

Caracterización probabilística del régimen térmico para la zona de Pergamino (Buenos Aires), Argentina

Totis de Zeljkovich, L. E. ; E. Frutos; C. Améndola; O. G. Perez; S. Martínez y L. Funston.

RESUMEN

Se realizó la caracterización probabilística del régimen térmico de la zona de Pergamino (Buenos Aires), Argentina, con la finalidad de conocer su dinámica para su posterior utilización en la planificación de actividades y evaluación de riesgos.

Se analizaron las temperaturas mínimas y máximas del aire en abrigo meteorológico y a la intemperie y del suelo a 5 y 10 cm de profundidad, en intervalos de 2°C, cada 10 días. Se consideró una serie de 24 años (1967-1990) proveniente del Observatorio Meteorológico de la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Se presentan las probabilidades de ocurrencia para cada uno de los intervalos, cuartiles, valores mínimos y máximos de las variables analizadas.

PALABRAS CLAVE: temperaturas, ajuste a distribución normal, probabilidades.

Totis de Zeljkovich, L. E.; E. Frutos; C. Améndola; O. G. Perez; S. Martínez y L. Funston. 1995. Probabilistic characterization of the thermic regime in the area of Pergamino (Buenos Aires), Argentina. *Agriscientia*, XII (Special Issue): 61-69

SUMMARY

Probabilistic analysis of thermic regime in the area of Pergamino (Buenos Aires), Argentina, was used to find out the thermic regime dynamics to be applied in activity planning and risk evaluations.

The variables studied were frequency of air temperatures in meteorological shelter and outside, and of soil - 5 and 10 cm deep - with intervals of 2°C every 10 days. Twenty four-year data (1967-1990) from the Agrometeorological Observatory at Pergamino Experimental Station were used. Occurrence probabilities for each interval, quartile, maximum and minimum values of the variables are shown.

KEY WORDS: temperatures, fitness to normal distribution, probabilities

Totis de Zeljkovich L. E., E. Frutos, C. Améndola, O. G. Perez, S. Martínez y L. Funston., E.E.A. Pergamino, I.N.T.A. C.C. 31. 2700, Pergamino.

INTRODUCCIÓN

Los estudios frecuenciales de los factores climáticos brindan una visión dinámica de los fenómenos poniendo en evidencia las situaciones locales y su variabilidad y, en ausencia de tendencia de la variable, permiten incursionar en el terreno predictivo (Peguy, 1976; OMM, 1965). Además posibilitan el uso de la información climática existente en la evaluación de riesgos y en la planificación regional. Contribuyen también a un mayor conocimiento de las relaciones existentes entre el clima y el comportamiento de los seres vivos, particularmente de las plantas cultivadas (Baldy, 1986). El Observatorio Agrometeorológico de la Estación Experimental Agropecuaria de Pergamino, integrante de la red de Estaciones Agrometeorológicas del I.N.T.A., creadas en el año 1965, en convenio con el Servicio Meteorológico Nacional, provee la información para los trabajos realizados en la zona de Pergamino. En 1990 se publicaron los primeros resultados del análisis probabilístico de las temperaturas mínimas y máximas del aire para Pergamino (Totis de Zeljkovich *et al.*, 1990). Posteriormente se continuó con las probabilidades de ocurrencia de la primera y última helada (Totis de Zeljkovich *et al.*, 1992), cuartiles y valores máximos y mínimos de las temperaturas del aire (Totis de Zeljkovich y Frutos, 1993a) y del suelo (Totis de Zeljkovich y Frutos, 1993b). En el presente trabajo se determinaron las probabilidades de las temperaturas del aire y del suelo para períodos de 10 días en la zona de Pergamino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la serie de 24 años (1967-1990) del Observatorio Agrometeorológico de la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, se analizaron las temperaturas del aire y del suelo. En el primer caso se consideraron los registros en abrigo meteorológico (A.M.) tipo B (temperaturas mínimas, medias obtenidas de los valores horarios y máximas) y a la intemperie: temperatura del aire a 50 cm sobre la superficie del suelo (índice actinotérmico: I.A.). En el segundo caso se consideraron las temperaturas del suelo a 5 y 10 cm de profundidad correspondientes a los valores observados de los geotermómetros a las 08.00 hs del meridiano de Greenwich (45° lat. oeste) y a las 14.00 hs del mismo, asumidas como mínimas y máximas respectivamente.

Para cada una de las variables estudiadas se calcularon las frecuencias observadas de cada intervalo de 2°C para cada uno de los tres períodos de 10 días (décadas) de cada mes. Se probó el ajuste a una distribución normal de las frecuencias relativas esperadas y se obtuvieron las probabilidades para cada intervalo de temperatura y los cuartiles (Q1, Q2, Q3) (Totis de Zeljkovich *et al.*, 1990) así como los valores mínimos (Vm) y máximos (VM). Estos últimos corresponden al límite inferior del intervalo de menores temperaturas y al límite mayor del intervalo de mayores temperaturas respectivamente, para cada década. Se trabajó con el paquete estadístico S.A.S. (Statistical Analysis System, 1990).

En el presente trabajo los resultados de las variables utilizadas fueron agrupados en 6 tablas. La información completa ha sido presentada para su publicación y uso en la E.E.A.Pergamino (Totis de Zeljkovich *et al.*, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Figuras 1 y 2 ilustran la distribución de frecuencias y las frecuencias relativas acumuladas para los valores observados y esperados respectivamente, correspondientes a las temperaturas máximas del aire durante una de las décadas estudiadas (tercera de diciembre). Las distribuciones de las variables analizadas se ajustaron en general a una normal (chi-cuadrado no significativo). Si bien la utilización de un intervalo decádico no es suficiente para regularizar las probabilidades de ocurrencia a los fines de estimaciones de riesgos, se recomienda su empleo dado la imprecisión de las observaciones fenológicas (De Villele *et al.*, 1991). Por otra parte, sería necesario contar con un centenar de años para que la evolución de las probabilidades diarias pueda representarse por una curva regular (Durand, 1967).

En la Tabla 1 figuran las temperaturas correspondientes a los cuartiles y los valores mínimos y máximos obtenidos para las temperaturas mínimas, medias y máximas del aire en A.M. y para las temperaturas mínimas del aire a intemperie (I.A.), que caben esperarse en la zona para cada década de los distintos meses del año. En las Tablas 2 y 3 figuran los mismos valores para las temperaturas del suelo a 5 y 10 cm de profundidad. Así por ejemplo, para la primera década con heladas en A.M. (segunda de abril, Tabla 1) caben esperarse registros

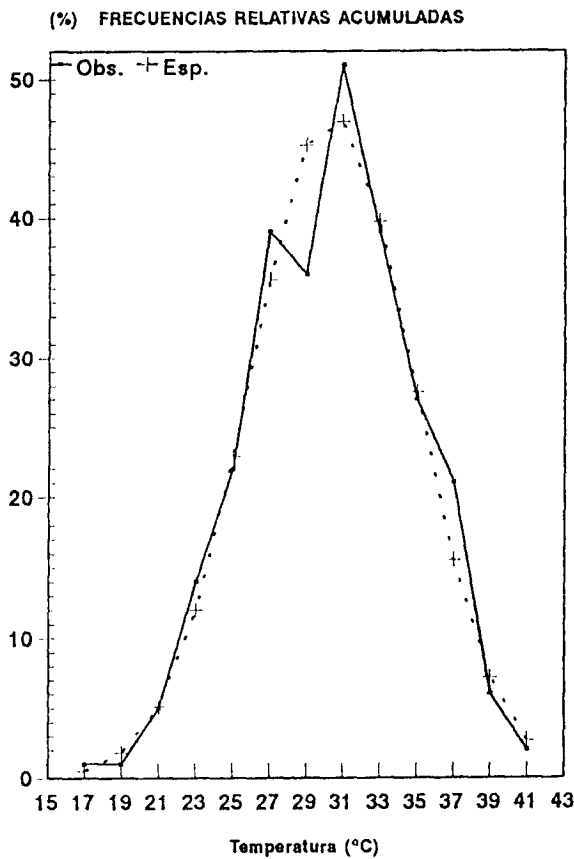


Figura 1. Distribución de Frecuencias relativas observadas y esperadas de T° máximas del aire en la 3a. década de diciembre.

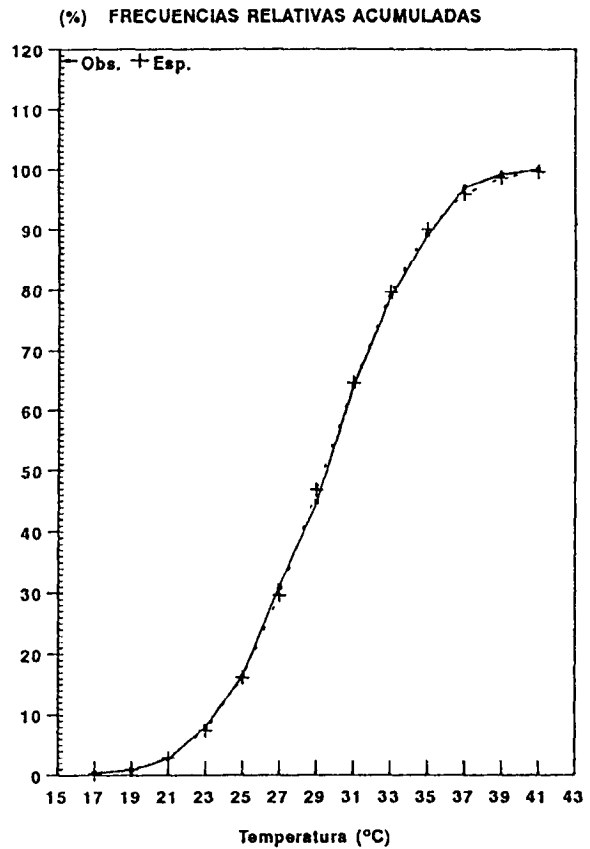


Figura 2. Frecuencias relativas observadas y esperadas acumuladas para la T° máxima del aire en la 3a. década de diciembre.

desde -2 (Vm) hasta 6.5 °C (Q1) en el 25 % de los días de la década y temperaturas hasta 12°C (Q3) en el 75 % de los días. Teniendo en cuenta que Q3-Q1=50 % de ocurrencia, en 5 de cada 10 días cabrán esperarse temperaturas entre 6.5 y 12 °C. En el 25 % de los días (1 de cada 4) se esperan temperaturas entre 12 (Q3) y 22 °C (VM). Cabe aclarar que estos valores de temperaturas corresponden al punto medio del intervalo utilizado.

La comparación entre los valores de las temperaturas mínimas del aire en A.M. e I.A. (Tabla 1), revela una anticipación de 20 días en la aparición de las primeras heladas y de 40 días más con probabilidades de ocurrencia de heladas tardías, considerando estos últimos.

En las Tablas 4, 5 y 6 figuran las probabilidades de ocurrencia de temperaturas del aire y del suelo iguales o menores a distintos intervalos de 2°C que caben esperarse para periodos de 10 días. Mediante el uso de las mismas

pueden determinarse los niveles de probabilidades con que cabe esperarse una determinada temperatura o intervalos de temperaturas, durante las distintas décadas del año. Así por ejemplo, en la Tabla 4, puede constatar que las heladas tardías a intemperie que pueden registrarse hasta la primera década del mes de diciembre, presentan en esta última una probabilidad de ocurrencia muy pequeña (del 0,23%), es decir que pueden producirse solamente en el 0,023% de esos 10 días. Respecto a las primeras heladas, éstas caben esperarse a partir de la segunda década de marzo con una probabilidad de 0,40%. Se observa también en el mismo cuadro que a partir de la primera década de mayo es probable que ocurran heladas en 1,6 de cada diez días (la probabilidad de tener temperaturas por debajo del intervalo -1°C es igual a 15,9%). La mayor probabilidad de ocurrencia de heladas corresponde a la segun-

Tabla 1. Temperaturas del aire en Pergamino, cada 10 días, en A M e I A para los niveles de Q1, Q2 y Q3 de probabilidad. Vm y VM observados

Mes	Déc	T° Min A M (°)					T° Media A M (°)					T° Máx A M (°)					T° Min Intemp (I A)(°)				
		Vm	Q1	Q2	Q3	VM	Vm	Q1	Q2	Q3	VM	Vm	Q1	Q2	Q3	VM	Vm	Q1	Q2	Q3	VM
Ene	1	4.0	13.1	15.5	18.0	24.0	12.0	20.4	22.6	24.7	32.0	14.0	26.7	29.4	32.0	40.0	4.0	11.0	13.7	16.4	24.0
	2	6.0	13.4	15.8	18.1	26.0	14.0	20.6	22.7	24.7	32.0	16.0	27.0	29.6	32.2	40.0	4.0	11.7	14.8	17.1	26.0
	3	6.0	13.3	15.8	18.1	26.0	14.0	20.0	22.2	24.5	32.0	18.0	26.1	29.0	31.9	40.0	4.0	11.2	14.0	16.8	26.0
Feb	1	6.0	12.9	15.0	17.2	24.0	14.0	19.3	21.3	23.4	30.0	18.0	25.2	27.8	30.5	40.0	4.0	10.9	13.5	16.1	22.0
	2	4.0	12.4	14.8	17.1	26.0	14.0	19.0	20.9	22.8	30.0	16.0	24.9	27.4	29.9	36.0	2.0	10.4	13.1	15.9	22.0
	3	4.0	12.2	14.8	17.3	24.0	14.0	19.2	21.2	23.2	30.0	18.0	25.4	27.9	30.4	40.0	2.0	10.6	13.4	16.2	24.0
Mar	1	2.0	12.0	14.4	16.9	26.0	12.0	18.3	20.4	22.5	30.0	18.0	24.2	26.8	29.5	38.0	2.0	10.3	13.2	16.0	24.0
	2	4.0	9.5	12.3	14.9	24.0	10.0	16.5	18.6	20.7	30.0	16.0	22.8	25.3	27.8	36.0	0.0	7.9	11.0	14.2	22.0
	3	2.0	9.0	11.7	14.5	26.0	10.0	15.5	17.8	20.1	30.0	14.0	21.3	24.1	26.8	36.0	0.0	7.7	10.9	14.1	26.0
Abr	1	0.0	7.3	10.2	13.2	22.0	10.0	14.0	16.3	18.5	26.0	12.0	20.6	23.0	25.5	32.0	-2.0	5.5	9.0	12.4	22.0
	2	-2.0	6.5	9.2	12.0	22.0	8.0	13.0	15.3	17.7	28.0	12.0	19.1	21.9	24.7	36.0	-4.0	4.7	8.0	11.2	22.0
	3	-2.0	5.1	8.4	11.8	24.0	6.0	11.7	14.3	16.9	28.0	12.0	18.5	21.1	23.4	34.0	-4.0	3.5	7.3	11.1	22.0
May	1	-6.0	3.0	6.1	9.3	20.0	2.0	10.0	12.6	15.2	24.0	10.0	17.0	19.8	22.7	32.0	-6.0	0.8	4.6	8.5	22.0
	2	-4.0	3.3	6.8	10.3	24.0	4.0	9.7	12.4	15.1	26.0	10.0	15.8	18.6	21.3	32.0	-6.0	2.0	6.1	10.2	24.0
	3	-6.0	2.3	5.6	8.9	20.0	2.0	8.6	11.2	13.8	24.0	8.0	14.8	17.1	19.7	30.0	-8.0	0.6	4.7	8.8	22.0
Jun	1	-6.0	0.4	3.8	7.2	18.0	2.0	6.4	9.1	11.8	20.0	6.0	12.1	14.8	17.5	26.0	-8.0	-1.0	2.7	6.4	18.0
	2	-12.0	-0.7	2.7	6.0	18.0	-4.0	5.6	8.2	10.8	20.0	4.0	11.7	14.3	16.8	24.0	-12.0	-2.6	1.4	5.4	18.0
	3	-6.0	0.4	3.8	7.2	22.0	0.0	6.0	8.6	11.1	22.0	6.0	9.5	12.2	14.9	28.0	-8.0	-0.9	2.9	6.7	18.0
Jul	1	-6.0	1.8	5.4	8.9	20.0	0.0	5.8	8.5	11.2	20.0	6.0	11.5	14.1	16.8	26.0	-10.0	-1.3	3.2	7.7	16.0
	2	-4.0	2.2	5.5	8.8	20.0	0.0	6.0	8.8	11.7	22.0	4.0	11.7	14.7	17.7	28.0	-10.0	-1.1	3.0	7.0	18.0
	3	-4.0	2.5	5.6	8.8	22.0	2.0	6.2	8.8	11.4	22.0	4.0	11.6	14.7	17.7	32.0	-8.0	-0.5	3.1	6.8	20.0
Ago	1	-6.0	1.0	3.9	6.8	18.0	2.0	7.1	9.3	11.6	20.0	8.0	12.4	15.2	17.9	28.0	-6.0	0.1	3.5	6.9	18.0
	2	-6.0	0.4	3.2	6.1	18.0	2.0	7.4	9.9	12.4	22.0	8.0	13.7	16.8	19.8	30.0	-8.0	-0.9	2.3	5.6	16.0
	3	-6.0	0.9	3.9	6.8	16.0	4.0	7.8	10.3	12.7	22.0	8.0	14.1	16.9	19.7	32.0	-6.0	-0.8	2.5	5.8	18.0
Set	1	-6.0	1.3	4.6	7.9	20.0	4.0	8.8	11.6	14.4	26.0	8.0	15.8	18.8	21.9	32.0	-8.0	-0.8	2.8	6.5	20.0
	2	-2.0	2.3	5.1	7.8	20.0	4.0	9.5	11.7	14.0	24.0	8.0	15.4	18.3	21.2	32.0	-6.0	0.6	4.1	7.5	20.0
	3	-2.0	4.3	6.9	9.5	20.0	6.0	11.0	13.4	15.8	26.0	8.0	16.5	19.7	22.8	32.0	-6.0	2.2	5.5	8.7	20.0
Oct	1	-4.0	4.6	7.6	10.5	22.0	6.0	11.5	14.0	16.3	28.0	12.0	17.4	20.2	22.9	34.0	-6.0	3.0	6.5	10.1	22.0
	2	-2.0	5.9	8.6	11.3	20.0	8.0	13.0	15.1	17.3	26.0	10.0	19.0	21.7	24.4	36.0	-4.0	4.1	7.4	10.6	20.0
	3	0.0	7.5	10.1	12.6	20.0	8.0	14.1	16.3	17.5	28.0	12.0	19.7	22.4	25.1	36.0	-2.0	6.1	9.1	12.1	24.0
Nov	1	2.0	8.2	10.6	12.8	22.0	8.0	14.8	16.9	19.0	28.0	12.0	20.5	23.2	26.0	38.0	-2.0	6.2	9.1	11.9	22.0
	2	2.0	9.2	11.6	14.1	22.0	12.0	16.1	18.3	20.5	28.0	14.0	21.8	24.5	27.2	36.0	-2.0	7.0	10.0	13.1	24.0
	3	2.0	9.9	12.4	14.8	24.0	10.0	17.4	19.6	21.8	30.0	16.0	23.6	26.3	28.9	38.0	-4.0	7.4	10.4	13.5	22.0
Dic	1	4.0	11.0	13.5	16.1	24.0	12.0	18.4	20.7	23.0	32.0	16.0	24.6	27.5	30.4	39.0	-2.0	9.1	12.1	15.1	24.0
	2	4.0	11.8	14.2	16.5	24.0	12.0	18.8	21.0	23.1	32.0	14.0	24.8	27.6	30.4	42.0	2.0	10.1	12.8	15.4	24.0
	3	6.0	13.1	15.4	17.9	28.0	14.0	20.1	22.5	24.9	34.0	16.0	26.3	29.4	32.4	42.0	2.0	11.0	13.6	16.3	28.0

(*) Serie 1967 - 1990

da década de junio (33,9%), es decir que durante la misma pueden producirse en 3 de cada 10 días. Luego la probabilidad de heladas disminuye en la tercera década de junio, aumenta en la primera de julio y comienza a disminuir nuevamente. En la segunda década de agosto presenta el segundo pico (24,5% o 2 de cada 10 días). También puede deducirse que duran-

te la década más fría (segunda de junio) se van a producir heladas por ejemplo entre -5 y -1°C en aproximadamente 2 de cada 10 días ($P[-1] - P[-5] = 19,4\%$). Para la misma década cabrán esperarse temperaturas hasta 15°C en el 99,0% de los días. Es decir que solamente podrán registrarse temperaturas mínimas superiores a ese nivel en el 1% de los días.

Tabla 2. Temperaturas del suelo a 5 cm de profundidad en Pergamino, cada 10 días, para los niveles de Q1, Q2 y Q3 de probabilidad. Vm y VM observados

M e s e s	D í a	Temperatura Mínima (°)				Temperatura Máxima (°)					
		Vm	Q1	Q2	Q3	VM	Vm	Q1	Q2	Q3	VM
Ene	1	14.0	20.6	22.2	23.1	30.0	16.0	27.2	29.4	31.8	38.0
	2	14.0	20.8	22.4	24.0	30.0	18.0	26.7	29.3	31.9	42.0
	3	16.0	20.3	21.9	23.5	30.0	20.0	26.1	28.5	30.8	40.0
Feb	1	16.0	19.7	21.3	22.7	28.0	18.0	25.1	27.4	29.8	38.0
	2	16.0	19.4	20.8	22.3	26.0	20.0	24.5	26.6	28.7	40.0
	3	14.0	19.1	20.6	22.4	28.0	20.0	24.4	26.6	28.8	40.0
Mar	1	16.0	19.2	20.4	21.9	28.0	16.0	21.5	23.5	25.5	32.0
	2	12.0	16.7	18.3	20.0	26.0	16.0	19.3	21.6	23.4	32.0
	3	12.0	15.6	17.4	19.2	28.0	14.0	18.0	20.0	21.9	30.0
Abr	1	12.0	15.6	17.1	19.2	28.0	12.0	17.0	18.6	20.3	26.0
	2	8.0	13.1	14.6	16.3	22.0	10.0	15.2	17.2	19.1	26.0
	3	8.0	11.6	13.7	11.6	22.0	10.0	14.2	16.0	17.8	26.0
May	1	4.0	9.6	11.6	13.6	20.0	8.0	13.8	15.8	17.7	24.0
	2	4.0	9.0	11.2	13.3	22.0	10.0	13.0	14.8	16.7	26.0
	3	4.0	7.9	10.0	12.2	20.0	8.0	11.5	13.5	15.4	22.0
Jun	1	2.0	5.9	8.3	10.7	18.0	6.0	9.5	11.5	13.5	22.0
	2	0.0	5.0	7.2	9.4	18.0	4.0	8.6	10.5	12.4	18.0
	3	2.0	5.2	7.4	9.5	18.0	6.0	8.4	10.3	12.2	20.0
Jul	1	0.0	4.8	7.1	9.5	16.0	4.0	8.3	10.3	12.4	20.0
	2	0.0	4.6	7.0	9.5	18.0	4.0	8.3	10.3	11.4	20.0
	3	0.0	5.0	7.2	9.4	18.0	4.0	8.4	10.5	12.6	20.0
Ago	1	2.0	5.4	7.4	9.4	18.0	8.0	9.4	11.0	12.6	20.0
	2	2.0	5.8	7.8	9.8	16.0	8.0	10.2	12.0	13.7	20.0
	3	2.0	4.6	8.5	10.5	16.0	8.0	11.2	12.6	14.3	22.0
Set	1	2.0	7.2	9.3	11.3	18.0	8.0	12.2	14.1	16.0	22.0
	2	4.0	8.7	10.4	11.2	20.0	8.0	13.2	15.0	16.8	24.0
	3	8.0	10.1	11.8	13.3	20.0	10.0	14.8	16.7	18.7	26.0
Oct	1	8.0	11.0	12.6	14.3	22.0	12.0	15.5	17.4	19.2	28.0
	2	10.0	12.5	14.1	15.7	22.0	12.0	17.7	19.6	21.5	28.0
	3	10.0	14.1	15.7	17.1	24.0	12.0	18.4	20.4	22.4	30.0
Nov	1	12.0	15.2	16.5	18.0	24.0	14.0	19.8	21.9	24.1	30.0
	2	12.0	16.3	17.9	19.4	26.0	16.0	21.4	23.4	25.6	30.0
	3	10.0	17.6	19.1	20.6	26.0	18.0	23.3	25.6	27.9	38.0
Dic	1	14.0	19.0	20.4	22.1	28.0	18.0	24.5	27.0	29.4	38.0
	2	14.0	19.3	20.8	22.4	28.0	18.0	26.5	29.1	31.6	40.0
	3	16.0	20.1	21.9	23.8	30.0	20.0	26.3	28.8	31.2	40.0

(*) Serie 1967 - 1990

Tabla 3. Temperaturas del suelo a 10 cm de profundidad en Pergamino, cada 10 días, para los niveles de Q1, Q2 y Q3 de probabilidad. Vm y VM observados.

Temperatura Mínima (°)					Temperatura Máxima (°)				
Vm	Q1	Q2	Q3	VM	Vm	Q1	Q2	Q3	VM
18.0	21.2	2.6	24.1	30.0	18.0	25.9	27.7	29.4	34.0
16.0	21.3	22.7	24.3	30.0	18.0	25.3	27.2	29.1	36.0
18.0	21.1	22.5	24.0	30.0	20.0	24.8	26.6	28.5	36.0
18.0	20.3	21.8	23.0	28.0	20.0	24.0	25.8	27.7	34.0
18.0	19.9	21.3	22.6	28.0	20.0	23.5	25.0	26.6	32.0
16.0	19.7	21.2	22.6	28.0	20.0	23.3	24.8	26.4	32.0
16.0	19.4	20.8	22.4	28.0	18.0	22.5	24.1	25.7	36.0
14.0	17.7	19.2	20.6	26.0	18.0	21.1	22.4	23.9	32.0
12.0	16.4	18.0	19.8	28.0	16.0	19.4	20.9	22.5	30.0
10.0	14.7	16.4	18.1	24.0	14.0	17.7	19.2	20.6	26.0
12.0	13.9	15.4	16.8	22.0	14.0	16.5	18.1	19.6	26.0
8.0	12.7	14.6	16.4	24.0	12.0	15.5	17.1	18.7	26.0
6.0	10.7	12.4	14.3	20.0	8.0	13.3	14.9	16.5	22.0
6.0	9.8	11.9	13.9	22.0	8.0	12.3	14.0	15.7	24.0
6.0	8.9	10.7	12.5	18.0	8.0	11.2	12.8	14.5	20.0
4.0	7.2	9.2	11.2	18.0	5.0	9.2	11.0	12.9	20.0
2.0	6.0	8.0	10.1	18.0	4.0	8.0	9.8	11.7	18.0
4.0	6.1	8.0	10.0	18.0	5.0	7.8	9.7	11.5	20.0
2.0	5.8	7.8	9.8	18.0	4.0	7.8	9.7	11.6	18.0
2.0	5.6	7.8	9.9	18.0	4.0	7.7	9.6	11.6	18.0
2.0	5.8	7.9	10.0	18.0	4.0	7.9	9.8	11.7	18.0
2.0	6.5	8.2	10.0	18.0	6.0	8.8	10.2	11.9	20.0
4.0	6.4	8.2	10.0	16.0	8.0	9.3	10.8	12.3	18.0
4.0	7.3	8.8	10.4	16.0	6.0	10.0	11.6	12.8	18.0
4.0	7.8	9.6	11.5	18.0	8.0	11.2	12.7	14.4	22.0
6.0	9.2	10.6	12.1	18.0	8.0	12.1	13.6	14.9	20.0
8.0	10.6	12.0	13.5	20.0	10.0	13.7	15.3	16.7	24.0
8.0	11.4	12.8	14.3	22.0	12.0	14.6	16.3	18.1	26.0
10.0	12.8	14.2	15.8	22.0	14.0	16.2	17.8	19.2	26.0
12.0	14.2	15.7	17.0	22.0	14.0	17.5	19.0	20.5	26.0
12.0	15.3	16.6	18.1	22.0	14.0	18.9	20.4	22.0	28.0
14.0	16.4	17.9	19.2	24.0	16.0	20.2	21.9	23.6	30.0
14.0	17.6	19.1	20.6	26.0	18.0	21.8	23.6	25.3	32.0
14.0	19.0	20.4	22.0	28.0	18.0	23.0	24.8	26.7	36.0
16.0	19.4	20.9	22.4	28.0	16.0	23.3	25.0	26.8	34.0
16.0	20.3	22.0	23.6	30.0	18.0	24.7	26.6	28.5	36.0

Del análisis de las Tablas 2, 3 y 5, se evidencia la baja probabilidad de ocurrencia de registros por debajo de 0°C en los suelos del área. Por otra parte también puede constatarse los altos niveles de probabilidad con que caben esperarse los intervalos mayores de temperatura tanto para las mínimas como para las máximas, aún durante los meses invernales (Tablas 5 y 6). Por ejemplo en la segunda década de julio caben esperarse temperaturas

mínimas de suelo a 5 cm por encima de 7°C y hasta 15°C en el 49,5% de los días de la década (Tabla 5) y temperaturas máximas superiores a 7°C y hasta 17°C en el 86,4% de los mismos (Tabla 6). Si bien estos valores no representan probablemente las temperaturas mínimas ocurridas en los suelos del área [la temperatura mínima del aire se produce en la zona entre las 04.30 y la 06.30 hs (Totis de Zeljkovich *et al.*, 1990)] dado el tipo de medición utilizada, pue-

Tabla 4. Probabilidades (%) de ocurrencia de temperaturas (Temp °C) mínimas del aire a intemperie iguales o menores a Temp (°C), que caben esperarse para períodos de 10 días en Pergamino

Temp(°C)	-13	-11	-9	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
Mes																			
Déc																			
Ene	1																		
	2																		
	3																		
Feb	1																		
	2																		
	3																		
Mar	1																		
	2																		
	3																		
Abr	1																		
	2																		
	3																		
May	1																		
	2																		
	3																		
Jun	1																		
	2																		
	3																		
Jul	1																		
	2																		
	3																		
Ago	1																		
	2																		
	3																		
Set	1																		
	2																		
	3																		
Oct	1																		
	2																		
	3																		
Nov	1																		
	2																		
	3																		
Dic	1																		
	2																		
	3																		

(*) Serie 1967 - 1990

den por si mismo explicar el por qué de la alta degradación de los rastrojos de los cultivos de la zona (Zeljovich *et al.*, 1992).

De la lectura de las tablas pueden conocerse también las variaciones de las temperaturas a través del año, detectándose las décadas en las que caben esperarse valores extremos, la mayor variabilidad entre las décadas que se produce en los meses de transición hacia el verano e invierno por el aumento o disminución progresiva de las temperaturas, los rangos de variación registrados en los 24 años, las diferencias de las temperaturas del suelo según la profundidad, etc.

Resaltan además de este análisis ciertas peculiaridades del clima de la zona, cual es el

ascenso de la temperatura que cabe esperarse durante la segunda década de junio, el descenso posterior durante la primera y segunda década de julio y nuevamente durante la segunda de agosto

CONCLUSIONES

El estudio probabilístico del régimen térmico del aire y del suelo realizado en base a la serie de datos registrados en el Observatorio Agrometeorológico de la E.E.A Pergamino, ha permitido conocer la dinámica de este factor climático así como posibilitar su pronóstico.

Sin pretender utilizar esta información a una escala puntual, este análisis permite detectar

Tabla 5. Probabilidades (%) de ocurrencia de temperaturas (Temp. °C) mínimas del suelo a 5 cm de profundidad iguales o menores a Temp. (°C), que caben esperarse para periodos de 10 días en Pergamino.

Temp.(°C)-		-1	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	
Mes	Déc.																
Ene	1								0.0	0.1	1.2	8.0	28.8	61.3	87.1	97.6	
	2								0.0	0.1	0.9	6.8	27.2	60.9	87.7	97.9	
	3									0.1	1.2	9.1	33.8	69.0	92.1	99.0	
Feb	1									0.1	2.0	13.9	45.0	79.8	96.4		
	2									0.2	2.7	18.2	54.0	86.7			
	3							0.0	0.7	5.6	23.5	55.6	84.3	96.9			
Mar	1									0.2	3.3	21.9	61.4	91.2	99.2		
	2							0.1	1.0	7.4	28.2	61.4	87.7	97.9			
	3							0.5	3.9	16.6	43.1	73.3	92.2	98.7	99.9		
Abr	1							0.5	3.9	16.6	43.1	73.3	92.2	98.7	99.9		
	2					0.0	0.7	5.4	23.3	55.9	84.8	97.1					
	3					0.9	4.8	17.2	40.9	68.5	88.4	97.2					
May	1			0.1	1.0	5.2	18.1	42.0	69.5	88.9	97.3						
	2			0.5	2.5	9.3	24.6	48.0	72.1	88.9	96.8	99.4					
	3			0.9	4.4	15.2	36.2	62.6	84.0	95.3	99.0						
Jun	1		1.6	5.9	16.4	34.7	57.7	78.2	91.4	97.4							
	2	0.6	2.8	9.8	25.0	47.8	71.3	88.1	96.4	99.2							
	3	2.1	8.2	22.7	45.7	70.3	87.9	96.5	99.3								
Jul	1	0.8	3.4	11.0	26.4	48.5	71.1	87.5	95.9								
	2	1.0	4.0	12.1	27.7	49.4	71.3	87.3	95.7	98.9							
	3	0.5	2.7	9.5	24.7	47.5	71.2	88.1	96.4	99.2							
Ago	1		1.3	6.4	20.3	44.4	70.9	89.3	97.3	99.6							
	2		0.8	4.6	16.3	39.1	66.6	87.2	96.7								
	3		0.3	2.1	9.7	28.5	56.5	81.5	94.8								
Set	1		0.2	1.6	7.1	21.8	46.4	72.5	90.1	97.6							
	2			0.1	1.3	7.9	28.2	60.0	86.1	97.2	99.7						
	3				1.5	10.3	36.4	71.5	93.1	99.2							
Oct	1				1.0	6.7	25.3	56.6	84.1	96.6	99.6						
	2					1.0	7.8	30.6	65.8	90.7	98.7						
	3					0.1	1.3	10.3	37.7	73.9	94.4	99.5					
Nov	1							0.2	2.9	20.3	59.0	90.1	99.0				
	2							0.1	1.2	9.2	34.3	69.8	92.6	99.1			
	3					0.0	0.0	0.2	2.8	16.3	47.9	80.9	96.4				
Dic	1								0.0	0.6	5.5	25.1	60.0	88.1	98.2		
	2								0.0	0.4	4.1	20.6	53.9	84.6	97.4		
	3									0.3	2.5	12.2	35.5	66.4	88.8	97.8	

(*) Serie 1967 -1990.

posibles efectos de las temperaturas sobre los cultivos, y representa una herramienta de interés en la planificación regional y evaluación de riesgos.

Dada la marcada variación de los volúmenes anuales de producción de la región pampeana, imputables en su mayor medida a la variabilidad climática, se reitera una vez más la importancia

Tabla 6. Probabilidades (%) de ocurrencia de temperaturas (Temp °C) máximas del suelo a 5 cm de profundidad iguales o menores a Temp (°C), que caben esperarse para periodos de 10 días en Pergamino.

Temp(°C)	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	
Mes	Déc.																		
Ene	1																		
	2	0 0 0.0 0.1 0.5 2.6 8.9 22.9 44.5 67.9 85.7 95.3																	
	3	0.1 0.3 1.4 4.9 12.9 27.3 46.9 67.3 83.5 93.4 97.9																	
Feb	1	0.3 1.4 5.3 15.2 33.0 56.0 77.0 90.8 97.2 99.4																	
	2	0.1 0.7 3.1 9.9 24.3 45.7 68.5 85.8 95.1 98.8																	
	3	0.6 3.2 11.7 29.8 55.1 78.4 92.6 98.2 99.7 100.0																	
Mar	1	0.9 3.9 12.8 30.4 54.3 76.7 91.2 97.6 99.5 99.9																	
	2	0.1 1.0 5.4 18.5 42.6 69.9 89.1 97.4																	
	3	0.3 2.9 14.2 39.9 71.3 91.6 98.6 99.9																	
Abr	1	0.5 3.4 13.8 36.1 64.6 86.6 96.7 99.5																	
	2	0.1 0.9 6.6 25.2 56.9 84.6 96.9																	
	3	0.2 1.4 6.7 21.8 47.4 74.2 91.4 98.1																	
May	1	0.2 2.2 11.3 34.1 65.2 88.3 97.7 99.7																	
	2	0.1 0.6 3.8 15.2 38.9 67.9 88.7 97.5																	
	3	1.6 8.0 25.2 52.8 79.1 93.9 98.9 99.9																	
Jun	1	0.9 5.0 18.2 43.1 71.3 90.2 97.9																	
	2	1.2 6.0 19.4 43.2 69.9 88.8 97.2 99.5																	
	3	0.2 1.8 9.0 28.4 57.8 83.3 95.8																	
Jul	1	2.3 10.7 31.2 60.1 84.3 96.0 99.4																	
	2	0.5 2.9 11.8 31.6 59.0 82.5 95.0 99.1																	
	3	0.6 3.3 12.5 32.2 59.0 82.0 94.6 98.9																	
Ago	1	0.6 3.2 11.8 30.5 56.4 79.7 93.4 98.5																	
	2	3.7 18.3 49.4 80.9 96.1 99.6																	
	3	1.9 10.8 34.2 66.6 89.6 98.2																	
Set	1	0.5 4.7 22.3 55.9 85.6 97.6 99.8																	
	2	0.4 2.7 12.1 34.0 63.5 86.5 96.9																	
	3	0.1 1.1 6.4 22.5 50.4 78.1 93.8 98.9																	
Oct	1	0.3 2.1 9.2 26.8 53.5 78.7 93.4 98.6																	
	2	0.7 4.6 17.9 44.0 73.1 91.7 98.4 99.8																	
	3	0.1 0.7 4.4 16.7 41.3 70.0 89.8 97.8																	
Nov	1	0.0 0.4 2.8 11.5 31.2 58.7 82.4 95.0 99.1																	
	2	0.2 1.1 5.2 16.8 38.2 64.0 84.6 95.3																	
	3	0.2 1.1 5.2 16.8 38.2 64.0 84.6 95.3																	
Dic	1	0.5 2.3 8.3 21.7 42.9 66.5 84.8 94.9 98.7 99.8																	
	2	0.3 1.3 4.7 13.3 29.1 50.4 71.6 87.1 95.4 98.8																	
	3	0.3 1.4 4.9 13.4 28.7 49.2 70.0 85.7 94.7 98.4 99.7																	
		0.3 1.3 5.0 14.1 30.6 52.6 73.7 88.6 96.2 99.1																	

(*) Serie 1967 - 1990.

de continuar estos análisis abarcando un mayor número de factores y distintas localidades, a los efectos de obtener una caracterización agroclimática probabilística de dicha región

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Sres. Ítalo Carradori, Ernesto Scodelari y a todos aquellos que colaboraron en la toma de las observaciones meteorológicas, por haber posibilitado la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- Baldy, CH, 1986. Agrométéorologie et développement des régions arides et semi-arides. Paris, INRA. 115 pp.
- De Villele, O, D. Ripoché et J. Chadoeuf, 1991. Approche agometéorologique du risque gelif. Application aux gèeles des printemps en arboriculture fruitière. Avignon. Montfavet. Station de Bioclimatologie et Station de Biométrie. 11 pp.
- Durand, R, 1967. Action de la température et du rayonnement sur la croissance. Ann. Phys. Veg. 9 (1) 5-27

- Organización Meteorológica Mundial., 1965. Guía de prácticas agrometeorológicas. Trad. por F. Albani y F. Prohaska. Buenos Aires. I.N.T.A. Publicación Miscelánea 34. 105 pp.
- Peguy, CH. P., 1976. Une nouvelle expression graphique de la variabilité interannuelle des climats: les calendriers de probabilités. Paris. Bulletin de l' Association de Géographes Français N° 431. pp 1-16.
- SAS., 1990. Statistical Analysis System. Version 6, 4° Edition, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Totis de Zeljkovich, L. E.; E. Frutos; C.M. Rebella, y L. Funston, 1990. Probabilidades de ocurrencia de temperaturas mínimas y máximas del aire en la zona de Pergamino (Pcia. Bs. As, R. Argentina). Pergamino, Estación Experimental Agropecuaria. I.N.T.A. Informe Técnico N° 235. 24 pp.
- Totis de Zeljkovich, L. E.; E. Frutos y L. Funston, 1990. Determinación del horario de ocurrencia de la temperatura mínima del aire en la región de Pergamino (Pcia. de Bs. As., R. Argentina). Pergamino, Estación Experimental Agropecuaria. I.N.T.A. Informe Técnico N° 239. 12 pp.
- Totis de Zeljkovich, L. E.; E. Frutos y L. Funston, 1992. Probabilidades de ocurrencia de la primera y última helada en la zona de Pergamino y su aplicación. Carpeta de Producción Vegetal. Serie Generalidades. Información N° 79. Tomo X.
- Totis de Zeljkovich, L. E. y E. Frutos, 1993a. Probabilidades de ocurrencia de temperaturas máximas y mínimas del aire para la zona de Pergamino (Pcia. Bs. As.). Carpeta de Producción Vegetal Serie Generalidades. Información N° 101. Tomo XI.
- Totis de Zeljkovich, L. E. y E. Frutos, 1993b. Probabilidades de ocurrencia de temperaturas del suelo para la zona de Pergamino (Pcia. Bs. As.). Carpeta de Producción Vegetal. Serie Generalidades. Información N° 103. Tomo XII.
- Totis de Zeljkovich, L.E.; E. Frutos; C. Amendola; O.G. Perez; S. Martinez y L. Funston, 1994. Caracterización Probabilística del Régimen Térmico para la Zona de Pergamino (Pcia.Bs.As.). Metodología y Tablas. Pergamino. Estación Experimental Agropecuaria. Informe Técnico, en prensa.
- Zeljkovich, V. J.; L.E. Totis de Zeljkovich, O.M. Hansen y L. A. Blotta, 1992. Eficiencia hídrica de los barbechos en la rotación trigo-soja-maíz con dos sistemas de labranza, en un suelo Argiudol típico serie Pergamino, República Argentina Pergamino Estación Experimental Agropecuaria Informe Técnico N° 266. 16 pp