

Caracterización agroclimática de las heladas en Anguil (La Pampa)

PERIODO 1973-2014

María Laura Belmonte; Rosario Olguín Páez



INTA | Ediciones

Colección
DIVULGACIÓN

Caracterización agroclimática de las heladas en Anguil (La Pampa)

PERIODO 1973-2014

María Laura Belmonte; Rosario Olguín Páez

EEA INTA Anguil



EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas"
**Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria**

Diseño Gráfico

Dis. Gráf. Francisco Etchart

Impresión

Gustavo J. Moyano

Impreso en los talleres gráficos de la EEA INTA Anguil

“Ing. Agr. Guillermo Covas”

Tirada de 500 ejemplares

Octubre de 2015



EDICIONES INTA

Centro Regional La Pampa-San Luis

EEA INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”

RN N°5 Km 580, CP 6326, Anguil, La Pampa, Argentina

Resumen

Las heladas tienen la potencialidad de ocasionar daños a la producción agropecuaria, determinar modificaciones en los calendarios de siembra y cosecha, en la elección de cultivos y variedades agrícolas y muchas veces se traducen en pérdidas significativas de rendimiento y calidad de productos de origen agropecuario. Disponer de un adecuado conocimiento de este fenómeno en una localidad o región resulta fundamental para poder prever su posibilidad y probabilidad de ocurrencia, de esta manera adecuar la planificación y el empleo de recursos tecnológicos disponibles en pos de prevenir o atenuar sus efectos. Esta publicación tuvo como objetivo caracterizar el régimen agroclimático de heladas para la localidad de Anguil, La Pampa, en una serie de 42 años. La frecuencia anual media de heladas registradas en abrigo meteorológico fue de 51 días, la correspondiente a heladas registradas a nivel de superficie fue de 93 días. La fecha media de primera helada meteorológica es el 25 de abril (± 16 días), en tanto que la de última helada es el 9 de

octubre (± 19 días). El periodo medio con heladas es de 168 días (± 25). El fenómeno en Anguil llegó a superar una duración de más de 15 horas, pero lo más frecuente es una duración de hasta 5 horas. La máxima intensidad que alcanzó una helada meteorológica en el periodo de años estudiado fue de $-13,2^{\circ}\text{C}$ durante julio de 2007, ese día a nivel de piso se registró $-19,7^{\circ}\text{C}$. Los registros en abrigo comprendidos entre $0,0^{\circ}\text{C}$ y $-5,9^{\circ}\text{C}$ totalizaron el 89,4% del total. Durante la estación de verano existieron años con registros bajo $0,0^{\circ}\text{C}$ a nivel de piso. Según los índices de peligrosidad obtenidos, las temperaturas que anteceden a la ocurrencia de las heladas tempranas y las que preceden a las tardías son relativamente altas, el fenómeno de heladas puede ocurrir en periodos de alta actividad metabólica de los cultivos, cuando éstos son más susceptibles a las bajas temperaturas. Durante los últimos años se manifestó una reducción en la peligrosidad de heladas primaverales.

Introducción

Los registros de temperatura igual o inferior a $0,0^{\circ}\text{C}$, conocidos con el término helada, tienen una marcada importancia en el campo de la agroclimatología ya que presentan la potencialidad de ocasionar daños a la producción agropecuaria, determinar modificaciones en los calendarios de siembra y cosecha, en la elección de cultivos y variedades agrícolas y muchas veces se traducen en pérdidas significativas de rendimiento y calidad de productos de origen agropecuario. Por esta razón, contar con un adecuado conocimiento de este fenómeno en una localidad o región resulta fundamental para poder prever su posibilidad y probabilidad de ocurrencia, de esta manera adecuar la planificación y el empleo de recursos tecnológicos disponibles en pos de prevenir o atenuar sus efectos.

El Régimen Agroclimático de Heladas (RAH) hace referencia al estudio de las características de intensidad, frecuencia, tipo, duración, época de ocurrencia y peligrosidad de las heladas, a fin de presentar valores climáticos representativos para un lugar (Burgos, 1963).

Para un exhaustivo estudio del RAH es necesario disponer de observaciones continuadas en el tiempo en estaciones meteorológicas oficializadas con instrumental adecuado. La Estación Experimental del INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas" posee una estación agrometeorológica cuyo funcionamiento data desde 1957 que cumple con las normas del Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N) y la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M) (Casagrande, et al., 2012) y cuenta con una serie histórica de datos de las distintas variables meteorológicas.

Esta publicación tuvo como objetivo caracterizar el RAH para la localidad de Anguil, La Pampa, en una serie de 42 años.

Materiales y métodos

Se utilizó la serie histórica de registros de temperaturas mínimas obtenidas en termómetro de mínima y termohigrógrafo, ubicados en abrigo meteorológico a 1,5 m de altura, y termómetro de mínima situado a 0,05 m del nivel de piso. Este instrumental se encuentra instalado en la estación agrometeorológica convencional del INTA Anguil (Lat. $36^{\circ} 30' \text{S}$; Long. $63^{\circ} 59' \text{W}$ y a una altura de 165 m s.n.m) ubicada en el departamento Capital de la provincia de La Pampa. La serie de datos analizada corresponde al periodo 1973-2014.

Se definió como **helada meteorológica** a la ocurrencia de una temperatura del aire de $0,0^{\circ}\text{C}$ (cero grados celsius) o inferior, medida en instrumental instalado a 1,5 m de altura sobre el nivel del suelo en abrigo meteorológico y como **helada de césped** a registro de temperatura igual o inferior a $0,0^{\circ}\text{C}$ obtenido en termómetro ubicado a 0,05 m sobre el nivel del suelo, a la intemperie. Estos registros también se denominan comúnmente "a nivel de piso".

Para caracterizar el régimen de heladas se calcularon los siguientes parámetros:

- **Frecuencia de heladas:** se contabilizó el número de días que han ocurrido temperaturas menores o iguales a $0,0^{\circ}\text{C}$ en cada año y en cada mes en el transcurso del periodo analizado. Se determinó el año donde ocurrió la frecuencia máxima y mínima de número de días con heladas.
- **Fecha media de primera y última helada:** a partir de las fechas en que se produjo la primera temperatura de $0,0^{\circ}\text{C}$ o inferior para cada año de la serie se calculó un promedio para obtener la fecha media de primera helada. De igual forma se procedió para calcular la fecha media de última helada pero considerando las últimas fechas de cada año con registros menores o iguales a 0°C . Para ambos promedios se calculó su correspondiente desviación típica.
- **Fecha extrema de primera helada:** se registró la fecha donde se produjo la helada más anticipada de toda la serie de años bajo estudio.
- **Fecha extrema de última helada:** se registró la fecha donde se produjo la helada más tardía de toda la serie de años bajo estudio.
- **Periodo medio con heladas:** se computó como el número de días entre la fecha media de primera

helada y la fecha media de última helada. Corresponde a la época del año donde se espera que ocurran heladas.

- **Periodo medio libre de heladas:** se calculó como el número de días entre la fecha media de última helada y la fecha media de primera helada. Se considera el periodo que comienza el día posterior a la última helada del año y finaliza el día anterior a la primera helada del año siguiente.

- **Variabilidad de la primera y última helada:** en base a las fechas medias de primera y última helada y sus correspondientes desvíos estándar se calculó la probabilidad estadística de ocurrencia del fenómeno para fechas anteriores a la fecha media de primera helada y posterior a la fecha media de última helada.

- **Duración de las heladas:** se contabilizó la duración en horas de cada helada a partir de datos horarios registrados en faja de termohigrógrafo dispuesto en abrigo a 1,5 m de altura. Se calcularon promedios, máximos y mínimos totales y mensuales. Para analizar esta variable se consideró el periodo 1992-2014.

- **Intensidad de las heladas:** está dada por el valor en grados centígrados que alcanza el fenómeno. Se presentaron las temperaturas mínimas absolutas mensuales y anuales de toda la serie de años, registradas en abrigo meteorológico a 1,5 m de altura y a la intemperie a 0,05 m. Las heladas mensuales se clasificaron por intervalos en función de rangos térmicos sugeridos por Da Motta, 1961.

- **Peligrosidad de las heladas:** la peligrosidad del fenómeno de helada se evalúa mediante índices que relacionan el valor de la fecha media de ocurrencia de la primera y última helada, su dispersión y el estado de evolución de los vegetales. En este trabajo se calcularon los índices propuestos por Burgos, 1947:

ICK de primera helada:* temperatura media del aire en la fecha antes de la cual es probable que ocurran heladas en un año de cada cinco o con 20% de probabilidad.

ICK de última helada: temperatura media del aire en la fecha después de la cual es probable que ocurran heladas en un año de cada cinco o con un 20% de probabilidad.

Este índice contiene un carácter agrícola, entonces fija un riesgo de pérdida por heladas económica-

mente aceptable del 20% de probabilidad de ocurrencia (1 cada 5 años). Conocidos los valores de fecha de primera helada y última helada con su correspondiente desvío estándar, se calculó mediante Tabla de Fisher (Gilbert, 1980), la fecha del año que corresponde a una probabilidad de ocurrencia del 20%. Una vez conocida esta fecha se halló la temperatura normal del aire que le corresponde con los datos de la estadística meteorológica de la estación EEA Anguil.

También se calculó el ICK de heladas invernales que vincula el valor de la intensidad media de las heladas con el grado de resistencia específica:

ICK de heladas invernales para cultivos perennes: temperatura mínima absoluta anual que cabe esperar con una probabilidad del 5% o en 1 año de cada 20.

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

Para el cálculo de ICK de heladas invernales se utilizó la temperatura mínima absoluta anual media del periodo considerado y su respectiva dispersión.

* ICK: Índice Criokindinoscópico, propuesto por el ing. agr. J.J. Burgos, este índice de peligrosidad de heladas integra en un valor numérico el peligro de las heladas vinculando el valor de la fecha media de ocurrencia, su dispersión y el estado de evolución de las plantas; y el peligro de heladas invernales vinculando el valor de la intensidad media de las heladas con el grado de resistencia específica (Burgos, 1947).

Resultados

FRECUENCIA DE HELADAS

Durante los 42 años analizados se registraron 2133 heladas meteorológicas. En todos los años se produjeron heladas con una frecuencia máxima de 84 días en el año 2007, y una mínima de 25 días en

el año 2001. La frecuencia anual media fue de 51 días y el 47,6 % de los años superaron la media anual. Los meses invernales que presentaron la mayor frecuencia de días con mínimas iguales o menores de 0,0°C fueron, en orden decreciente, julio, junio y agosto. No se registraron heladas en abrigo meteorológico durante los meses de diciembre, enero y febrero durante el periodo evaluado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Frecuencia anual y mensual de heladas meteorológicas.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Frecuencia anual
1973	0	0	0	2	6	10	13	17	9	0	0	0	57
1974	0	0	0	2	3	14	13	19	12	3	0	0	66
1975	0	0	0	0	2	6	19	15	3	1	0	0	46
1976	0	0	1	1	10	16	18	5	8	1	0	0	60
1977	0	0	2	1	9	11	20	13	6	2	0	0	64
1978	0	0	0	1	6	18	5	18	6	0	0	0	54
1979	0	0	0	1	7	25	11	7	8	0	1	0	60
1980	0	0	0	5	2	13	18	14	11	0	1	0	64
1981	0	0	0	0	2	17	19	7	12	3	1	0	61
1982	0	0	0	0	1	12	8	11	1	3	0	0	36
1983	0	0	0	1	3	24	24	13	9	1	0	0	75
1984	0	0	0	3	11	17	17	16	2	0	0	0	66
1985	0	0	0	2	7	8	11	10	4	1	0	0	43
1986	0	0	0	0	4	10	12	19	5	1	0	0	51
1987	0	0	0	0	11	12	7	6	7	0	0	0	43
1988	0	0	0	2	15	16	21	11	7	2	0	0	74
1989	0	0	0	3	8	4	14	2	12	3	0	0	46
1990	0	0	0	1	7	13	15	6	4	0	0	0	46
1991	0	0	0	0	3	7	14	10	0	3	0	0	37
1992	0	0	0	1	6	8	22	7	3	2	2	0	51
1993	0	0	0	0	8	5	21	14	6	0	0	0	54
1994	0	0	0	4	2	5	15	8	3	0	0	0	37
1995	0	0	0	1	5	13	21	16	5	0	0	0	61
1996	0	0	0	1	8	20	20	6	5	1	0	0	61
1997	0	0	0	0	4	6	5	9	3	0	0	0	27
1998	0	0	1	0	0	4	6	14	8	0	0	0	33
1999	0	0	0	4	2	9	16	9	3	1	0	0	44
2000	0	0	0	0	1	6	18	11	4	0	1	0	41
2001	0	0	0	1	2	11	8	2	1	0	0	0	25
2002	0	0	0	0	3	18	11	8	3	0	0	0	43
2003	0	0	0	0	3	10	17	16	5	1	0	0	52
2004	0	0	0	2	4	11	11	6	6	0	0	0	40
2005	0	0	0	3	8	7	11	7	5	0	0	0	41
2006	0	0	0	1	9	5	9	18	7	0	0	0	49
2007	0	0	0	3	14	24	20	19	3	0	1	0	84
2008	0	0	0	6	8	15	9	10	10	1	0	0	59
2009	0	0	0	1	4	18	17	4	3	3	0	0	50
2010	0	0	0	1	6	5	17	11	1	0	0	0	41
2011	0	0	0	0	2	10	14	13	3	0	0	0	42
2012	0	0	0	0	3	10	23	10	2	1	0	0	49
2013	0	0	0	1	5	17	13	15	8	0	0	0	59
2014	0	0	0	0	4	19	10	7	1	0	0	0	41
Frecuencia mensual media	0	0	0	1	5	12	15	11	5	1	0	0	51

Cuadro 2. Frecuencia anual y mensual de heladas de césped.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Frecuencia anual
1973	0	0	0	3	10	14	23	27	13	0	3	0	93
1974	0	0	0	4	8	18	18	21	18	4	1	0	92
1975	0	0	0	2	4	14	26	25	14	9	3	0	97
1976	0	0	4	8	12	19	24	10	12	7	1	0	97
1977	0	0	2	1	16	14	24	15	10	2	1	0	85
1978	0	0	0	2	13	20	8	20	10	2	1	0	76
1979	0	0	0	5	14	27	13	10	12	6	1	0	88
1980	0	0	0	7	7	16	22	20	19	5	2	1	99
1981	0	0	1	1	4	18	21	16	16	7	3	0	87
1982	0	1	1	1	9	17	15	17	4	8	2	0	75
1983	0	0	1	2	11	28	24	17	14	3	1	1	102
1984	0	0	0	6	14	20	22	23	4	5	1	0	95
1985	0	0	1	7	15	12	12	22	10	3	1	0	83
1986	0	0	0	0	11	13	22	19	11	3	2	0	81
1987	0	0	1	5	21	21	11	14	12	2	0	0	87
1988	1	0	1	6	18	21	23	17	14	7	1	0	109
1989	0	0	0	3	11	15	18	8	17	7	1	0	80
1990	0	0	1	6	11	17	17	11	7	2	2	0	74
1991	0	0	0	2	9	18	20	13	6	6	0	0	74
1992	0	0	0	4	14	10	25	16	10	8	2	0	89
1993	0	0	0	1	11	17	24	20	12	3	0	0	88
1994	0	1	2	7	6	11	18	15	7	5	1	0	73
1995	0	0	0	4	11	16	28	21	12	4	2	0	98
1996	0	0	0	3	11	22	25	12	13	3	0	0	89
1997	0	1	0	3	8	13	11	14	14	1	0	0	65
1998	0	0	2	1	3	13	15	19	16	3	0	0	72
1999	0	0	0	6	11	17	19	17	11	6	2	1	90
2000	0	0	2	2	8	17	25	20	8	4	2	0	88
2001	0	0	0	4	6	20	18	10	14	0	1	1	74
2002	0	0	1	7	10	25	18	13	11	2	2	0	89
2003	0	2	2	4	14	15	23	22	12	4	0	2	100
2004	0	0	0	8	16	17	17	14	15	8	2	0	97
2005	1	0	2	15	17	11	20	14	12	11	1	0	104
2006	0	0	3	5	17	14	17	26	17	3	2	0	104
2007	0	0	0	5	24	29	26	25	9	3	8	0	129
2008	0	0	1	12	17	24	18	24	17	6	0	0	119
2009	0	0	1	5	11	26	26	16	15	14	6	0	120
2010	0	0	0	13	13	18	26	22	9	7	2	0	110
2011	0	0	1	9	12	25	21	20	17	8	0	0	113
2012	0	0	1	7	11	23	28	17	10	5	1	0	103
2013	0	2	2	3	21	20	21	26	13	4	0	1	113
2014	0	0	3	5	12	25	20	17	6	1	0	0	89
Frecuencia mensual media	0	0	1	5	12	18	20	18	12	5	1	0	93

Las heladas de césped totalizaron 3890, la frecuencia máxima fue de 129 días en el año 2007, y la mínima de 65 días en 1997. La frecuencia anual media fue de 93 días (cuadro 2).

FECHA MEDIA DE PRIMERA Y ÚLTIMA HELADA

Las heladas mayoritariamente comienzan en la estación de otoño y se extienden hasta finales de la primavera.

Heladas meteorológicas

Para la serie 1973-2014 la fecha media de primera helada meteorológica es el 25 de abril con una variación de ± 16 días y la fecha media de última helada el 9 de octubre con una variación de ± 19 días. La fecha extrema de primera helada para la serie fue el 13 de

marzo en el año 1976 y la extrema de última helada fue el 19 de noviembre del año 1981 (Cuadro 3). El periodo medio con heladas es de 168 días, en tanto que el periodo medio libre de heladas es de 197 días, con un extremo de 255 días ocurrido en el año 2002 (Cuadro 5).

Cuadro 3. Fechas de primera y última helada meteorológica y periodos con y sin heladas.

Año	Primera helada		Ultima helada		Periodo libre de heladas Nº de días	Periodo con heladas Nº de días
	Fecha	Día juliano	Fecha	Día juliano		
1973	07-abr	97	21-oct	294	167	198
1974	19-abr	109	29-oct	302	171	194
1975	01-may	121	02-oct	275	183	155
1976	13-mar	73	19-oct	293	143	221
1977	30-mar	89	16-oct	289	149	201
1978	06-abr	96	12-oct	285	175	190
1979	05-abr	95	08-nov	312	177	218
1980	12-abr	103	09-nov	314	183	212
1981	20-may	140	19-nov	323	181	184
1982	26-may	146	27-oct	300	210	155
1983	30-abr	120	23-oct	296	188	177
1984	24-abr	115	27-set	271	208	157
1985	29-abr	119	07-oct	280	202	162
1986	12-may	132	22-oct	295	201	164
1987	08-may	128	22-set	265	196	138
1988	08-abr	99	15-oct	289	174	191
1989	28-abr	118	13-oct	286	196	169
1990	18-abr	108	23-set	266	206	159
1991	04-may	124	06-oct	279	209	156
1992	25-abr	116	04-nov	309	171	194
1993	05-may	125	29-set	272	217	148
1994	18-abr	108	15-set	258	214	151
1995	20-abr	110	27-set	270	204	161
1996	08-may	129	20-oct	294	199	166
1997	03-may	123	25-set	268	219	146
1998	25-mar	84	28-set	271	177	188
1999	06-abr	96	03-oct	276	184	181
2000	05-may	126	14-nov	319	171	194
2001	29-abr	119	16-set	259	224	141
2002	21-may	141	7-set	250	255	110
2003	06-may	126	10-oct	283	207	158
2004	24-abr	115	29-set	273	206	159
2005	25-abr	115	13-set	256	223	142
2006	30-abr	120	28-set	271	213	152
2007	25-abr	115	04-nov	308	171	194
2008	12-abr	103	05-oct	279	188	177
2009	24-abr	114	15-oct	288	190	175
2010	23-abr	113	02-set	245	232	133
2011	02-may	122	18-set	261	225	140
2012	12-may	133	10-oct	284	213	152
2013	13-abr	103	24-set	267	200	165
2014	23-may	143	26-set	269	238	127
Fecha media 1ª helada		25-abr	DE ± 16 días			
Fecha media últ. helada		9-oct	DE ± 19 días			
* en gris están marcadas las fechas extremas de primera y ultima helada						

Heladas de césped

La fecha media de primera helada a nivel de piso se adelanta unos 33 días respecto de la fecha media de heladas registradas a 1,5 m en abrigo. Asimismo la fecha media de última helada se prolonga duran-

te 36 días más respecto de la fecha obtenida en abrigo meteorológico (Cuadro 4). El periodo con heladas a 0,05 m es 69 días más largo respecto al periodo con heladas meteorológicas (Cuadro 5).

Cuadro 4. Fecha de primera y última helada de césped y periodos con y sin heladas.

Año	Primera helada		Ultima helada		Periodo libre de heladas Nº de días	Periodo con heladas Nº de días
	Fecha	Día juliano	Fecha	Día juliano		
1973	07-abr	97	24-nov	328	133	232
1974	19-abr	109	27-nov	331	142	223
1975	15-abr	105	09-dic	343	126	239
1976	13-mar	73	05-nov	310	127	238
1977	23-mar	82	12-nov	316	130	235
1978	06-abr	96	01-nov	305	155	210
1979	02-abr	92	15-dic	349	107	258
1980	12-abr	103	20-dic	355	112	253
1981	19-mar	78	22-nov	326	116	249
1982	14-feb	45	12-nov	316	93	272
1983	18-mar	77	01-dic	335	106	259
1984	04-abr	95	03-nov	308	151	214
1985	18-mar	77	02-nov	306	135	230
1986	05-may	125	16-nov	320	169	196
1987	15-mar	74	12-oct	285	153	212
1988	30-ene	31	01-nov	306	89	276
1989	28-abr	118	12-nov	316	166	199
1990	27-mar	86	11-nov	315	135	230
1991	04-abr	94	17-oct	290	168	197
1992	07-abr	98	22-nov	327	135	230
1993	21-abr	111	25-oct	298	177	188
1994	05-feb	36	04-nov	308	92	273
1995	11-abr	101	27-nov	331	134	231
1996	11-feb	43	20-oct	294	113	252
1997	20-feb	51	07-oct	280	135	230
1998	10-mar	69	29-oct	302	131	234
1999	06-abr	96	06-dic	340	120	245
2000	28-mar	88	24-nov	329	123	242
2001	24-abr	114	08-dic	342	136	229
2002	31-mar	90	21-nov	325	129	236
2003	20-feb	51	16-dic	350	65	300
2004	15-abr	106	06-nov	311	159	206
2005	20-ene	20	10-dic	344	40	325
2006	25-mar	84	08-nov	312	136	229
2007	12-abr	102	24-nov	328	138	227
2008	10-mar	70	16-nov	321	113	252
2009	15-mar	74	11-nov	315	123	242
2010	05-abr	95	10-nov	314	145	220
2011	27-mar	86	30-oct	303	147	218
2012	27-mar	87	11-nov	316	135	230
2013	18-feb	49	03-dic	337	76	289
2014	18-mar	77	10-oct	283	158	207
Fecha media 1ª helada		23-mar	DE ±25 días			
Fecha media últ. helada		14-nov	DE ±18 días			
* en gris están marcadas las fechas extremas de primera y ultima helada						

Tipo de heladas	Periodo medio con heladas (días)	Periodo medio libre de heladas (días)
<i>Meteorológicas</i>	168 (DE ₊₂₅)	197 (DE ₊₂₃)
<i>De césped</i>	237 (DE ₊₂₈)	128 (DE ₊₂₈)

Cuadro 5. Periodo medio con y libre de heladas.

VARIABILIDAD DE LA PRIMERA Y ÚLTIMA HELADA

La fecha media de primera helada meteorológica presentó una desviación típica de 16 días, por lo tanto la primera helada presenta una alta probabilidad de ocurrencia entre el 9 de abril y el 11 de mayo. En 7 años de la serie estudiada, la primera helada ocurrió antes de esta fecha. Según la desviación típica resultante de la fecha promedio de última helada, el periodo de alta probabilidad de ocurrencia se extiende desde el 20 de septiembre hasta el 28 de octubre. En 6 años de la serie analizada la fecha de última helada ocurrió en fechas posteriores a este periodo.

La probabilidad de que ocurra una helada meteorológica antes del 9 de abril y después del 28 de octubre es de 15,9%.

La fecha media de primera helada a nivel de piso obtuvo un desvío de 25 días, la mayor probabilidad de ocurrencia se encuentra entre el 26 de febrero y el 17 de abril. La mayor probabilidad de ocurrencia de última helada a nivel de césped se extiende desde el 27 de octubre hasta el 2 de diciembre.

DURACIÓN DE LAS HELADAS

Durante el periodo 1992-2014 la duración promedio de las heladas registradas en abrigo meteorológico fue de 5,8 horas con un desvío de 3,7 horas. El 47% de las heladas tuvieron una duración de entre 0,1 hasta 5 horas, un 40,9% duró entre 5,1 y 10 horas, el 11,7% tuvo una duración de entre 10,1 y 15 horas y sólo el 0,4% superó la duración de 15 horas, con un máximo de 16,7 horas, marca ocurrida el 30 de mayo de 2008.

Los meses con mayor duración promedio son

mayo, junio, julio y agosto, y de éstos julio es el que mayor número medio de horas tuvo (Cuadro 6).

INTENSIDAD DE LAS HELADAS

La máxima intensidad que alcanzó una helada meteorológica durante la serie de años estudiada ha sido de -13,2°C en el mes de julio del año 2007. La temperatura correspondiente medida a 0,05 m fue de -19,7°C. Julio es el mes que presenta la menor temperatura absoluta media, le siguen agosto y luego junio. A partir del mes de abril hasta septiembre la mínima absoluta media es negativa para registros en abrigo, en tanto que para los registros a nivel de piso, el periodo donde la mínima absoluta promedio es negativa se extiende desde marzo a noviembre (Cuadros 7 y 8).

Heladas meteorológicas

Las heladas meteorológicas clasificadas como suaves fueron las de mayor frecuencia durante el periodo analizado (38,7% del total). Las heladas suaves junto con las moderadas y fuertes totalizan el 89,4% del total. En tanto que heladas muy fuertes, severas y muy severas sólo representan el 10,6% restante. La mayor proporción de heladas fuertes a muy severas ocurrió en el mes de julio, representando el 38,2% de este tipo de heladas, le sigue agosto con el 22,9% y luego junio con 21,4%. Registros por debajo de los -6,0°C sólo ocurrieron en los meses de mayo a septiembre (con excepción de una helada de estas características ocurrida sólo una vez durante abril). El mes de julio registró la mayor cantidad de heladas por debajo de los -10,0°C, representando el 57% del total de este tipo de heladas (Cuadro 9).

(Horas)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Promedio	3	5,8	6	6,6	5,5	4	2	2
DE	1,95	3,9	3,6	3,8	3,6	2,7	2,3	3,2
Max.	7,5	16,7	14,6	15,5	14,2	10,9	6,2	5,2

Cuadro 6. Duración de las heladas según mes, periodo 1992-2014.

Cuadro 7. Temperatura mínima absoluta mensual y anual, a 1,5 m en abrigo.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MIN. ABS. ANUAL
1973	5,1	7	7,3	-0,4	-5,5	-5,3	-6	-7,9	-5,2	2,5	0,5	4,5	-7,9
1974	3,6	6,2	2,5	-4,3	-1,3	-6	-7,6	-8,4	-10,5	-2,5	2	5,1	-10,5
1975	3	5,3	3,5	0,6	-4,7	-4,4	-10,6	-7,9	-4,4	-0,9	0,1	3,8	-10,6
1976	5,1	8,9	-2	-0,2	-7	-8,5	-9,5	-4,8	-4,9	-0,2	2,4	7,7	-9,5
1977	10	3,4	-2	-0,7	-4,3	-6,7	-7,6	-5,9	-5,7	-0,2	0,5	7,8	-7,6
1978	7	3,8	4,3	-1,4	-8,4	-7	-5,3	-9,5	-8,3	-0,3	1,9	4,2	-9,5
1979	7,8	4,2	2,9	-0,5	-4,4	-11,1	-5,9	-5,1	-7,7	0,8	-0,1	3	-11,1
1980	3,5	5,1	6,7	-3,8	-2,2	-8,1	-12,3	-8,6	-5,9	0,3	-1,2	1,6	-12,3
1981	7,5	6	0,9	0,6	-1,4	-4,9	-9,1	-4,1	-6,3	-1,6	-0,2	5	-8,1
1982	7,6	3,2	1,9	2	-1,7	-9,5	-5,4	-5,7	-4,6	-2	2,4	6,9	-9,5
1983	9,8	2,5	3,7	-0,1	-0,9	-6,2	-10,4	-10,2	-4,2	-0,9	1,3	2,7	-10,4
1984	9,2	6,1	4,1	-1,8	-6,6	-9,1	-8,6	-7,4	-0,7	1	0,3	3,5	-9,1
1985	8,6	5	1,5	-2,9	-5,2	-7,1	-8,7	-5,2	-3,4	-1,6	0,6	4,3	-8,7
1986	6,9	4,5	4,5	4	-7,1	-3	-6,4	-7,6	-3,4	-1,4	2,7	7,5	-7,6
1987	10	5	2,4	2	-7,5	-8,3	-3,6	-4,3	-3	1,3	4,7	4,2	-8,3
1988	1,5	5,8	2,6	-2,2	-5,9	-5,1	-11,5	-7,5	-5,6	-0,8	1,5	6,5	-11,5
1989	8,2	8,2	5,8	-9,1	-4,5	-2,4	-7,7	-4	-5,2	-2,6	2,6	9,5	-9,1
1990	4,9	10,8	0,7	-0,5	-2,7	-8,9	-8,5	-10	-6,6	2,8	1	6,4	-10
1991	5	7,2	4,6	2,3	-1	-5,7	-6,7	-8,4	0,6	-4,8	5,8	6,8	-8,4
1992	6,9	4	3,5	-1	-6,9	-4,8	-6,7	-7,6	-0,4	-1,6	-2,9	6,9	-7,6
1993	8,9	5,2	7,8	2,8	-5,9	-4,1	-8,6	-5,7	-2	3,2	6,3	5,4	-8,6
1994	7,5	2,4	1,7	-2,4	-0,9	-4,9	-6,2	-2,9	-5,2	1,8	3,6	8,7	-6,2
1995	5,5	5,5	3,8	-2,5	-2,2	-7,7	-9,6	-8,9	-3,8	2,3	4,7	7,6	-9,6
1996	6,6	3,5	4	1	-5	-8	-7,5	-4,6	-4,5	-0,8	4,7	8,1	-8
1997	10,1	1,5	6,6	2,1	-3,7	-5	-4,2	-5,1	-3,6	3,1	6,5	7,5	-5,1
1998	5,9	8	-0,4	1,7	1,1	-1,9	-1,9	-5,6	-6,4	2	5	6	-6,4
1999	6,5	6	5,9	-2,7	-1,6	-3,4	-5,4	-8,2	-1,1	-1,5	2	4,2	-8,2
2000	8,5	6,2	2,5	3	-0,7	-5,4	-7,4	-6,2	-1	1	-0,9	6	-7,4
2001	5,8	7,8	6	-1	-2,4	-3,8	-4,7	-1	-3,2	5	4,4	2	-4,7
2002	8	7,5	1,2	2	-2,8	-10	-5,6	-5,8	-3,2	2,3	4,4	6,3	-10
2003	7	3,8	5,6	0,5	-0,8	-9,2	-7,3	-7,8	-5	-1,8	3,9	2,5	-9,2
2004	7,4	6	8,4	-1	-5,4	-6,9	-7,6	-3,9	-6,9	1,5	1	5,3	-7,6
2005	4,5	5,5	2,2	-3,8	-5,5	-8,2	-5,9	-8,5	-5,8	0,6	3	3	-8,5
2006	8,5	5,6	1,7	-0,4	-9	-7,5	-11,5	-6,7	-4,2	2	2,5	7,8	-11,5
2007	7,2	7	7	-1,3	-10,5	-7,8	-13,2	-8,3	-1,8	3,1	-1,2	6,5	-13,2
2008	4,8	10,4	3	-5,1	-8,1	-4,3	-3,6	-7	-8,6	-2,7	5,5	6,2	-8,6
2009	8,2	9,6	3,4	-2	-4,2	-5	-6,5	-5	-3	-2	0,6	4,8	-6,5
2010	7,8	7,8	5,2	-5,8	-5,5	-2,8	-10	-11,2	-4	0,8	3,5	7	-11,2
2011	8,2	6,2	3,5	1,5	-1,9	-6,5	-6,5	-7,2	-1,5	0,6	8	5,3	-7,2
2012	8,1	5	3,4	1	-2	-6,4	-8,5	-4	-4	-1,5	4,2	7,8	-8,5
2013	4,2	2,8	2	-1,5	-7,1	-7,9	-6,8	-9,8	-5,6	0,6	4,8	5,4	-9,8
2014	5,4	5,8	3,4	1	-2,6	-6,2	-4,2	-5	-0,2	0,9	5,6	1,5	-6,2
Min Abs. Mensual	1,5	1,5	-2	-9,1	-10,5	-11,1	-13,2	-11,2	-10,5	-4,8	-2,9	1,6	-13,2
Min Abs. Media	6,8	5,7	3,5	-0,7	-4,2	-6,3	-7,4	-6,6	-4,3	0,2	2,6	5,5	-8,8

Cuadro 8. Temperatura mínima absoluta mensual y anual, a 0,05m.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MIN. ABS. ANUAL
1973	4,3	4,7	4,6	-2,6	-8,6	-8,9	-8,4	-11,1	-8,8	0,8	-0,8	1,2	-11,1
1974	2	4,1	0,1	-6,2	-4,1	-9,4	-9,8	-13,1	-14,6	-6,4	-2,7	2,4	-14,6
1975	1,7	2,6	0,4	-3,1	-7,3	-7,7	-15,5	-11	-8,4	-4,3	-2,8	-0,6	-15,5
1976	2,5	7,7	-3,8	-2,6	-10,3	-11,5	-14,6	-6	-7,3	-1,3	0	4,6	-14,6
1977	7,1	0,3	-4,9	-4,5	-7,5	-7,5	-9,3	-9,2	-9,6	-2,1	-0,9	5,5	-9,6
1978	4,5	1,6	1,5	-3,1	-11	-11,3	-8,1	-12,1	-11,6	-3,1	-0,2	3,5	-12,1
1979	6,7	0,6	1	-2,3	-5,8	-14	-9,4	-8	-11,2	-1,9	-2,1	1,5	-14
1980	1,2	2,8	4,3	-5,8	-4,4	-11,1	-14,7	-11,3	-10,1	-3	-4,3	-1	-14,7
1981	4,8	2,8	0,2	-3,2	-5,6	-9,1	-11,6	-7,7	-9,6	-3,3	-3,6	2	-11,6
1982	2,8	-0,2	-1,8	-1,8	-5,6	-10,9	-9,2	-11	-8,2	-5,2	-1,8	3,7	-11
1983	7,4	0,2	-0,4	-2,7	-5	-10,9	-13,6	-11,4	-9,7	-5,1	-1,5	-0,4	-13,6
1984	5,2	4,2	4	-2,9	-7,3	-10	-11,4	-10,5	-5,1	-2	8,7	0,2	-11,4
1985	6,2	0,4	-1,6	-7,9	-7,9	-11,7	-13	-8,8	-8,1	-3,6	-3,2	2	-13
1986	3,2	1	1,6	0,8	-10	-8	-8,7	-11,9	-6,1	-3,3	-1,9	2,5	-11,9
1987	8,4	3,5	-0,2	-2	-11,5	-14	-10	-6,8	-8,8	-1,9	-1,9	2,2	-14
1988	-2,4	2,4	-0,4	-7,1	-9,5	-8,9	-14,6	-9,7	-8,1	-3,4	-1,2	3,7	-14,6
1989	7,2	6,5	2,4	-11,3	-8,2	-5,1	-13,4	-8	-7,5	-5,7	-0,2	6,6	-13,4
1990	0,5	7,7	-3,6	-4,2	-8,1	-13	-14,2	-13,4	-10,7	-1,5	-1,4	2,2	-14,2
1991	1,4	4	1,5	-0,4	-6,4	-9,7	-11,4	-11,2	-3,8	-7,7	1,9	4,6	-11,4
1992	4,1	0,5	1,5	-4,8	-11,3	-8,3	-11,5	-12,4	-6,7	-8,4	-8,6	2,9	-12,4
1993	6,4	1,5	5,4	-0,2	-0,9	-8,7	-12,6	-11,2	-6,8	-0,5	2,8	2,5	-12,6
1994	4,5	-2	-2,1	-6,7	-4,6	-8,8	-10,5	-6,5	-9,2	-1,8	-1,2	6,1	-10,5
1995	3,4	1,2	0,4	-6,4	-7,1	-11,4	-15,4	-13,7	-7	-1	-0,4	1,5	-15,4
1996	2,5	0	1	-3,7	-9,1	-12	-10,7	-8,5	-10,5	-2,4	0,5	3,4	-12
1997	7,4	-1,2	0,9	-3	-8,1	-10	-7,7	-9,9	-9,5	0	4,4	3,8	-10
1998	1,5	4,6	-4,9	-1,4	-1,7	-5,6	-7,4	-9,6	-11,5	-2,2	2	1,2	-11,5
1999	2	2	2,6	-5,7	-5	-7,2	-9,1	-13,5	-6,5	-5	-3	-0,5	-13,5
2000	3	2,2	-4,5	-2,1	-3,6	-9,5	-11,6	-12,5	-5,5	-2,6	-2,8	2,8	-12,5
2001	0,6	3,5	1,5	-5,7	-6,7	-8	-10,6	-5,9	-9,5	0,1	-1,7	-2,5	-10,6
2002	4,5	4,2	-0,5	-1,5	-8	-15	-7,4	-11,4	-8,5	-3,6	-1	0,7	-15
2003	1,5	-0,6	-1,4	-4,1	-6,9	-15,5	-13,5	-13,4	-12,4	-8	1	-2,5	-15,5
2004	3,2	3,2	4,7	-6,5	-10,5	-12	-13,6	-8	-13,5	-3,5	-2,5	2,5	-13,6
2005	-0,5	0,5	-1,8	-10,5	-11	-13,5	-11,6	-13	-11,4	-4,2	-3,8	-3	-13,5
2006	3,8	2,6	-2,8	-7	-13,8	-11,8	-16,2	-12,8	-9,4	-2,6	-2,9	4,8	-16,2
2007	3,4	1,8	2,2	-5,8	-13	-12	-19,7	-13,8	-7,4	-2,6	-3,1	0,3	-19,7
2008	0,6	6,1	-3	-11,2	-14	-10,6	-9,4	-13	-16,5	-8,5	0	1,1	-16,5
2009	1,4	3	-2	-5,4	-8,6	-11,5	-12,6	-10,7	-9	-7,9	-7,5	0,1	-12,6
2010	3,5	3	1,4	-9,5	-9	-7,3	-13,8	-16,4	-8,3	-2,9	-2,3	2,6	-16,4
2011	3,9	2,5	-1,5	-4,2	-7	-11	-12,4	-11,4	-9,5	-4,2	3,6	5	-12,4
2012	3,8	0,3	-1,6	-2,5	-6,8	-11,5	-15,3	-8,4	-8,6	-5,7	0	2	-15,3
2013	1,3	-2,6	-2,6	-5,5	-14,5	-14,4	-13	-17	-11	-4,7	0,7	3	-17
2014	0,6	4,2	-4	-6	-5,6	-7,5	-8,5	-9,5	-6,1	-1,5	2,5	-1,5	-9,5
Min Abs. Mensual	-2,4	-2,6	-4,9	-11,3	-14,5	-15,5	-19,7	-17	-16,5	-8,5	-8,6	-3	-19,7
Min Abs. Media	3,4	2,3	-0,1	-4,6	-7,9	-10,4	-11,8	-10,8	-9,1	-3,5	-1,0	2,0	-13,3

Cuadro 9. Clasificación de las heladas meteorológicas según rangos de intensidad.

		Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Total	% del total
Suaves	0,0 a -1,9	2	31	95	216	153	198	104	21	5	825	38,7
Moderadas	-2,0 a -3,9	2	18	78	154	212	112	70	11	2	659	30,9
Fuertes	-4,0 a -5,9	0	5	39	92	154	91	39	2	0	422	19,8
Muy fuertes	-6,0 a -7,9	0	0	11	34	63	39	7	0	0	154	7,2
Severas	-8,0 a -9,9	0	1	4	11	19	15	2	0	0	52	2,4
Muy severas	<-10	0	0	1	2	12	4	2	0	0	21	1,0
Total		4	55	228	509	613	459	224	34	7	2133	100

Heladas de césped

Durante los meses de primavera ocurrieron registros de muy baja intensidad, siendo éstos de importancia y peligrosidad para los cultivos normales de la época en la zona. Por ejemplo durante el mes de septiembre se alcanzó un registro de $-16,5^{\circ}\text{C}$ en el año 2008 y $-14,6^{\circ}\text{C}$ (año 1974). Asimismo en este mes existieron registros por debajo de los $-10,0^{\circ}\text{C}$ en 12 años de la serie estudiada. Octubre presentó su registro más extremo en el año 2008 con $-8,5^{\circ}\text{C}$ y en seis años ocurrieron registros por debajo de $-6,0^{\circ}\text{C}$, en tanto que noviembre alcanzó $-8,6^{\circ}\text{C}$ en 1992 y $-7,5^{\circ}\text{C}$ en 2009. Durante estos meses ya están en implantación o transitando las primeras etapas los cultivos estivales normales para la zona. Durante el verano, en diciembre se registró $-3,0^{\circ}\text{C}$ en 2005, enero tuvo un registro de $-2,4^{\circ}\text{C}$ en 1988 y en febrero se registró $-2,6^{\circ}\text{C}$ en el año 2013.

PELIGROSIDAD DE LAS HELADAS

En el cuadro 10 se pueden observar los valores de ICK obtenidos durante el periodo 1973-2014.

En referencia a registros en abrigo meteorológico, para la primera helada se obtuvo un ICK de $15,6^{\circ}\text{C}$, este valor representa la temperatura normal del aire para el día 12 de abril, fecha antes de la cual es probable que ocurran heladas en 1 de cada 5

años. Para la última helada, el 24 de octubre es la fecha después de la cual es probable que ocurran heladas en 1 de cada 5 años, el ICK obtuvo un valor de $16,6^{\circ}\text{C}$.

A partir de los registros a $0,05\text{ m}$, para primera helada el ICK fue $2,8^{\circ}\text{C}$ por encima del ICK de $1,5\text{ m}$ y su respectiva fecha se adelantó en 41 días. Para última helada el índice superó al respectivo de $1,5\text{ m}$ en $3,7^{\circ}\text{C}$ y la fecha se atrasó en 36 días. Del análisis de estos valores surge una mayor peligrosidad de las heladas a nivel de piso.

Según los ICK obtenidos, las temperaturas que anteceden a la ocurrencia de las heladas tempranas y las que preceden a las tardías son relativamente altas, esto significa que el fenómeno de heladas puede ocurrir en periodos de alta actividad metabólica de los cultivos, cuando éstos son más susceptibles a las bajas temperaturas.

La temperatura mínima anual que cabe esperar con una probabilidad del 5% o 1 vez de cada 20 años es de $-11,8^{\circ}\text{C}$ en abrigo meteorológico y de $-16,9^{\circ}\text{C}$ a nivel de piso; y la temperatura mínima extrema que cabe esperar con una probabilidad del 20% (1 vez cada 5 años) es de $-10,4^{\circ}\text{C}$ en abrigo y $-15,2^{\circ}\text{C}$ a $0,05\text{ m}$. Ésto debe interpretarse como las temperaturas extremas que generen un riesgo económicamente aceptable de pérdida del cultivo.

Cuadro 10. Índice criokindinoscópico, ICK.

Altura	Primera helada		Ultima helada		Heladas invernales	
	Fecha	T	Fecha	T	C. perennes	C. anuales
1,5 m	12-abr	$15,6^{\circ}\text{C}$	24-oct	$16,6^{\circ}\text{C}$	$-11,8^{\circ}\text{C}$	$-10,4^{\circ}\text{C}$
0,05 m	02-mar	$18,4^{\circ}\text{C}$	29-nov	$20,3^{\circ}\text{C}$	$-16,9^{\circ}\text{C}$	$-15,2^{\circ}\text{C}$

MODIFICACIONES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS

Para analizar si existieron cambios significativos durante los últimos años se calcularon los ICK de heladas meteorológicas en dos periodos sucesivos con la finalidad de hacer comparaciones respecto de la peligrosidad de las heladas.

En el periodo 1994-2014 hubo un retraso de 4 días en la ocurrencia de la fecha media de primera helada y un adelanto de 16 días en la fecha promedio de última helada, con respecto al periodo anterior. Esto trae como consecuencia un aumento del

periodo libre de heladas del último periodo analizado respecto del sucesivo anterior. Asimismo durante el periodo 1994-2014, el ICK de primera helada tuvo un retraso de 7 días, y una disminución de 0,7°C respecto del periodo 1973-1993, disminuyendo su peligrosidad. Con respecto al ICK de última helada hay un adelanto de 14 días en la fecha de ocurrencia y una disminución de 0,9°C, lo cual también manifiesta una reducción en la peligrosidad de heladas primaverales del último periodo con respecto del anterior.

Cuadro 11. Índices de peligrosidad en dos periodos sucesivos.

Periodo	Fecha media 1º helada/Ult. Helada	ICK			
		Primera helada		Ultima helada	
		Fecha	T	Fecha	T
1973-1993	23-abr (+18)/17-oct (+16)	08-abr	16°C	30-oct.	16,9°C
1994-2014	27-abr (+14)/01-oct (+18)	15-abr	15,3°C	16-oct	16,0°C

Conclusiones

Durante todos los años del periodo analizado se produjeron heladas. La frecuencia anual de heladas de césped es mayor que la correspondiente a heladas meteorológicas. Los registros de temperaturas de 0,0°C o inferior comienzan mayoritariamente en la estación de otoño y se extienden hacia finales de la primavera. La fecha media de primera helada de césped es anterior y presenta mayor variabilidad que la fecha correspondiente a heladas meteorológicas. Asimismo el periodo con heladas a nivel de piso es más largo respecto del correspondiente a registros en abrigo. El fenómeno en Anguil llegó a superar una duración de más de 15 horas, pero lo más frecuente es una duración de hasta 5 horas. El mes de julio es donde se produjeron las heladas más intensas, alcanzando registros de hasta -13,0°C en abrigo meteorológico y -19,7°C en intemperie. Durante la estación de verano existieron años con registros bajo 0,0°C a nivel de piso. Este trabajo si bien concluye que la peligrosidad de las heladas disminuyó en los últimos años, el fenómeno constituye un riesgo en la zona de estudio que debe ser tenido en consideración en planificación agropecuaria en pos de prevenir o atenuar sus efectos.

Bibliografía

- Burgos, J.J. 1947. A cryokindynoscopic index useful in agroclimatic researches. Climatological Commission Doc. 17 y Agr. Met. Commission Doc. 30. I.M.O. Toronto
- Burgos, J.J. 1963. Las heladas en Argentina. INTA Colección científica, Buenos Aire, vol 3, 388 p.
- Casagrande, G., Vergara, G., Suarez, A., Perez, S., Sierra, E., Cony, P. 2001. Caracterización agroclimática de las heladas en el este de la provincia de La Pampa (Argentina). Rev. Fac. Agronomía. UNLPam Vol. 12 N°1. ISSN 0326-6184.
- Casagrande, G., Deanna, M., Farrell, A., Babinec, F. 2012. Estadísticas agroclimáticas de la EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". Periodo 1973-2011. INTA Ediciones. Publicación Técnica N° 88. ISSN 0325-2132
- Da Motta, F. 1961. Geadas de primavera no Rio Grande do Sul. Cir. Inst. Agron. S. Pelotas. Brasil.: 1-15
- Damario, E.A. y Pascale, A.J., 1993/94. Métodos de estimación de las fechas medias de primeras y últimas heladas. Rev. Fac. Agr. UBA, 16(3):253-263
- Gilbert, N. 1980. Estadística. Nueva Editorial Interamericana. S.A. México. 310pp.
- Pascale, D. y Damario, E. 2004. Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Organización Meteorológica Mundial (O.M.M). 1990. Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos. (Traducción de la 5a edición inglesa de 1983). Public. N° 8. Secretaría de la O.M.M.- Ginebra, Suiza.

AGRADECIMIENTOS:

Se agradece a los ingenieros agrónomos Graciela Vergara y Guillermo Casagrande por la revisión, correcciones y sugerencias realizadas a este trabajo, y un reconocimiento especial al ing. Casagrande por su destacada labor técnica en su trayectoria por esta EEA y a la tarea de observación y registro de Maria Deanna a largo de estos años. Su trabajo conjunto permitió poder contar con una excelente calidad de los datos para el análisis. Asimismo va un reconocimiento a todos los observadores de la EEA que durante estos 42 años colaboraron en el registro de la información de la estación meteorológica: Carlos Bustos, Aníbal Farrell, Marcelo Sereno, Pablo Sphan, Eduardo Gomez, Luis Barbutti, Jose Berhau; Hugo Bonetti, Elder Voorhes, Jose Coria, Domingo Burgos, Julio Nungeser, Nelly Jordanes y Julio Jordanes.

Las heladas tienen la potencialidad de ocasionar daños a la producción agropecuaria, determinar modificaciones en los calendarios de siembra y cosecha, en la elección de cultivos y variedades agrícolas y muchas veces se traducen en pérdidas significativas de rendimiento y calidad de productos de origen agropecuario. Disponer de un adecuado conocimiento de este fenómeno en una localidad o región resulta fundamental para poder prever su posibilidad y probabilidad de ocurrencia, de esta manera adecuar la planificación y el empleo de recursos tecnológicos disponibles en pos de prevenir o atenuar sus efectos. Esta publicación tuvo como objetivo caracterizar el régimen agroclimático de heladas para la localidad de Anguil, La Pampa, en una serie de 42 años. La frecuencia anual media de heladas registradas en abrigo meteorológico fue de 51 días, la correspondiente a heladas registradas a nivel de superficie fue de 93 días. La fecha media de primera helada meteorológica es el 25 de abril (± 16 días), en tanto que la de última helada es el 9 de octubre (± 19 días). El periodo medio con heladas es de 168 días (± 25). El fenómeno en Anguil llegó a superar una duración de más de 15 horas, pero lo más frecuente es una duración de hasta 5 horas. La máxima intensidad que alcanzó una helada meteorológica en el periodo de años estudiado fue de $-13,2^{\circ}\text{C}$ durante julio de 2007, ese día a nivel de piso se registró $-19,7^{\circ}\text{C}$. Los registros en abrigo comprendidos entre $0,0^{\circ}\text{C}$ y $-5,9^{\circ}\text{C}$ totalizaron el 89,4% del total. Durante la estación de verano existieron años con registros bajo $0,0^{\circ}\text{C}$ a nivel de piso. Según los índices de peligrosidad obtenidos, las temperaturas que anteceden a la ocurrencia de las heladas tempranas y las que preceden a las tardías son relativamente altas, el fenómeno de heladas puede ocurrir en periodos de alta actividad metabólica de los cultivos, cuando éstos son más susceptibles a las bajas temperaturas. Durante los últimos años se manifestó una reducción en la peligrosidad de heladas primaverales.

