO. <https://www.fao.org/3/y7223s/y7223s.pdf>. ISBN 978-92-5-306504-2

FERNÁNDEZ Long M.E., Barnatán, I., Dominici, C., y Murphy, G. (2016). Información agroclimática de las heladas en la Argentina: generación y uso. Meteorológica,41(2), 7-31. <http://www.scielo.org.ar/pdf/meteoro/v41n2/v41n2a01.pdf>

FERNÁNDEZ Long, M E. et al. CIAG -- Centro de Información Agroclimática - Heladas en la Argentina. Facultad de Agronomía UBA. <https://www.agro.uba.ar/heladas/mapas.htm>

GÓMEZ Dionisio, Carlos Bainotti, José Salines, Beatriz Formica y Jorge Fraschina. Efecto de heladas tardías en trigo. Grupo Mejoramiento de Trigo INTA Marcos Juárez. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_trigo_heladastardias18mj.pdf

https://www.researchgate.net/publication/28136084_Caracterizacion_espacial_del_estres_hidrico_y_de_las_heladas_en_la_region_pampeana_a_partir_de_informacion_satelital_y_complementaria

<https://infoagronomo.net/que-son-las-heladas-definiciones/>

LIGHEZZOLO A. et al., "Implementation of an operative remote sensing frost product based on GOES-16 satellite," 2020 IEEE Congreso Bienal de Argentina. (ARGENCON), 2020, pp. 1-7, doi: 10.1109/ARGENCON49523.2020.9505564-

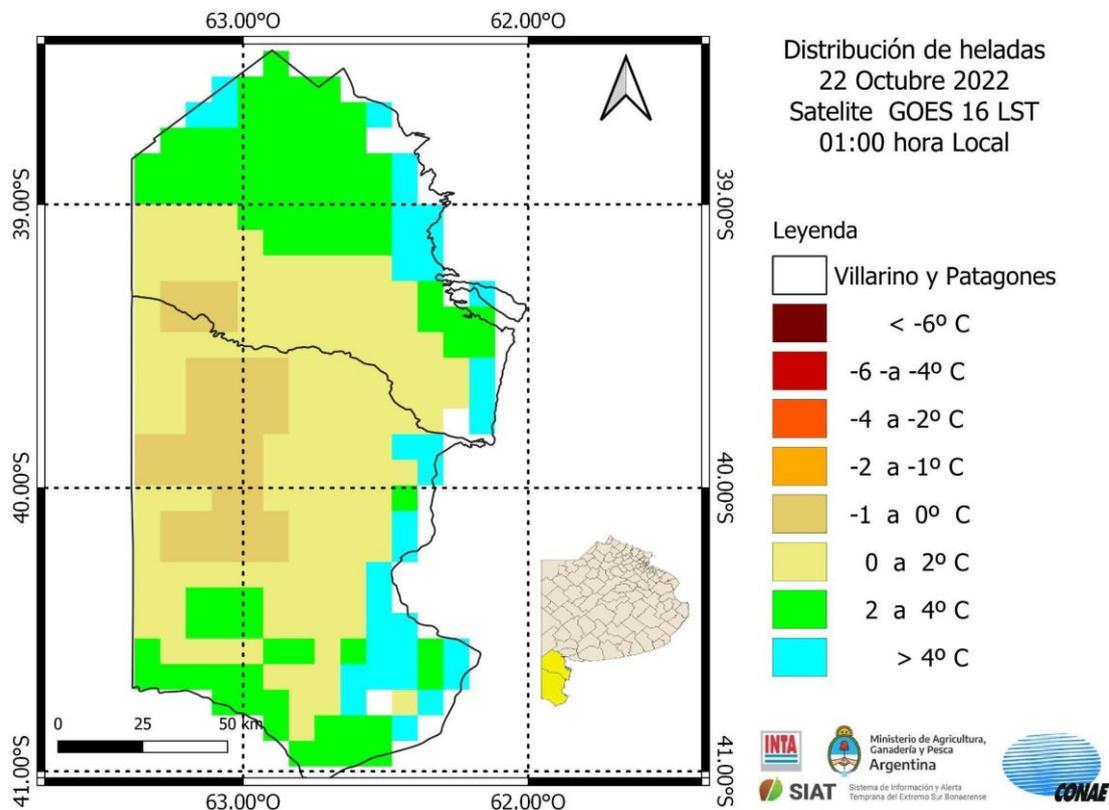
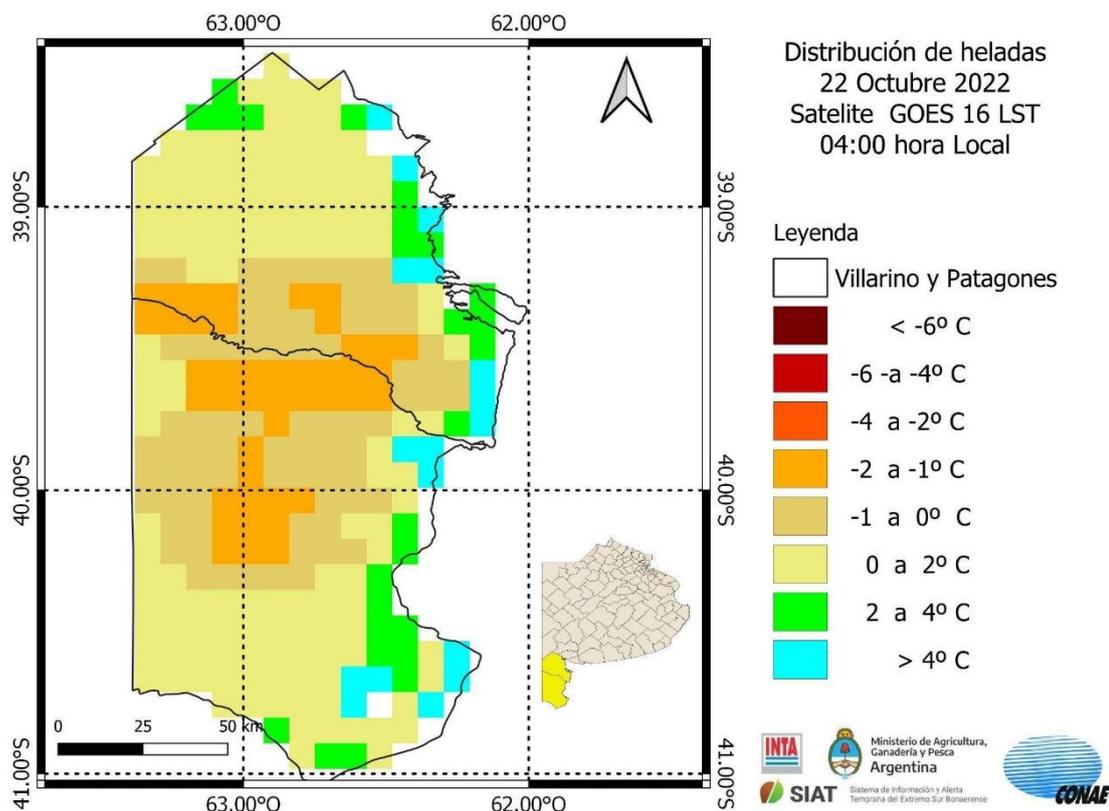
PASCALÉ, A; Damario E 2004 Bioclimatología agrícola y agroclimatología. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

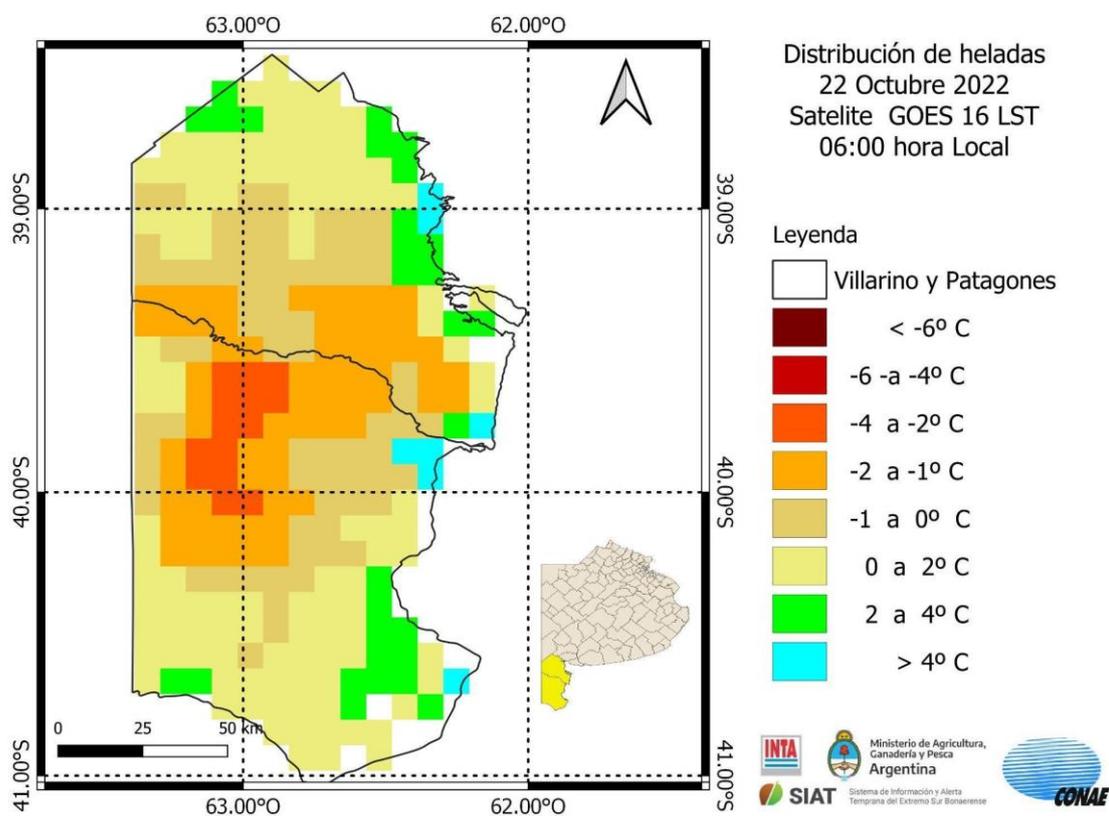
SÁNCHEZ, R. 2014. Historia de la evolución de las condiciones ambientales de los partidos bonaerenses Villarino y Patagones. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27823/Documento_completo.pdf?sequence=1

STRASCHNOY, J. V.; DI BELLA, C. M.; JAIMES, F. R.; ORICCHIO, P. A.; REBELLA, C. M. 2006. Caracterización espacial del estrés hídrico y de las heladas en la región pampeana a partir de información satelital y complementaria. RIA, 35 (2): 117-141 ISSN 0325 – 8718. Agosto 2006.

ZURA, G. 2022 Base de datos de Agrometeorología. EEA Hilario Ascasubi. INTA.

Anexo I





Anexo II

Definiciones

- Helada meteorológica: desde el punto de vista meteorológico se considera helada a todo descenso térmico **igual o inferior a 0° C** medido en **abrigo meteorológico**. (Ver Fernández Long *et al.*, 2013).
- Helada agrometeorológica: se define 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. (Ver Fernández Long *et al.*, 2013).
- Fechas de primera (FPH): se considera primera helada o helada temprana a aquella ocurrida antes del 15 de julio. Si en un año en particular no ocurrieran temperaturas menores a 0 °C (ó 3 °C, en el caso de heladas agrometeorológicas) antes del 15 de julio, se considera que para ese año y en esa localidad no hubo primera helada; pudiendo de esta forma, registrarse última helada y no primera. En estos casos, la fecha media de primera helada, y todas las fechas con una probabilidad determinada, se modifican por un coeficiente (Ver Fernández Long *et al.*, 2013).
- Fechas de última (FUH): se considera última helada o helada tardía a aquella ocurrida después del 15 de julio. Si en un año en particular no ocurrieran temperaturas menores a 0 °C (ó 3 °C, en el caso de heladas agrometeorológicas) después del 15 de julio, se considera que para ese año y en esa localidad no hubo última helada; pudiendo de esta forma, registrarse primera helada y no última. En estos casos, la fecha media de última helada, y todas las fechas con una probabilidad determinada, se modifican por un coeficiente (Ver Fernández Long *et al.*, 2013).