

CARACTERIZACIÓN DE LAS HELADAS EN LA REGIÓN PAMPEANA Y SU VARIABILIDAD EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS*

MARÍA E. FERNÁNDEZ LONG¹; IRENE E. BARNATÁN^{1,2}; LILIANA SPESCHIA¹;
R. HUERTADO¹ y G. MURPHY¹

Recibido: 02/11/05

Aceptado: 26/12/05

RESUMEN

Conocer las fechas medias de primera y última helada, así como la duración del periodo con heladas y sus corrimientos a través del tiempo, es de fundamental importancia al momento de tomar decisiones respecto de los calendarios agrícolas de una región. El objetivo de este trabajo es estudiar las características del régimen de heladas para el período 1964-1993 denominado normal en una vasta zona de la Región Pampeana y las anomalías producidas en la última década. Se observó una disminución del periodo con heladas en casi toda la región, y únicamente en el sur de la provincia de Buenos Aires un aumento. En general, la fecha de primera helada tuvo mayor corrimiento que la fecha de última, generando un corrimiento del periodo con heladas hacia la primavera.

Palabras clave. Heladas, Región Pampeana, anomalías climáticas.

THE FROST IN ARGENTINA PAMPAS REGION AND ITS VARIABILITY IN THE LAST TEN YEARS

SUMMARY

The knowledge of the average dates of first and last frost as well as the frost duration period and their temporal running is very important at the time of making decisions respect the agricultural calendars for a region. The objective of this work is to study the main frost regime features in the "Pampa" region for the period 1964-1993, called "normal", and the anomalies produced in the last decade (1994-2003). A shortening of the period with frost in the entire region was observed with the exception of the south of Buenos Aires province that shows an increase of this period. In general, the first frost date shows retardation greater than the advancement of the last frost date, resulting in a running of the period with frosts towards the spring.

Key words. Frosts, Argentina Pampas Region, climate anomalies.

INTRODUCCIÓN

La estimación anticipada de la producción agrícola constituye una herramienta de vital importancia para todos los sectores de la economía de un país. Esta estimación depende tanto de factores relacionados con el medio ambiente como económicos, tecnológicos, políticos y sociales. Cada uno de estos factores incide en la toma de decisiones, ocasionan-

do modificaciones en los calendarios agrícolas de cada región. La variabilidad climática genera la mayor parte de las fluctuaciones interanuales en los rendimientos de cultivos anuales que representan una proporción importante de la alimentación básica de la humanidad (FAO, 1974). En este contexto, las variables relacionadas con la alteración en el régimen de las heladas, tales como las variaciones de las

*Trabajo aceptado en el IX Congreso Argentino de Meteorología, Buenos Aires, 3-7 oct. de 2005.

¹Cátedra de Climatología Agrícola. Facultad de Agronomía, UBA. flong@agro.uba.ar

²Servicio Meteorológico Nacional, Fuerza Aérea Argentina. barnatan@agro.uba.ar

fechas de comienzo y fin y de las frecuencias, son de fundamental importancia en la programación del calendario agrícola.

Damario *et al.* (1996) realizaron las cartas climáticas de fechas de primera y última helada para el período 1961-1990 con datos estimados según la metodología propuesta por Papadakis (1952) y luego modificada por Damario y Pascale (1984, 1993/94). Con anterioridad, Hirschhorn analizó el régimen de las temperaturas mínimas con las observaciones disponibles hasta 1948, publicando luego el Atlas Agroclimático Argentino que reprodujo Burgos (1963) en su libro sobre las heladas en la Argentina. También existen numerosos trabajos que caracterizan las heladas con datos observados para lugares específicos, como por ejemplo: Monterubbianesi y Cendoya (2001) para Balcarce; Orta y Federighi (1996) para Villa Mercedes (San Luis); Costa y Abregú (2002) para Chaco; Navarro *et al.* (2003) para Azul; Fernández Long *et al.* (2001) para la ciudad de Buenos Aires y conurbano bonaerense.

Muchos estudios han determinado cambios en las temperaturas a través del tiempo, en Nueva Zelanda, Salinger y Griffiths (2001) encontraron una disminución significativa del número de días con heladas en los últimos 20 años; lo mismo que Bonsal *et al.* (2001) en Canadá. En la Argentina, Pascale *et al.* (1997) comprobaron disminución del período con heladas en el Alto Valle de Río Negro; también Pascale y Damario (2004) revelaron tendencias positivas en las temperaturas mínimas.

En este trabajo se analizan las fechas de primera y última helada y duración del período con heladas utilizando datos diarios observados de 37 estaciones de la Región Pampeana argentina en un período de 30 años (1964-1993) y se evalúan las anomalías que presentan éstas variables en los últimos 10 años (1994-2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron datos de temperaturas mínimas diarias de 37 estaciones de la Región Pampeana argentina, correspondientes al período 1964-2003. Esta información fue proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional y

la distribución geográfica de los observatorios puede apreciarse en la Figura 1. Se descartó del análisis la información de Córdoba Observatorio y San Miguel por presentar un efecto urbano muy marcado perdiendo representatividad en la climatología de las heladas en ambientes rurales.

Se consideró helada a todo descenso térmico igual o inferior a cero grado medido en abrigo meteorológico y se obtuvieron las fechas de primera, última helada y período con heladas. De acuerdo al criterio ya utilizado por Pascale y Damario (2004) se consideraron primeras heladas o heladas tempranas a aquellas ocurridas antes del 15 de julio y, últimas o tardías, a las ocurridas después de esa fecha. De tal forma, hubo años en los cuales no existieron primeras heladas y si últimas, y viceversa. Con esta metodología se obtuvieron el porcentaje de años en los cuales no se registraron heladas tempranas o tardías.

Para los primeros 30 años (1964-1993), se calcularon las fechas medias de primera y última helada, considerados como normal climática. Separadamente se tomaron los últimos 10 años (1994-2003) con el propósito de analizar las anomalías de esta última década. A partir de estas fechas medias se calculó el período medio con heladas para ambas series.

Los desvíos de los últimos 10 años respecto de la serie treinta años permitieron determinar la variabilidad del período con heladas, tanto en su duración como el momento de ocurrencia. Con toda la información obtenida se trazaron cartas empleando el software Surfer 7.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1- Comportamiento normal de las heladas en la Región Pampeana en el período 1964-1993

En el Cuadro 1 se presentan las fechas medias de primera y última helada y el porcentaje de años con heladas tempranas y tardías. Se puede observar que las fechas medias de primera helada oscilan entre el 20 de abril en Pigüé y el 19 de junio en Reconquista con un 100% y 63% de años con primeras heladas, respectivamente.

La Figura 2.a presenta la distribución espacial de las fechas medias de primera helada para el período de treinta años 1964-1993. La disposición de las isolíneas tiene un sentido NW-SE, deformándose al acercarse a la costa por el efecto moderador del océa-

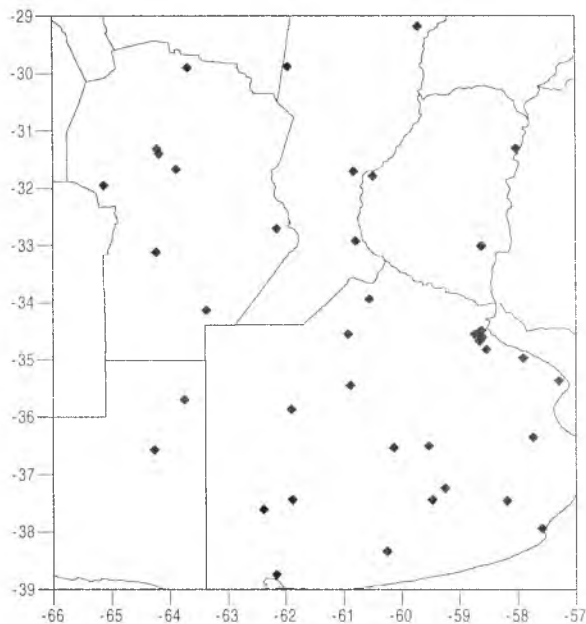


FIGURA 1. Ubicación de las estaciones utilizadas.

no. En el sur de Buenos Aires, una de las principales zonas productoras de cereales de invierno, las heladas comienzan entre fines de abril y mediados de mayo, mientras que en la zona núcleo maicera-sojera entre mediados de mayo y principios de junio.

Las fechas medias de última helada van desde el 10 de agosto en Reconquista hasta el 21 de octubre en Figüé, con iguales porcentajes de ocurrencia a los de primeras heladas (Cuadro 1). En la Figura 2.b se visualiza que las isolíneas de las fechas de última helada siguen un trazado latitudinal desde el centro hacia el sur de la región, mientras que al norte se orientan de NW a SE, de forma similar a lo visto en la Figura 2.a, acorde también con el Atlas Agroclimático Argentino (1958) y las estimaciones de fechas medias obtenidas por Damario *et al.* (1996).

En la zona triguera IV y sur de V Sur (sur de Buenos Aires) las heladas finalizan entre los días 20 de setiembre y 20 de octubre mientras que en la zona núcleo maicera-sojera finalizan entre principios y

mediados de setiembre. En el noreste de la región, donde se concentran los cultivos forestales y frutícolas, las heladas finalizan a mediados de agosto.

En la Figura 3.a y b se grafican los porcentajes de años con heladas tempranas y tardías respectivamente, en el período 1964-1993. En lo que respecta a las primeras (Fig. 3.a) se observa que el oeste de la Región Pampeana tiene un 100% de los años con heladas tempranas, porcentaje que disminuye hacia el noreste de la región con el 80% o menos; sólo Reconquista presenta menos del 70% de los años con heladas tempranas.

En la Figura 3.b se observa que el área centro-sur de Córdoba presenta valores menores al 100% para heladas tardías, aún cuando se había registrado el 100% de los años con heladas tempranas. En el sudeste existe una probabilidad del 100% de heladas tardías. En el noreste disminuye el porcentaje a valores menores al 70% extendiéndose la re-

CUADRO 1. Fechas medias de primera helada y última helada y porcentaje de años, para el período 1964-1993.

Localidad	Fecha media de primera	% de años con heladas tempranas	Fecha media de última	% de años con heladas tardías
Azul	05-may	97	08-oct	97
Bahía Blanca	03-may	100	08-oct	100
Castelar	29-may	100	31-ago	100
Ceres	11-jun	90	17-ago	83
Concordia	13-jun	90	14-ago	60
Córdoba Aero	29-may	100	29-ago	100
Coronel Suárez	30-abr	100	09-oct	100
Dolores	11-may	100	26-sep	100
Don Torcuato	01-jun	93	26-ago	92
El Palomar	29-may	100	01-sep	96
Ezeiza	22-may	93	08-sep	100
General Pico	05-may	100	23-sep	100
Gualectuaychú	30-may	97	29-ago	90
Junín	22-may	100	10-sep	100
La Plata	02-jun	97	06-sep	100
Laboulaye	12-may	100	11-sep	100
Mar del Plata	19-may	97	12-oct	100
Marcos Juárez	22-may	100	12-sep	100
Nueve de Julio	25-may	100	08-sep	100
Paraná INTA	18-jun	73	10-ago	63
Pehuajó	17-may	100	21-sep	100
Pergamino INTA	21-may	100	08-sep	100
Pigüé	20-abr	100	21-oct	100
Pilar	26-may	100	01-sep	97
Punta Indio B.A.	02-jun	87	24-ago	83
Reconquista	19-jun	63	10-ago	63
Río Cuarto	02-jun	100	30-ago	93
Rosario	26-may	100	06-sep	97
San Pedro INTA	28-may	97	30-ago	96
Santa Rosa	28-abr	100	30-sep	100
Sauce Viejo	03-jun	87	26-ago	87
Tandil	14-may	100	02-oct	100
Tres Arroyos	15-may	97	03-oct	100
Villa Dolores	04-jun	100	30-ago	100
Villa M.del Río Seco	17-may	100	10-sep	100

gión en comparación con las heladas tempranas. En general, se registró mayor número de casos con heladas tempranas que tardías, este hecho se observa en la Figura 3 a y b, donde el área cubierta por el 100% de años con heladas tempranas es mayor al de tardías; lo mismo ocurre con las isolíneas de 90, 80 y 70%.

2- Comparación del comportamiento de las heladas en los últimos 10 años respecto del período normal

La Figura 4.a. presenta las diferencias encontradas entre las fechas medias de primera helada (FMPH) para la última década (1994-2003) con

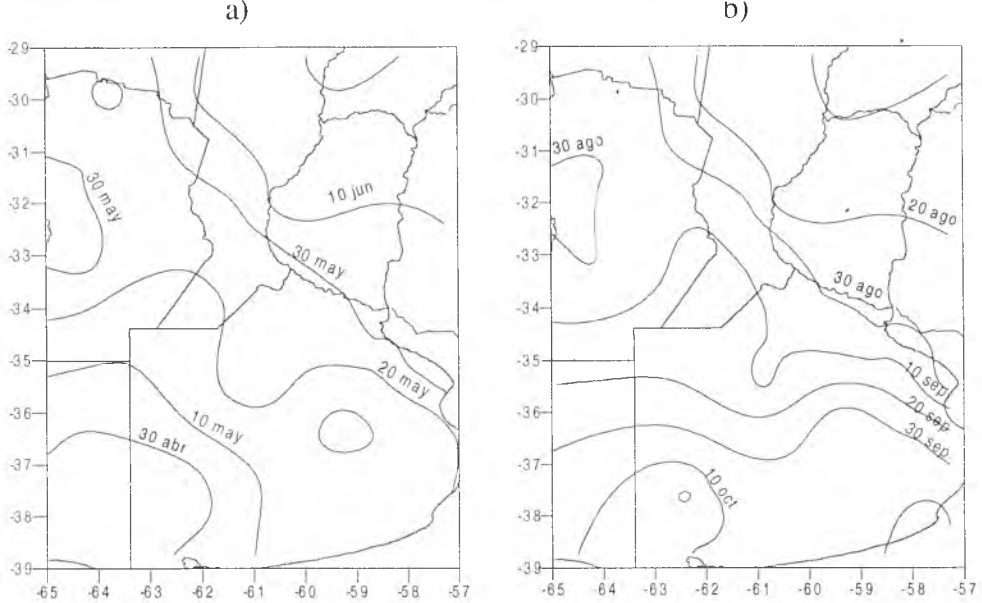


FIGURA 2.a y b. Fechas medias de primera (a) y última (b) helada en el período 1964-1993.

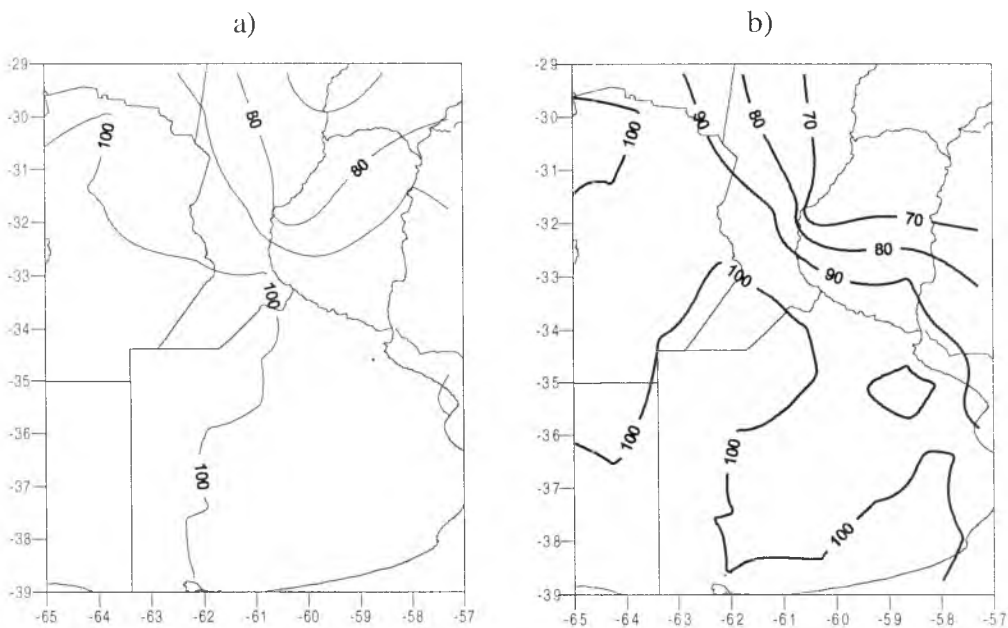


FIGURA 3. Porcentaje de años con heladas tempranas (a) y tardías (b) para el período 1964-1993.

respecto a la normal (1964-1993). La mayor parte de la Región Pampeana sufrió un atraso en la FMPH de 10 días aproximadamente (valores positivos de la Fig. 4), hecho que ya había sido observado en el Alto Valle del Río Negro (Pascuale *et al.*, 1997), llegando a más de 20 días en el sudeste de Córdoba. El sur de la provincia de Buenos Aires muestra un comportamiento opuesto, registrando un adelanto en la FMPH del orden de 5 días, que se extiende a 11 en Tandil.

La diferencia entre la fecha media de última helada (FMUH) en la última década y la normal se presenta en la Figura 4.b. Se observa que existe una gran región que abarca el centro de Buenos Aires, Entre Ríos, norte de Córdoba y centro-norte de Santa Fe, donde se produce un retraso de la FMUH de aproximadamente 5 días, llegando hasta 13 en Tandil. El resto de la región presenta un comportamiento contrario, adelantándose la FMUH, pasando de 5 días hasta más de 10 en La Pampa y región costera este de Buenos Aires. Este resultado se ajusta con la disminución de riesgo por heladas señalado por Fernández Long *et al.* (2004) para Ezeiza y Rosario, así como con el aumento del riesgo para Mar del Plata en los últimos años.

Las diferencias de los porcentajes de años con heladas tempranas y tardías entre la última década y la normal se volcaron en las Figuras 5 a y b. En la primera figura se puede ver que gran parte de la región central no presenta diferencias, disminuyendo el porcentaje de años con heladas tempranas hacia el este-noreste, llegando al 13% en Reconquista y en menor medida hacia el oeste (un 3% al SW de Buenos Aires).

La Figura 5.b muestra un trazado de mayor variabilidad espacial, observándose valores positivos en el nor-noreste, del orden del 20% en Concordia, evidenciando un aumento del porcentaje de años con heladas tardías y una disminución en el este y centro-oeste de la provincia de Buenos Aires y noroeste de Córdoba, llegando al 12% en Dolores. Esto indica que en los últimos años en la región frutihortícola y forestal de Entre Ríos aumentó el porcentaje de años con heladas tardías y disminuyó el de las tempranas. De continuar esta tendencia, podría implicar mayor riesgo de daños en frutales y cultivos hortícolas durante la primavera.

La Figura 6 presenta los períodos con heladas normal 1964-1993 (rectángulos) y los correspondientes a la última década (línea gruesa). Los períodos normales varían entre 53 días en Reconquista y 185 días en Pigué. En la zona IV triguera oscila entre 140 y 180 días, aproximadamente, y la zona núcleo maicera-sojera entre 100 y 120 días.

En la última década se produjo, en general, un acortamiento del período medio con heladas como queda evidenciado, por ejemplo, en las localidades de General Pico y Marcos Juárez. Sin embargo, en otras tales como Ceres, Concordia y Paraná, la extensión del período varió sutilmente pero se observa un corrimiento del mismo hacia la primavera, incrementando el riesgo de daños por hallarse los cultivos en etapas fenológicas de mayor sensibilidad a las bajas temperaturas. Cabe destacar, que en estaciones como Coronel Suárez y Tandil se ve claramente un alargamiento del período con heladas (23 días más). Para confirmar estos últimos resultados, se analizaron otras localidades de la zona tales como Olavarría y Benito Juárez, encontrándose la misma tendencia positiva. Estas localidades no fueron incluidas en el análisis debido a que poseen series de menor extensión.

Además, la Figura 6 pone en evidencia que si bien en la mayoría de las localidades se observó una disminución del período en la última década, ésta no fue simétrica respecto de su valor central, presentando un mayor retraso en la fecha media de primera helada y un menor adelanto, e incluso hasta atraso, en la fecha media de última helada, poniendo de manifiesto que el período con heladas se ha desplazado hacia la primavera.

Para analizar la magnitud de este resultado se calculó la fecha media central del período para los primeros treinta años, la última década y la diferencia entre ambas (Cuadro 2). En la última década esta fecha media central sufre un pequeño adelanto de aproximadamente 4 días en el sur de Buenos Aires, mientras que en el resto de la región se atrasa entre 5 y 7 días, llegando a valores de 11 días en Pergamino y 12 en Laboulaye.

Para visualizar en escala regional las fluctuaciones del período medio con heladas ya descripto anteriormente, se presenta el mapa de anomalías entre

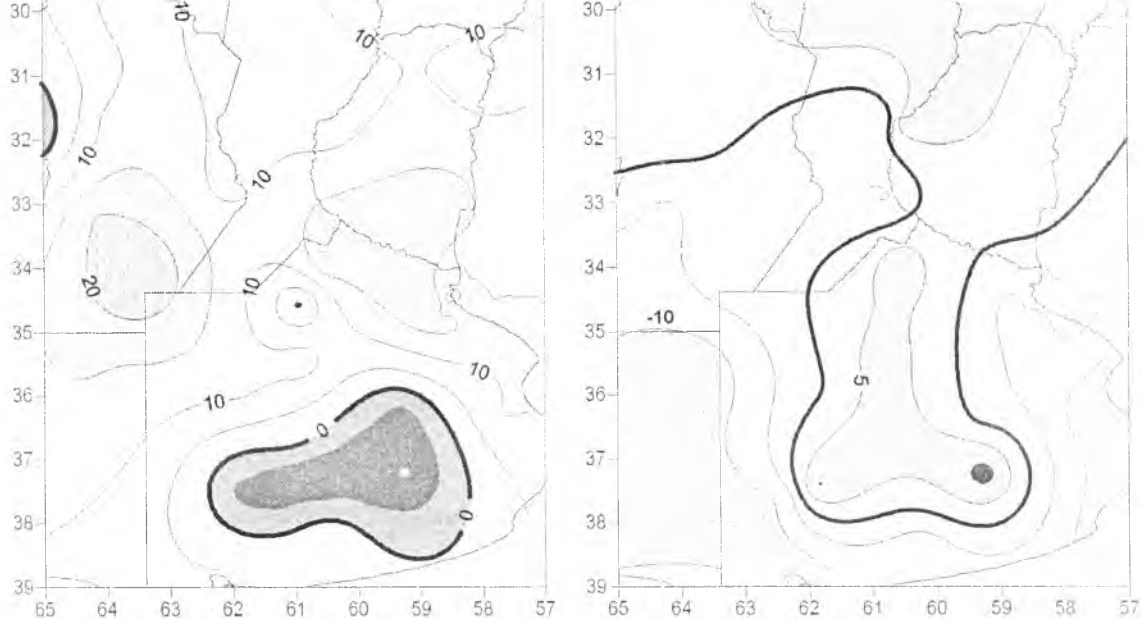


FIGURA 4. Diferencia, en días, de fechas medias de primera (a) y última (b) helada entre la última década y el período normal.

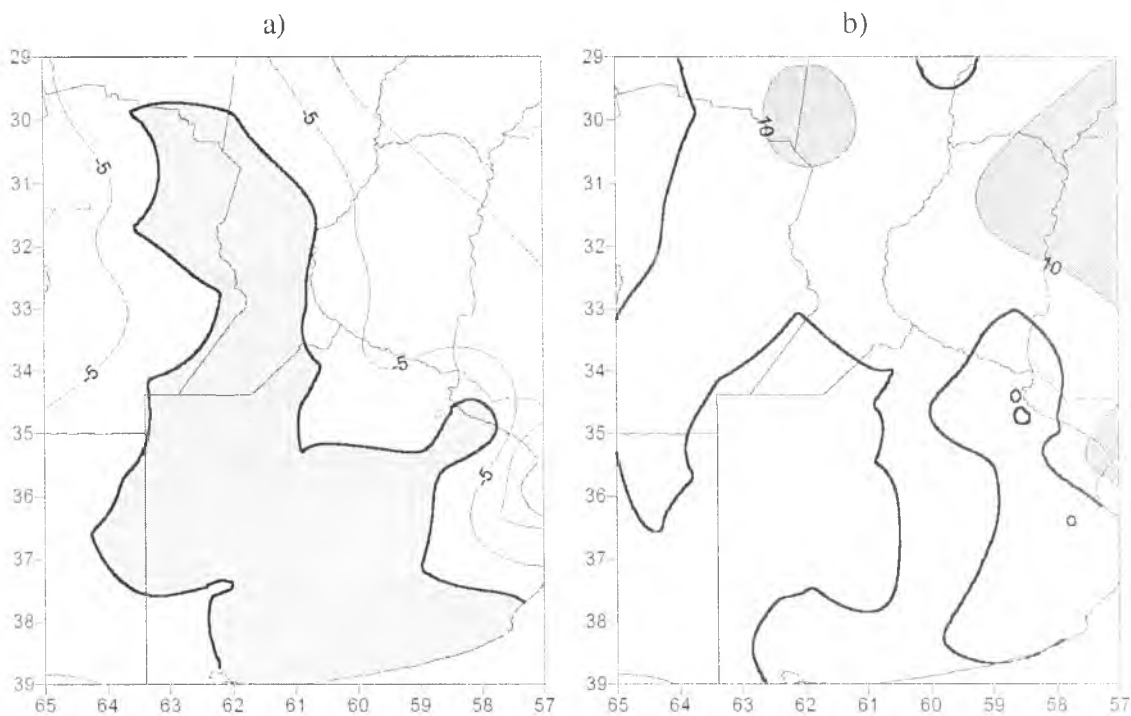


FIGURA 5. Diferencia, en porcentaje de años con heladas, tempranas (a) y tardías (b) entre el período 1994-2003 y el 1964-1993.

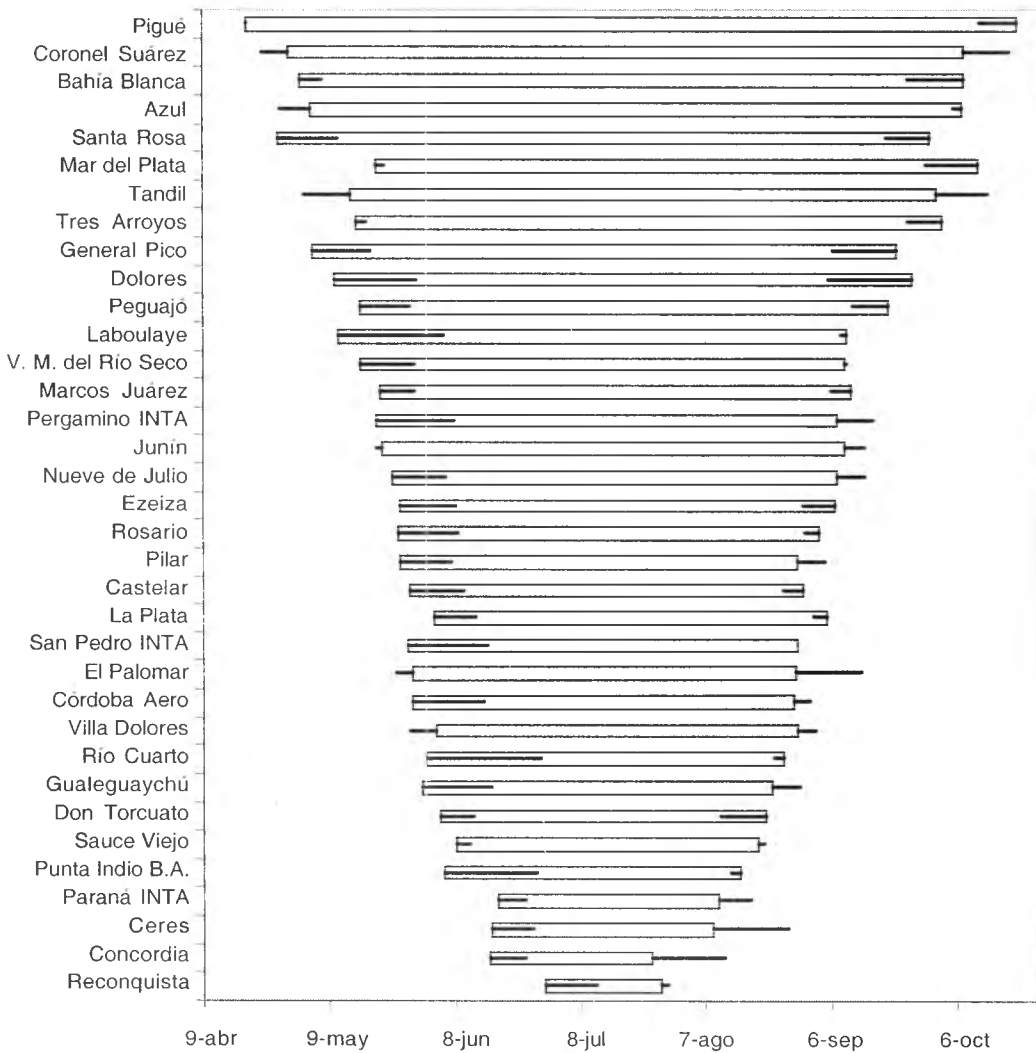


FIGURA 6. Período medio normal (rectángulo) y período medio para la última década (línea gruesa).

el período medio de la última década y el normal (Fig. 7). El oeste de la región a partir del sur de Córdoba muestra una disminución del período, encontrándose la máxima diferencia en General Pico con 29 días. En la región comprendida entre el noreste de Buenos Aires y zona costera hasta Mar del Plata se ve

también una disminución de 15 días aproximadamente. El sur de la provincia de Buenos Aires muestra claramente el incremento del período con heladas en la última década, en una vasta zona con un máximo de 23 días en Tandil.

CUADRO 2. Fecha media central del período con heladas normal, para la última década y diferencias.

Localidad	Fecha central 1964-1993	Fecha central 1994-2003	Diferencia
Azul	23-jul	18-jul	-5
Bahía Blanca	22-jul	18-jul	-4
Castelar	16-jul	20-jul	4
Ceres	16-jul	24-jul	8
Concordia	15-jul	20-jul	5
Córdoba Aero	15-jul	20-jul	5
Coronel Suárez	21-jul	23-jul	2
Dolores	20-jul	19-jul	-1
Don Torcuato	15-jul	18-jul	3
El Palomar	17-jul	21-jul	4
Ezeiza	17-jul	21-jul	4
General Pico	15-jul	15-jul	0
Gualeguaychú	15-jul	25-jul	10
Junín	17-jul	19-jul	2
La Plata	21-jul	25-jul	4
Laboulaye	13-jul	25-jul	12
Mar del Plata	1-ago	28-jul	-4
Marcos Juárez	18-jul	20-jul	2
Nueve de Julio	18-jul	28-jul	10
Paraná INTA	16-jul	23-jul	7
Pehuajó	20-jul	25-jul	5
Pergamino INTA	16-jul	27-jul	11
Pigüé	22-jul	18-jul	-4
Pilar	15-jul	24-jul	9
Punta Indio B.A.	15-jul	15-jul	0
Reconquista	16-jul	19-jul	3
Río Cuarto	17-jul	24-jul	7
Rosario	17-jul	22-jul	5
San Pedro INTA	15-jul	25-jul	10
Santa Rosa	16-jul	17-jul	1
Sauce Viejo	16-jul	18-jul	2
Tandil	25-jul	26-jul	1
Tres Arroyos	26-jul	23-jul	-3
Villa Dolores	18-jul	17-jul	-1
Villa M. del Río Seco	15-jul	22-jul	7

CONCLUSIONES

Las fechas medias de primera helada oscilan entre el 20 de abril en Pigüé y el 19 de junio en Reconquista con un 100% y 63% de años de ocurrencia, respectivamente; mientras que las de última helada van desde el 10 de agosto en Reconquista hasta el 21 de octubre en Pigüé, con idénticos porcentajes de ocurrencia; resultando un período medio con heladas

que oscila entre 53 días en Reconquista y 185 días en Pigüé.

Las fechas medias de primera helada sufrieron un retraso en los últimos 10 años llegando a 20 días en el sur de Córdoba; y un adelanto en el centro sur de Buenos Aires de hasta 11 días en Tandil; sin embargo, las de última helada presentaron un retraso en el norte y centro de la región con un máximo

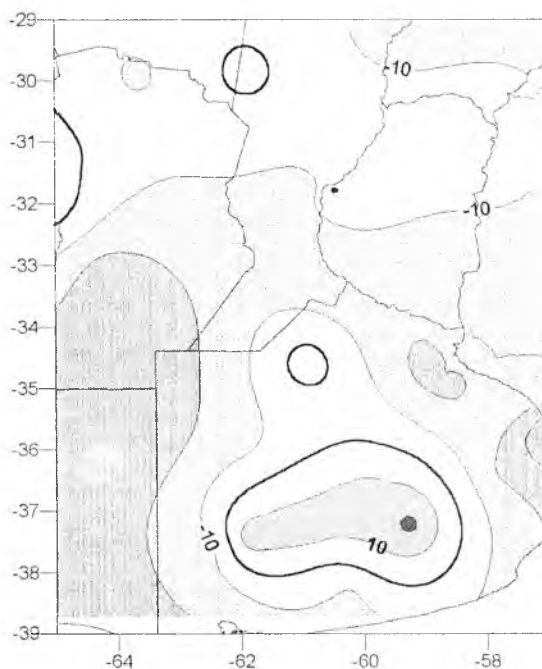


FIGURA 7. Anomalías entre el período medio de la última década y el período medio normal con heladas.

en el centro sur de Buenos Aires. En los últimos años, en la región frutihortícola y forestal de Entre Ríos aumentó el porcentaje de años con heladas tardías y disminuyó el de las tempranas.

El período con heladas disminuyó en casi toda la Región Pampeana llegando a 29 días en General Pico. Únicamente se incrementó el periodo con heladas en el centro sur de Buenos Aires, con un máximo de 23 días en Tandil. Además, el mismo sufrió un corrimiento en el año hacia el verano en casi toda la región, a excepción del sur de Buenos Aires donde presentó un pequeño adelanto de 4 días aproximadamente.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Servicio Meteorológico Nacional por haber facilitado la información meteorológica para realizar este trabajo.

Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto UBACYT G69, 2004-2007.

BIBLIOGRAFÍA

- BONSAL, B.R.; X. ZHANG; L.A. VINCENT and W.D. HOGG. 2001. Characteristics of daily and extreme temperatures over Canada. *Journal of Climate* 14, 1959-1976.
- BURGOS, J. J. 1963. Las heladas en Argentina. INTA Colección Científica, 388 pág. Buenos Aires.
- COSTA C. y A. ABREGU. 2002. Diez años de heladas agronómicas en Las Breñas (Prov. de Chaco) Argentina. *Actas, IX Reunión Argentina de Agrometeorología*. Vaquerías, Córdoba, 18-20 septiembre de 2002.
- DAMARIO, E.A. y A.J. PASCALE. 1984. Fechas medias de primeras y últimas temperaturas mínimas perjudiciales para los cultivos en Argentina. *Rev. Fac. de Agronomía* 5(3): 193-211.
- DAMARIO E.A. y A.J. PASCALE. 1994. Método de estimación de las fechas medias de primeras y últimas heladas. *Rev. Facultad de Agronomía* 14(3):257-264, 1993/94.
- DAMARIO E.A.; A.J. PASCALE; S. PEREZ; S. MAIO y R.O. RODRÍGUEZ. 1996. Cartas climáticas 1961-1990 de primeras y últimas heladas en la Argentina. *Rev. Fac. de Agronomía* 16(3): 253-263, 1996.
- FERNÁNDEZ LONG, M.E.; I. BARNATAN y Y. GARCIA SKABAR. 2004. Horas con helada y su peligrosidad en seis localidades de la Argentina. *Rev. Fac. de Agronomía* 24 (3): 217-225, 2004.
- FERNANDEZ LONG, M.E.; I. BARNATAN y G. M. MURPHY. 2001. Las heladas en la ciudad de Buenos Aires y en el conurbano bonaerense. *Rev. Arg. de Agrometeorología* 1 (2): 101-106, 2001.
- NAVARRO, M.; C. VILATTE y L. AGUAS. 2003. Duración e intensidad de las heladas a escala regional, en el centro de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Actas, X Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología y X Congreso Cubano de Meteorología*. Ciudad de la Habana, Cuba, 3 al 7 de marzo de 2003.
- MONTERUBBIANESI, M.G. y M.G. CENDOYA. 2001. Caracterización del régimen de heladas meteorológicas y agrometeorológicas en Balcarce (Argentina) en el período 1970-1999. *Rev. Fac. de Agronomía* 21(1): 69-78, 2001.
- ORTA, F.J. y M. FEDERIGHI. 1996. El régimen de heladas en el área de V. Mercedes (San Luis) en relación con cultivos estivales extensivos. *Actas VII Congreso Argentino de Meteorología y VII Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología*. Septiembre 1996, Buenos Aires.
- PASCALE, A.J.; E.A. DAMARIO y C. BUSTOS. 1997. Aumento de las temperaturas mínimas invierno-primaverales en el Alto Valle del Río Negro en los últimos 90 años. *Rev. Fac. de Agronomía* 17(1): 127-131.
- PASCALE, A.J. y E.A. DAMARIO. 2004. Bioclimatología agrícola y agroclimatología. Ed. Facultad de Agronomía, UBA. 550 pág.
- SALINGER, M.J. and G.M. GRIFFITHS. 2001. Trends in New Zealand daily temperature and rainfall extremes. *International Journal of Climatology* 21: 1437-1452 (2001).

