

CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN DE HELADAS METEOROLÓGICAS Y AGROMETEOROLÓGICAS EN BALCARCE (ARGENTINA) EN EL PERÍODO 1970-1999

M.G. MONTERUBBIANESI¹ y M.G. CENDOYA¹ (*ex aequo*)

Recibido: 21/12/00

Aceptado: 11/04/01

RESUMEN

Se caracterizó el régimen de heladas meteorológicas y agrometeorológicas de la localidad de Balcarce, para el período 1970-1999, en escala anual, mensual y decádica, a través de estadísticos descriptivos y gráficos. Se ajustaron curvas de tendencia en las fechas de primera y última helada a lo largo de los años observándose para la última década un atraso en la fecha de primera helada y un adelanto en la fecha de última helada. Este comportamiento trajo aparejada una tendencia creciente ($p < 0,05$) de la longitud del período libre de heladas a través de los años. El número de heladas también disminuyó en el tiempo de forma que la proporción de días con heladas durante el período con heladas no evidenció tendencia ($p > 0,05$), manteniéndose constante alrededor del 34% para las agrometeorológicas y alrededor de 19% para las meteorológicas. Se descartó el efecto de las fases del ENOS como factor de explicación de los cambios en las fechas extremas de heladas y en la proporción anual de heladas ($p > 0,10$).

Palabras claves. Heladas meteorológicas, heladas agrometeorológicas, período libre de heladas, fechas de primera y última helada, ENOS.

CHARACTERIZATION OF METEOROLOGICAL AND AGROMETEOROLOGICAL FROSTS REGIMEN AT BALCARCE (ARGENTINA) DURING THE PERIOD 1970-1999

SUMMARY

The meteorological frost regimen is characterized, in the zone surrounding Balcarce, in yearly, monthly and ten-day period scale, by using descriptive statistics and graphs. The yearly occurrence of first and last frost is graphed according to the year and tendency curves are fitted, showing in the last decade, a delay in the first frost and an earlier occurrence of the last frost. This behavior implies a significant growing tendency in the length of the frost-free period ($p < 0.05$). The total number of frost in a year decreased such that the proportion of the days with frost, during the period, with frosts does not exhibit any tendency ($p > 0.05$), staying constant around 34% for agrometeorological frosts and around 19% for meteorological frosts. The changes in the extremes dates for frost and in the annual proportion of frost can not be explained by the phenomena of ENSO ($P > 0.10$).

Key words. Meteorological frosts, agrometeorological frosts, frost-free period, dates of first and last frost, ENSO

INTRODUCCIÓN

Las heladas provocan graves daños a la agricultura, dependiendo de su intensidad y del estado de desarrollo del cultivo, llegando a producir pérdidas significativas en la producción. Las características generales del régimen de heladas en

el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, indican como de baja peligrosidad las heladas estivales e invernales y de moderada o alta peligrosidad las primaverales y otoñales (Irigoyen, 1993). Esto se debe a que si bien las heladas tempranas y tardías suelen ser de baja intensidad se

¹Cátedra de Estadística y Diseño, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP. Ruta Nacional 226 km. 73.5. 7620 Balcarce. e-mail: gmonteru@balcarce.inta.gov.ar, gcendoya@balcarce.inta.gov.ar.

producen en los momentos de mayor susceptibilidad de los cultivos. En particular, para esta zona, la ocurrencia de heladas se considera de alta peligrosidad en el mes de noviembre para los cultivos de cosecha fina y gruesa sembrados en las épocas usualmente recomendadas. Surge entonces la necesidad de caracterizar el número de heladas primaverales y otoñales.

La relación entre el número de heladas y la duración del período con heladas permite caracterizar (en duración e intensidad) el rigor del período de riesgo para los cultivos.

En particular para la localidad de Balcarce la serie de datos de temperaturas mínimas disponible es de los últimos 30 años (1970-1999). La duración de la serie no tiene un tamaño suficiente como para predecir probabilísticamente la ocurrencia de heladas en ciertos períodos, sin embargo, a través de una descripción exhaustiva y de un análisis estadístico apropiado de la información disponible es posible comprender el comportamiento del régimen de heladas en Balcarce y sus cambios en el tiempo.

Cousillas y Vidal (1981) estudiaron el régimen de heladas agrometeorológicas en Balcarce empleando valores de temperaturas horarias obtenidos en la EEA Balcarce durante el período 1969-1978. Más recientemente Irigoyen (1993) estudió la ocurrencia de heladas, a partir de las temperaturas mínimas, en la zona centro-sudeste de la Provincia de Buenos Aires incluyendo la localidad de Balcarce en el período 1971-1990.

Los cambios climáticos que se han detectado a escala mundial, también podrían afectar al régimen de heladas y es por ello que se debe analizar la evolución en el tiempo de las variables que lo caracterizan.

Es usual explicar los cambios en las variables climáticas considerando el posible efecto El Niño Oscilación del Sur (ENOS). Las tres fases del ENOS, cálida (W, niño), fría (C, niña) y neutra (N), están determinadas por fenómenos climáticos ocurridos en el océano Pacífico. Para esta zona, muy próxima al océano Atlántico, es posible que estas fases no afecten significativamente su régimen climático.

Los objetivos de este trabajo son, extender la caracterización del régimen de heladas para la localidad de Balcarce, al período 1970-1999, analizar los cambios en el tiempo del mismo incorporando el estudio del posible efecto del ENOS y mostrar la

aplicación de diversas metodologías estadísticas para el análisis de este tipo de información.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio del régimen de heladas en Balcarce se utilizó la serie histórica de datos diarios de temperaturas mínimas obtenidas en la estación agrometeorológica de la EEA INTA Balcarce (37° 45' S, 58° 18' O) en el período 1970 - 1999.

Se definió como helada meteorológica (HM) a la ocurrencia de una temperatura mínima diaria que no supere los 0°C a 1,5 m de altura en abrigo meteorológico. También se definió como helada agrometeorológica (HA), a la ocurrencia de una temperatura mínima diaria no superior a 3°C a 1,5 m de altura en abrigo meteorológico, ésta es de interés pues equivale a 0°C o menos a la intemperie en superficie según Hirschhorn (Burgos, 1963). Así se caracterizaron y analizaron tanto las heladas me-teorológicas como las agrometeorológicas.

El número de heladas mensuales se caracterizó mediante estadísticos descriptivos (media, mediana, mínimo, máximo y desvío estándar).

La disposición temporal de la proporción mensual de heladas se mostró mediante gráficos bidimensionales, cuyos ejes coordenados corresponden al año y mes, y las proporciones observadas se representan con diferente intensidad color.

Como una aproximación al estudio de la intensidad se clasificaron las heladas por la temperatura mínima alcanzada en, severas ((-6°C, -3°C]), moderadas ((-3°C, 0°C]) y suaves ((0°C, 3°C]). Notar que las heladas suaves sólo corresponden a las agrometeorológicas. Para aquellos decadios donde se observaron heladas, éstas se clasificaron en las tres categorías anteriores. Con particular interés se discutió lo ocurrido en los períodos de mayor susceptibilidad de los cultivos a las heladas, por ejemplo los correspondientes a floración para trigo y avena, implantación para maíz, girasol y papa y tubercización para papa.

Mediante estadísticos simples (media, mediana, mínimo y máximo) e histogramas se describieron las distribuciones de las fechas extremas (primera y última) de ocurrencia de heladas. El ajuste a una distribución normal de las mismas fue analizado mediante la prueba de Shapiro-Wilk (Conover, 1980, pág. 363).

La ocurrencia diaria de heladas en la serie 1970-1999 se representó en gráficos similares a los utilizados para la proporción mensual, donde ahora la variable graficada es la presencia o ausencia de helada. La evolución a lo largo de los años de las fechas extremas de heladas, primera y última, se mostró en dichos gráficos mediante curvas de tendencia ajustadas por el método de

suavizado por mínimos cuadrados ponderados (Venables y Ripley, 1999). La visualización simultánea de ambos ajustes permite apreciar la longitud del período con heladas, y en consecuencia el período libre de heladas, como así también sus cambios en el tiempo.

Se consideró período libre de heladas a aquel que comienza el día posterior a la última helada del año y finaliza el día anterior a la primera helada del año siguiente. Por lo tanto se dispuso de la información de 29 períodos libre de heladas desde 1970-71 a 1998-99.

A través de gráficos de líneas se mostró la variación en los años de: la duración del período con heladas, el número de heladas anuales y la relación entre ambos mediante el porcentaje de heladas en el período. La tendencia de esta última variable se analizó mediante la prueba no paramétrica para tendencia de Cox y Stuart (Conover, 1980, pág. 133).

Para el análisis de la duración del período libre de heladas se utilizaron las mismas metodologías, gráfica y analítica, presentadas en el párrafo anterior. Utilizando también en este caso, para el análisis de la tendencia, una versión más eficiente de la prueba de Cox y Stuart (Conover, 1980, pág. 138) la cual descarta el tercio central de la serie de datos.

Las fases del ENOS utilizadas son las determinadas según la clasificación de Ropelewski y Halpert (1987, 1986). Según esta clasificación un período que comienza

el 1° de Julio de un año y finaliza el 30 de Junio del año siguiente corresponde a alguna de estas tres fases. El número de días con y sin heladas en cada fase del ENOS se dispuso en una tabla de contingencia. Se compararon las proporciones de heladas correspondientes a cada fase, mediante la prueba de Chi-cuadrado para homogeneidad de proporciones (Conover, 1980, pág. 153). La comparación de las fechas extremas medias entre las fases del ENOS se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA). Por otro lado para validar los resultados obtenidos con esta prueba, ante la posible falta de normalidad de las variables analizadas, se realizó la prueba no paramétrica de medias de Kruskal Wallis (Conover, 1980, pág. 229).

En cada prueba de hipótesis realizada se presentó el nivel de significación observado (p) o valor p . La hipótesis nula correspondiente fue rechazada cuando dicho valor fue menor que el nivel de significación fijado, 0,05 en general ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro N° 1, se presentan estadísticos descriptivos del número de heladas por mes y en la Figura 1 la distribución de las proporciones mensuales de heladas a través de los años.

Cuadro N° 1. Estadísticos descriptivos para el número de heladas, en el período 1970-1999 en Balcarce, clasificadas por mes.

MES	Agrometeorológicas					Meteorológicas				
	Mín	Media	Me	Máx	Desvío	Mín	Media	Me	Máx	Desvío
Enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Febrero	0	0,07	0	1	0,25	0	0	0	0	0
Marzo	0	0,03	0	1	0,18	0	0	0	0	0
Abril	0	1,50	1,0	6	1,55	0	0,07	0	1	0,25
Mayo	1	7,53	7,0	22	4,82	0	1,57	1	7	1,94
Junio	7	14,93	15,0	27	5,16	0	4,97	4	14	3,56
Julio	7	17,00	16,5	28	4,93	0	7,27	7	15	3,69
Agosto	3	14,43	14,5	24	4,71	0	5,57	6	12	3,32
Setiembre	4	10,23	11,0	16	3,43	0	3,20	3	7	2,14
Octubre	1	4,57	4,0	11	2,56	0	0,90	0	5	1,35
Noviembre	0	2,00	2,0	5	1,58	0	0,10	0	1	0,31
Diciembre	0	0,33	0	2	0,66	0	0	0	0	0

Mín: Mínimo, Me: Mediana, Máx: Máximo

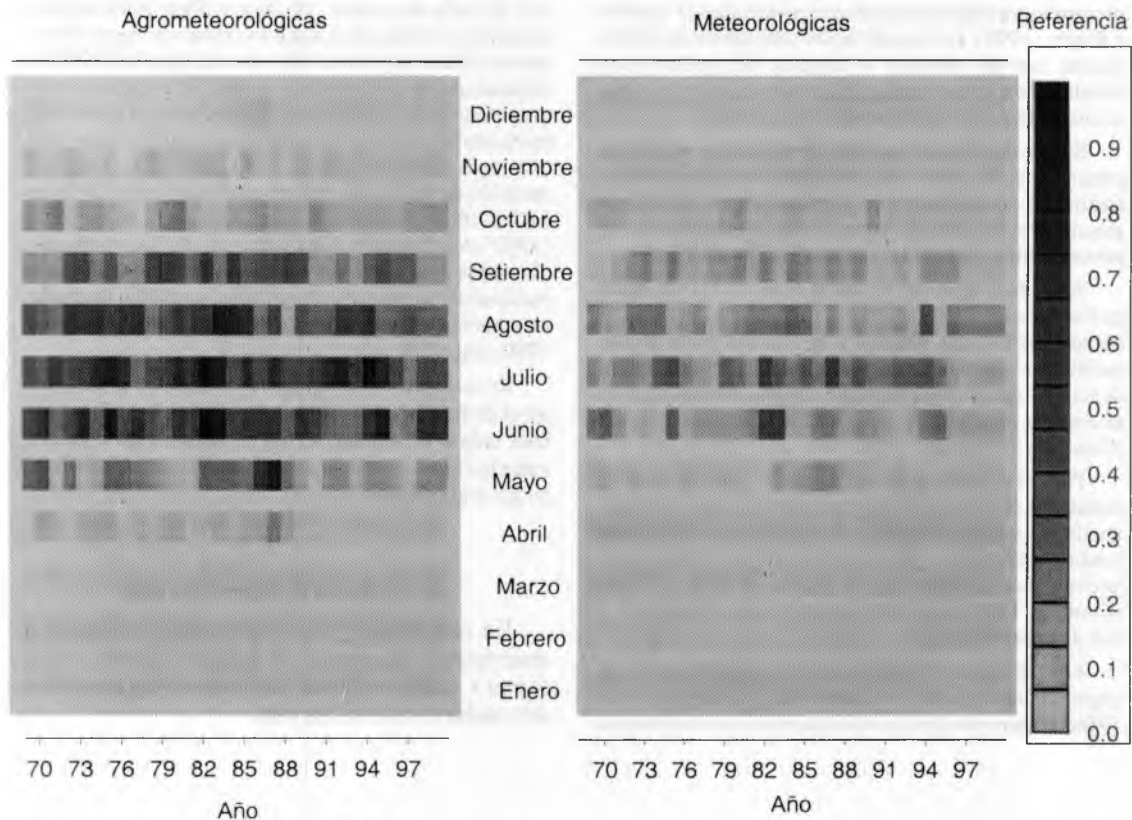


Figura 1. Proporción mensual de heladas

A partir del Cuadro N° 1 se puede advertir que no en todos los años se produjeron temperaturas bajo cero o cero en los meses de invierno (junio, julio y agosto) si bien los valores promedios y medianos se encuentran para esos meses entre 5 y 7 heladas (HM). Pudiéndose notar que los años en los cuales no ocurrieron heladas en alguno de los meses invernales corresponden en su mayoría a la década del '90 (junio de 1975 y 1993, julio de 1998, agosto de 1994 y 1996, Figura 1). El mayor número de heladas (HM) en los meses invernales se produjeron en los años 1984 para junio, 1983 para julio y 1995 para agosto (Figura 1).

Con particular interés de observar la ocurrencia e intensidad de las heladas en los distintos momentos críticos de los cultivos a las mismas en el Cuadro N° 2 se desglosó la información de valores medios dados en el Cuadro N° 1 en escala decádica y se clasificó dentro del decadio según la temperatura mínima alcanzada.

En la serie de temperaturas mínimas no se observaron valores menores a los -6°C . Las heladas consideradas como severas (-6°C , -3°C) se concentraron, como era de esperar, mayoritariamente en la estación invernal o en los decadios inmediatos anterior y posterior (Cuadro N° 2). En los dos primeros decadios de mayo (otoño) se produjeron en promedio 0,10 heladas severas (Cuadro N° 2) esto puede interpretarse como 1 helada cada 10 años, pero en particular la ocurrencia de éstas se concentró en la década del '80.

En esta zona es frecuente que los cultivos de mayor importancia económica (trigo, maíz, papa, etc.) encuentren su período crítico a las heladas en algún decadio del mes de noviembre. En este mes no se observaron heladas severas, mientras que las moderadas ocurrieron en los dos primeros decadios (1 cada 10 años). Para el mismo mes hubo aproximadamente, en promedio, una helada suave por año en

Cuadro N° 2. Media del número de heladas por decadio y temperatura mínima (°C) alcanzada.

Mes	Decadios	Heladas					
		Severas (-6, -3]	Moderadas (-3, 0]	Suaves (0, 3]	Agrometeorológicas	Meteorológicas	
Mar.	Tercero	0	0	0,03	0,03	0	Otoño
Abril	Primero	0	0	0,23	0,23	0	
	Segundo	0	0,03	0,50	0,50	0,03	
	Tercero	0	0,03	0,70	0,73	0,03	
Mayo	Primero	0,03	0,33	1,83	2,20	0,37	
	Segundo	0,07	0,40	1,43	1,90	0,47	
	Tercero	0	0,73	2,70	3,43	0,73	
Junio	Primero	0	1,57	3,17	4,73	1,57	
	Segundo	0,17	1,60	3,30	5,07	1,77	
	Tercero	0,23	1,40	3,50	5,13	1,63	
Julio	Primero	0,33	2,13	3,47	5,93	2,47	Invierno
	Segundo	0,43	2,03	3,10	5,57	2,47	
	Tercero	0,23	2,10	3,17	5,50	2,33	
Agosto	Primero	0,33	2,13	2,57	5,03	2,47	
	Segundo	0,07	1,50	3,30	4,87	1,57	
	Tercero	0,13	1,40	3,00	4,53	1,53	
Septiem.	Primero	0,10	1,40	2,63	4,13	1,50	
	Segundo	0	1,13	2,17	3,30	1,13	
	Tercero	0,07	0,50	2,23	2,80	0,57	
Octubre	Primero	0	0,57	1,67	2,23	0,57	Primavera
	Segundo	0	0,20	0,90	1,10	0,20	
	Tercero	0	0,13	1,10	1,23	0,13	
Nov.	Primero	0	0,03	0,97	1,00	0,03	
	Segundo	0	0,07	0,47	0,53	0,07	
	Tercero	0	0	0,47	0,47	0	
Dic.	Primero	0	0	0,17	0,17	0	
	Segundo	0	0	0,10	0,10	0	
	Tercero	0	0	0,07	0,07	0	

el primer decadio, una cada dos años en el segundo y otra cada dos años en el tercero (Cuadro N° 2). También se observó que un 20% de los años analizados no registraron heladas en dicho mes.

En la caracterización del régimen de heladas es importante ubicar los momentos de ocurrencia de las primeras y últimas heladas. Las distribuciones de las fechas de primera y última helada se muestran mediante histogramas y estadísticos descriptivos (Figuras 2.a. y 2.b). Mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk no se encontraron evidencias para rechazar la hipótesis de distribución normal para ninguna de las

fechas extremas (primera y última) tanto para heladas HM ($p=0,52$ y $p=0,61$) como HA ($p=0,11$ y $p=0,82$). Este resultado avala la utilización de algunas pruebas estadísticas que asumen dicha distribución. No obstante esto no implica afirmar que las distribuciones de las fechas de primera y última helada sean normales, más aún, puede notarse en algunos de los histogramas, una leve asimetría negativa (fechas tempranas alejadas del centro).

Para caracterizar la variabilidad de las fechas extremas se consideró el rango, definido como la diferencia entre el valor máximo y mínimo observa-

dos. Así, para fecha de primera helada HA se obtuvo un rango de 91 días, para la fecha de última helada fue de 74 días, mientras que para HM estos rangos fueron de 78 días y 106 días, respectivamente. Cabe destacar que las fechas tardías de primera helada

(HA y HM) y la fecha temprana de última helada para HM corresponden a años de la última década (Figuras 2.a y 2.b).

En el Cuadro N° 3 se presentan estadísticos descriptivos para el período libre de heladas, pudién-

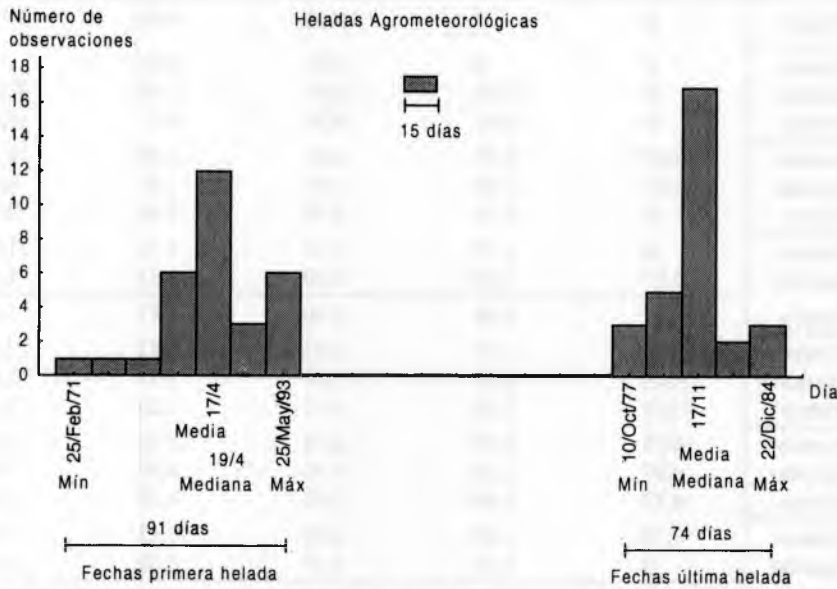


Figura 2.a. Histogramas de distribución de fechas de primera y última helada agrometeorológica

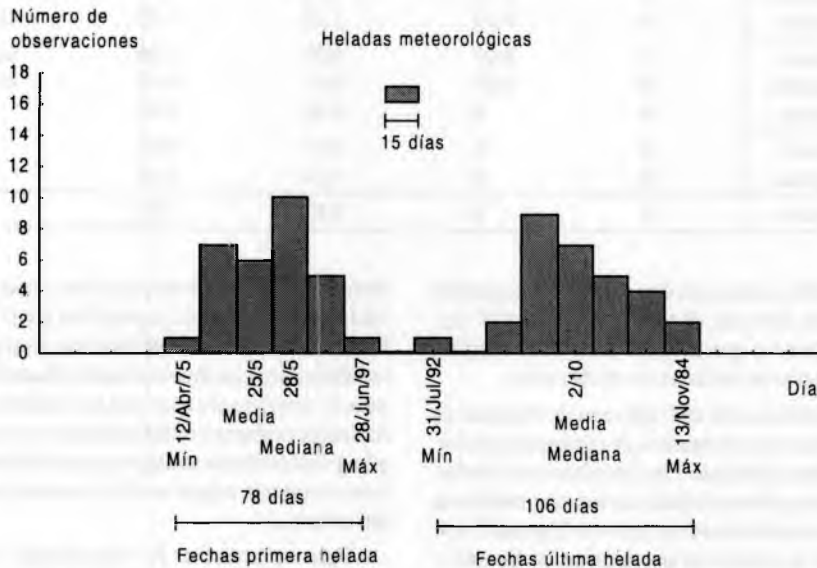


Figura 2.b. Histogramas de distribución de fechas de primera y última helada meteorológica

dose observar que la duración promedio y mediana de los mismos es superior a 5 meses para las heladas HA y levemente inferior a 8 meses para las heladas HM. Notar que las máximas duraciones

ocurrieron en la última década, coincidiendo con lo ya observado para fechas extremas.

En las Figuras 3.a y 3.b se muestra la ocurrencia diaria de heladas. Se observa la ausencia de heladas

Cuadro N° 3. Estadísticos descriptivos para la duración del período libre de heladas.

	Agrometeorológicas		Meteorológicas	
	duración (días)	Período	duración (días)	Período
Media	152,4		235,1	
Mediana	152	(72-73,73-74)	234	(91-92)
Mínimo	72	(70-71)	167	(84-85)
Máximo	212	(91-92)	299	(93-94)

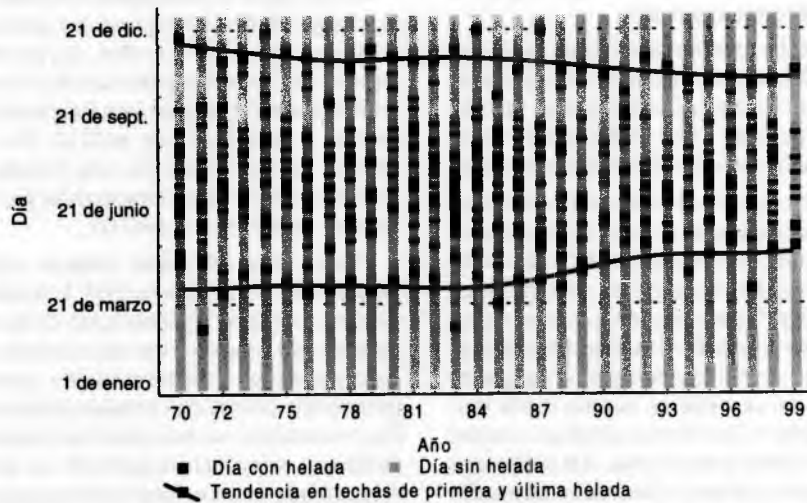


Figura 3.a. Ocurrencia de heladas agrometeorológicas

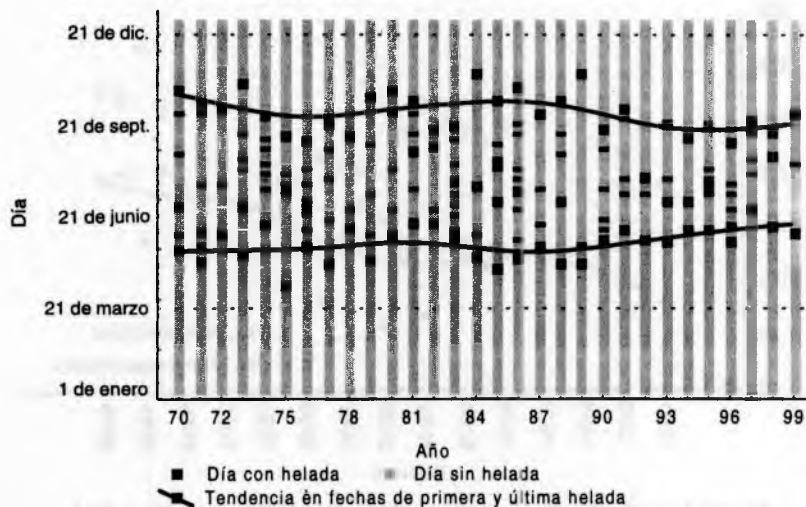


Figura 3.b. Ocurrencia de heladas meteorológicas

en los meses estivales, excepto para las heladas HA tempranas ocurridas el 25 febrero de 1971 y el 27 de febrero de 1983 y las tardías ocurridas el 22 diciembre de 1984 y 21 de diciembre de 1987. A través de las líneas de tendencias ajustadas a las fechas extremas, se evidencia un acortamiento en el período con heladas, más marcado en la última década, implicando esto un alargamiento del período libre de heladas. Llevando el período libre de heladas HM de la última década a una duración promedio de 267 días, 1,2 veces la duración promedio de las dos décadas anteriores y para las HA una duración promedio de 190 días, 1,4 veces la duración promedio de las dos décadas anteriores.

En forma similar, este atraso en la fecha de primera helada y adelanto en la fecha de última helada también fue observado por Damarío *et al.* (1996), comparando el período 1961-1990 con el 1921-1967, para varias localidades del territorio nacional.

El adelanto en la fecha de última helada en los últimos años indicaría que el mes de noviembre tiende a ser excluido del período con heladas. Debe notarse entonces que los resultados mostrados en los Cuadros N° 1 y 2, para este mes, si bien representan a la serie en promedio no son buenos indicadores del número de heladas a esperar, ya que en esos promedios no se tiene en cuenta dicha tendencia. Discriminando la información de noviembre por décadas se evidencia este hecho. Así se observó en noviembre, para la primera década un promedio

de 2,8 ($\pm 1,8$, desvío estándar) heladas HA, para la segunda década de 2,3 ($\pm 1,3$) y para la última de 0,9 (± 1). También se observó esta disminución en cada uno de los decadios de noviembre, siendo más marcada en los dos últimos decadios del mes, pues en éstos pasó de 0,7 heladas por decadio antes de 1990 a 0,1 heladas por decadio en la última década. Para el número de heladas HM, los promedios fueron de 0,1 ($\pm 0,3$) y de 0,2 ($\pm 0,4$) para las dos primeras décadas, '70 y '80 respectivamente, mientras que en la última no se registró ninguna helada meteorológica.

En la figura 4, puede apreciarse más claramente la evolución de la longitud del período libre de heladas a través de los años. La prueba no paramétrica de Cox y Stuart detectó la existencia de una tendencia creciente para esta longitud para HA con $p < 0,05$ y para HM con $p < 0,10$. No obstante la versión más eficiente de esta prueba detectó la tendencia creciente en longitud del período libre de heladas para HM con $p < 0,05$.

En la Figura 5 puede notarse, tanto para las heladas HA como para las HM, la tendencia decreciente a través de los años tanto de la longitud del período con heladas como del número de heladas. Esto generó un comportamiento constante de la proporción de días con heladas dentro del período. En consistencia con esta observación no se encontró evidencia significativa ($p > 0,05$, en ambos casos) de una tendencia creciente o decreciente a través de

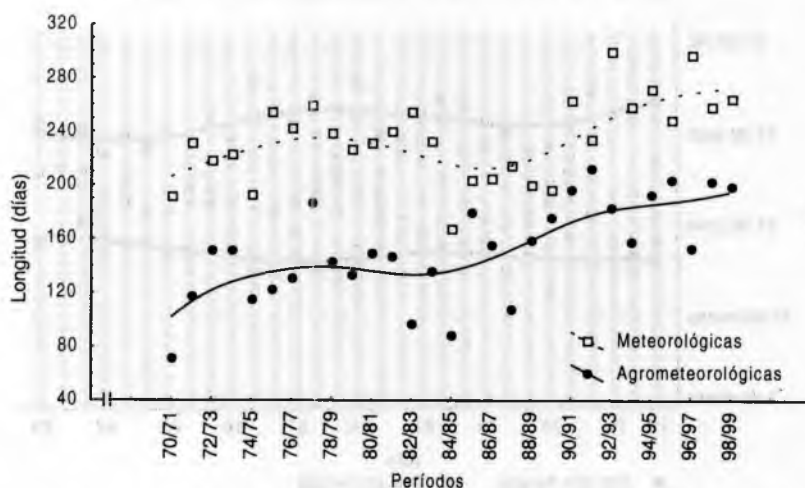


Figura 4. Evolución de los períodos libres de heladas para HA y HM

los años para esta variable, mediante la prueba no paramétrica de Cox y Stuart. Con lo cual, a pesar del acortamiento del período con heladas la frecuencia relativa en el mismo no se modificó significativamente de un año a otro, manteniéndose alrededor de un 34% ($\pm 6\%$) para el régimen de heladas HA, es decir dentro del período con heladas se esperan 34 heladas HA por cada 100 días. Comportamiento que se repitió en las heladas HM manteniéndose la ocurrencia de éstas alrededor de 19% ($\pm 7\%$) dentro del período con heladas.

En los Cuadros N° 4.a y 4.b. se muestran las proporciones anuales de ocurrencia de heladas clasificadas en las 3 categorías definidas según las fases del ENOS. Mediante la prueba de chi-cuadrado para homogeneidad de proporciones no se evidenció efecto del ENOS en dichas proporciones ($p=0,11$ para HA y $p=0,60$ para HM).

La proporción anual de días con heladas HA, a través de todos los años y para cualquiera de las fases del ENOS fue estimada en 19,90% y para HM en 6,47%. Sin embargo, es importante recordar que

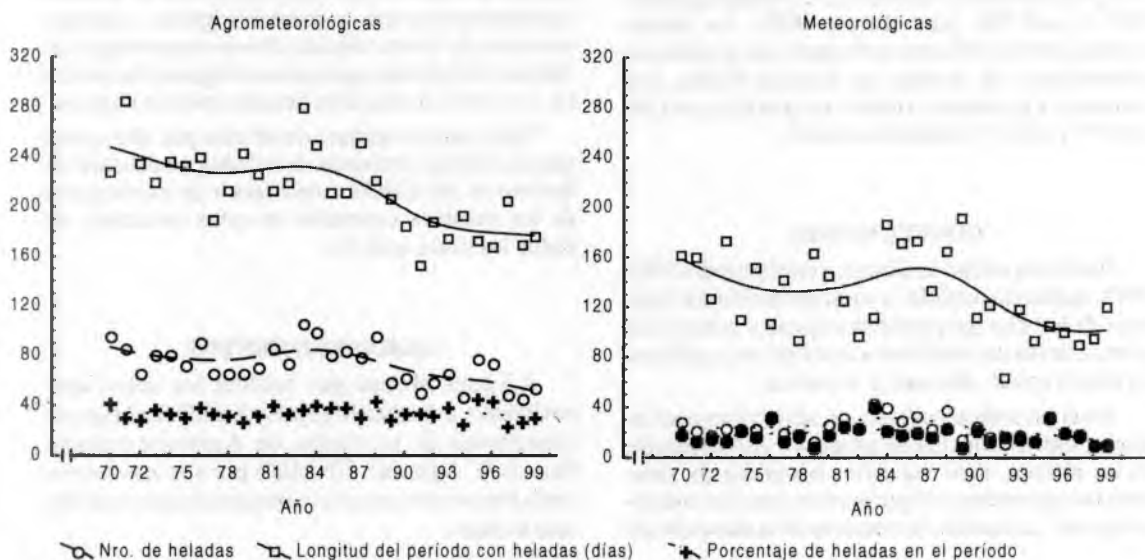


Figura 5. Comparación de la evolución del total anual de heladas, la longitud del período con heladas y el porcentaje de heladas en el mismo, para las HA y HM.

Cuadro N° 4.a. Número y porcentaje de días con y sin heladas agrometeorológicas dentro de cada fase del ENOS

		Fases ENOS			Total
		C	N	W	
Ocurrencia de heladas	No	2156 78,71%	4406 80,47%	2209 80,74%	8771 80,10%
	Sí	583 21,29%	1069 19,53%	527 19,26%	2179 19,90%
Total		2739 100%	5475 100%	2736 100%	10950 100%

Cuadro N° 4.b. Número y porcentaje de días con y sin heladas meteorológicas dentro de cada fase del ENOS

		Fases ENOS			Total
		C	N	W	
Ocurrencia de heladas	No	2551 93,14%	5131 93,72%	2559 93,53%	10241 93,53%
	Sí	188 6,86%	344 6,28%	527 19,26%	2179 19,90%
Total		2739 100%	5475 100%	2736 100%	10950 100%

debido a la tendencia decreciente del número de heladas, estas proporciones no deben ser consideradas como buenas estimaciones de las proporciones de heladas de los años extremos de la serie.

El número anual de heladas manifestó un comportamiento decreciente a lo largo de los años que no pudo ser explicado por los cambios de las fases del ENOS.

También se descartó el efecto del ENOS sobre las fechas extremas de ocurrencia de heladas, basándose en las comparaciones de medias mediante ANOVA, las cuales no evidenciaron diferencias significativas entre las fases ($p=0,908$ para primera HA, $p=0,385$ para última HA, $p=0,999$ para primera HM y $p=0,782$ para última HM). La misma conclusión fue obtenida utilizando las pruebas no paramétricas de medias de Kruskal-Wallis, con valores p ligeramente inferiores ($p=0,84$, $p=0,34$, $p=0,97$ y $p=0,73$ respectivamente).

CONCLUSIONES

Para la localidad de Balcarce en el período 1970-1999, queda disponible la caracterización del régimen de heladas agrometeorológicas y meteorológicas, a través de estadísticos descriptivos y gráficos, en escala anual, mensual y decádica.

En el período estudiado, se advirtió un acercamiento entre las fechas de primera y última helada, en los últimos años respecto a los primeros, tanto para las agrometeorológicas como para las meteorológicas. La tendencia creciente de la duración del

período libre de heladas fue significativa ($p<0,05$) variando desde 72 días (verano 70-71) a 212 días (verano 91-92) para las heladas agrometeorológicas y de 167 días (verano 84-85) a 299 días (verano 93-94) para las heladas meteorológicas. Mientras que, la proporción de días con heladas en el período con heladas, mostró un comportamiento constante ($p>0,05$) manteniéndose alrededor de 34% ($\pm 6\%$) para las heladas agrometeorológicas y 19% ($\pm 7\%$) para las meteorológicas.

En el mes de noviembre, momento de alta susceptibilidad a las heladas para los cultivos de cosecha fina y gruesa, sembrados en las épocas normales, se observó una baja ocurrencia de heladas agrometeorológicas y meteorológicas, especialmente en la última década donde en promedio el número de heladas agrometeorológicas fue de 0,9 (± 1) y no se produjeron heladas meteorológicas.

Tanto para el número de heladas por año, como para las fechas extremas de heladas, se descartó el fenómeno del ENOS como factor de explicación de los cambios ocurridos en estas variables, en todos los casos $p>0,10$.

AGRADECIMIENTOS

A Laura Malena por facilitar los datos aquí analizados, a Andrea Irigoyen y Aída Della Magiora (integrantes de la cátedra de Agrometeorología Fac. de C. Agrarias, UNMdP) por sus aportes y a Jesús Petrantonio por sus valiosas discusiones sobre este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- BURGOS, J.J.. 1963. Las heladas en la Argentina. Colección Científica del INTA, Volumen III. 388 pp, Buenos Aires.
- CONOVER, W. J.. 1980. Practical Nonparametric Statistics, Segunda Edición, John Wiley & Sons, New York. 493 pp.
- COUSILLAS, C. F. y N. A. VIDAL. 1981. Análisis de las temperaturas de Balcarce. I. Régimen de Heladas. Departamento de Ecología y Técnica cultural. INTA Balcarce, 11p.
- DAMARIO, E. A., A. J. PASCALE, S. PÉREZ y S. MAIO. 1996. Cartas agroclimáticas actuales (1961-90) de fechas medias estimadas de primeras y últimas heladas. *Actas del VII Congreso Argentino de Meteorología y VII Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología*. Pág. 49-50.
- IRIGOYEN, A.. 1993. Ocurrencia de heladas tempranas y tardías en el centro - sudeste de la Provincia de Buenos Aires. II Jornadas Nacionales de Defensa contra Heladas. Primer Seminario Internacional. Mendoza. Argentina.
- ROPELEWSKI C.F. and M.S. HALPERT. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño Southern Oscillation. *Monthly weather review* 115 : 1606-1626.
- ROPELEWSKI C.F. and M.S. HALPERT. 1996. Quantifying Southern Oscillation - Precipitation Relationships. *Journal of Climate* 2, pág. 1043-1059.
- VENABLES W.N. and B.D. RIPLEY. 1999. Modern Applied Statistics with S-Plus, Tercera edición, Springer-Verlag, New York, Inc. 501 pp.