

ASPECTOS CLIMÁTICOS Y AGROCLIMÁTICOS INÉDITOS O POCO DIFUNDIDOS SOBRE LA TEMPERATURA MÍNIMA EN LA ARGENTINA DURANTE EL SIGLO XX

DAMARIO E.A.¹; A.J. PASCALE¹ y R. RODRÍGUEZ²

Recibido: 24/06/11

Aceptado: 05/08/11

RESUMEN

Se analizan las características inéditas o poco conocidas de la variación, la variabilidad o la tendencia que manifestaron en la Argentina durante el siglo XX las expresiones diarias, medias mensuales y medias anuales de la temperatura mínima, utilizando información numérica y representaciones cartográficas.

La tendencia de los valores anuales de «Horas de Frío» y la primera carta realizada sobre las «Unidades de Frío» (modelo Utah), completan el análisis en el aspecto agroclimático.

Palabras clave. Temperatura mínima diaria; temperatura mínima media mensual; temperatura mínima media anual; índices agroclimáticos de «enfriamiento invernal».

UNPUBLISHED OR LITTLE KNOWN CLIMATIC AND AGROCLIMATIC ASPECTS OF THE MINIMUM TEMPERATURE IN ARGENTINA DURING THE 20TH CENTURY

SUMMARY

Unpublished information about variation, variability and trend of the minimum temperature in Argentina during past century is numerical and cartographically analysed.

Annual trend of rest «Chilling Hours» and the «Chilling Units» (Utah model) original chart complete the agroclimatic aspect.

Key Words. Minimum daily temperature; monthly mean minimum temperature; anual mean minimum temperature; agroclimatic indices of «winter chilling».

INTRODUCCIÓN

Dentro del régimen térmico general, siempre ha sido destacada la acción bioclimática agrícola de la temperatura mínima. Sus efectos sobre los cultivos merece la atención permanente de los investigadores agrometeorólogos con mayor énfasis que los causados por la temperatura máxima y, así, abundan los estudios referentes al régimen de temperatura mínima y sus acciones varias sobre la posibilidad de crecimiento, desarrollo y productividad de las especies vegetales en general, y de las agrícolas en particular.

El conocimiento detallado de las características que presenta el régimen de la temperatura mínima es indispensable en todos aquellos estudios para determinar ubicación de cultivo, elección de especies y variedades, planificación de labores y técnicas, así como de toda otra referencia que asegure el éxito del emprendimiento.

1 Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas de la FAUBA. Av. San Martín 4453. 1417. Buenos Aires

2 Instituto de Clima y Agua –CIRN-INTA, Las Cabañas y los Reseros s/n. 1712 Castelar, Pcia. de Buenos Aires.

El conocimiento adquirido por los autores a través de numerosos estudios sobre la temperatura mínima en el siglo pasado, y de sus efectos en problemas agrícolas, se tradujo en las 26 publicaciones que se enlistan en el Anexo.

En algunos de estos estudios se analizó el aspecto climático puro que presentan regionalmente las diferentes formas de expresión de las temperaturas mínimas y, en otros, se desarrollaron índices agroclimáticos originales aplicables a la interpretación de sus efectos sobre el proceso productivo agrícola. En general, se utilizó la información climática y meteorológica oficial editada, aunque en ciertos casos se debió recurrir a datos no publicados y, en otros, la información se calculó mediante métodos de estimación especialmente desarrollados.

La información que ahora se presenta, inédita o parcialmente publicada, completa el conocimiento anterior, poniendo especial énfasis en las características de variabilidad y tendencia temporal de los valores. Los estudios que se presentan cubren períodos temporales varios dentro del siglo XX, los que se indican en cada caso y para cuya realización se utilizó información meteorológico-climática que no se cita especialmente, pero que integra el inventario climatológico publicado en la Argentina.

A lo largo del siglo XX, varios de los observatorios meteorológicos del Servicio Meteorológico Nacional tuvieron cambio en su lugar de instalación, por lo que los valores térmicos provistos por los mismos deben ser considerados teniendo en cuenta esta circunstancia. Durante la década del 50' muchos pasaron a instalarse en aeródromos y la instalación en lugar más libre, significó eliminar, o cuando menos reducir, las posibles influencias de crecimiento urbanístico, demográfico o de actividades humanas que pudieron haber afectado las observaciones anteriores.

En la misma década del 50' el INTA comenzó a desarrollar la Red de Estaciones Agrometeorológicas en sus estaciones experimentales agropecuarias proveyendo datos meteorológicos absolutamente confiables, los que también fueron utilizados para este estudio.

El resultado económico de muchos emprendimientos agrícolas sólo es apreciable a través de varios años de realización, pues son muchos los factores de toda índole que le imprimen un alto grado de variabilidad, ocupando los climáticos un lugar destacado y a veces fundamental. Es por ello que la información agroclimática debe suministrar algún estadístico de variabilidad, además de los valores medios y extremos. Por otra parte, aceptando la conveniencia de prever con suficiente anticipación las medidas que se deberán tomar en la agricultura para responder a cualquier posible modificación futura de las condiciones climáticas, es necesario que la información contenga referencia sobre la tendencia presentada por los distintos elementos meteorológicos en el pasado y de acuerdo a ella poder anticipar las transformaciones necesarias.

A. TEMPERATURA MÍNIMA DIARIA (*tmd*)

1. Variación secular de las temperaturas mínimas diarias

El universo de temperaturas mínimas diarias registradas durante el siglo XX, manifestó un aumento significativo. Las diferencias entre los promedios de las temperaturas mínimas diarias de cada uno de los períodos semiseculares 1901/50 y 1951/2000 (considerando cantidades de años equivalentes) que se indican en el Cuadro 1, para algunas localidades seleccionadas por la continuidad observacional mayor de 80 años, permiten confirmar la generalización territorial del aumento, y el incremento superior durante el período invernal.

CUADRO 1. Diferencia (°C) entre los promedios de temperaturas mínimas diarias de los períodos semiseculares 1951/2000 y 1901/50 (x= significativo; xx muy significativo).

Localidad	Enero	Julio
Rivadavia	0,67 x	1,00 xx
Ceres	0,68 x	1,16 xx
T. Lauquen	0,68 x	1,00 x
Victorica	0,43 x	0,86 xx
Buenos Aires	1,50 xx	1,38 xx
Córdoba	0,85 xx	1,55 xx
Cipolletti	1,41 xx	1,53 xx

Es posible que estas diferencias no respondan únicamente a una variación climática y que en parte obedezcan a otros factores. En Buenos Aires y Córdoba las altas diferencias se deben al crecimiento urbano y demográfico con todos sus efectos acompañantes, mientras que en Cipolletti el establecimiento y paulatino aumento del área cultivada y de regadío explicaría las diferencias computadas.

2. Variabilidad estacional de las temperaturas mínimas diarias

Las series de *tmd* con las que se construyen los diversos promedios climáticos manifiestan una variabilidad regional y estacional acorde con la conocida variación de los factores del régimen térmico. A pesar de que no presentan distribución totalmente gaussiana, la asimetría que manifiestan es reducida y no siempre de igual signo por lo que la desviación típica (σ *tmd*) puede ser una medida adecuada de su grado de variabilidad.

Las cartas inéditas de las Figuras 1 y 2, se confeccionaron con las *ótmd* de la serie 1971//2000, como los valores medios de los tres meses integrantes de cada estación térmica del año. Puede apreciarse que en el territorio al norte de los 40 grados de latitud, el verano presenta una gran estabilidad térmica ya que solamente en la mitad septentrional de la provincia de Buenos Aires y este de la de La Pampa se supera el valor de $\sigma_{tmd} = + 3,5^\circ$. Por el contrario, es notoria la variabilidad durante el invierno térmico que registra desviaciones típicas superiores a 6° en la parte central del Parque Chaqueño. Solamente la región de Cuyo mantiene valores similares de variación en verano e invierno y en la región Patagónica se opera en invierno un pequeño incremento. En las estaciones intermedias, el otoño muestra regionalmente una mayor variación como preparación para la etapa invernal, mientras que los valores de la primavera anticipan la casi estabilidad térmica estival.

3. Tendencia secular de la temperatura mínima diaria

El aumento secular señalado para las temperaturas mínimas diarias, se refleja en los valores de tendencia que manifiestan en todo el territorio del país, aunque con magnitudes regionales y estacionales distintas.

Los valores de tendencia secular del período 1901/90 correspondientes a cuatro observatorios de registros, a los que se agregan Río Gallegos y Ushuaia, se reproducen en el Cuadro 2, para cuatro meses del año.

CUADRO 2. Tendencia en ° C/año (1901/90) de los meses que representan las estaciones térmicas.

	Rivadavia	Ceres	Trenque Lauquen	Victorica	Río Gallegos	Ushuaia
Enero	0,020	0,018	0,023	0,010	0,042	0,006
Abril	0,012	0,005	0,010	0,006	0,041	0,006
Julio	0,023	0,032	0,029	0,021	0,004	-0,010
Octubre	0,029	0,025	0,030	0,012	0,042	0,006

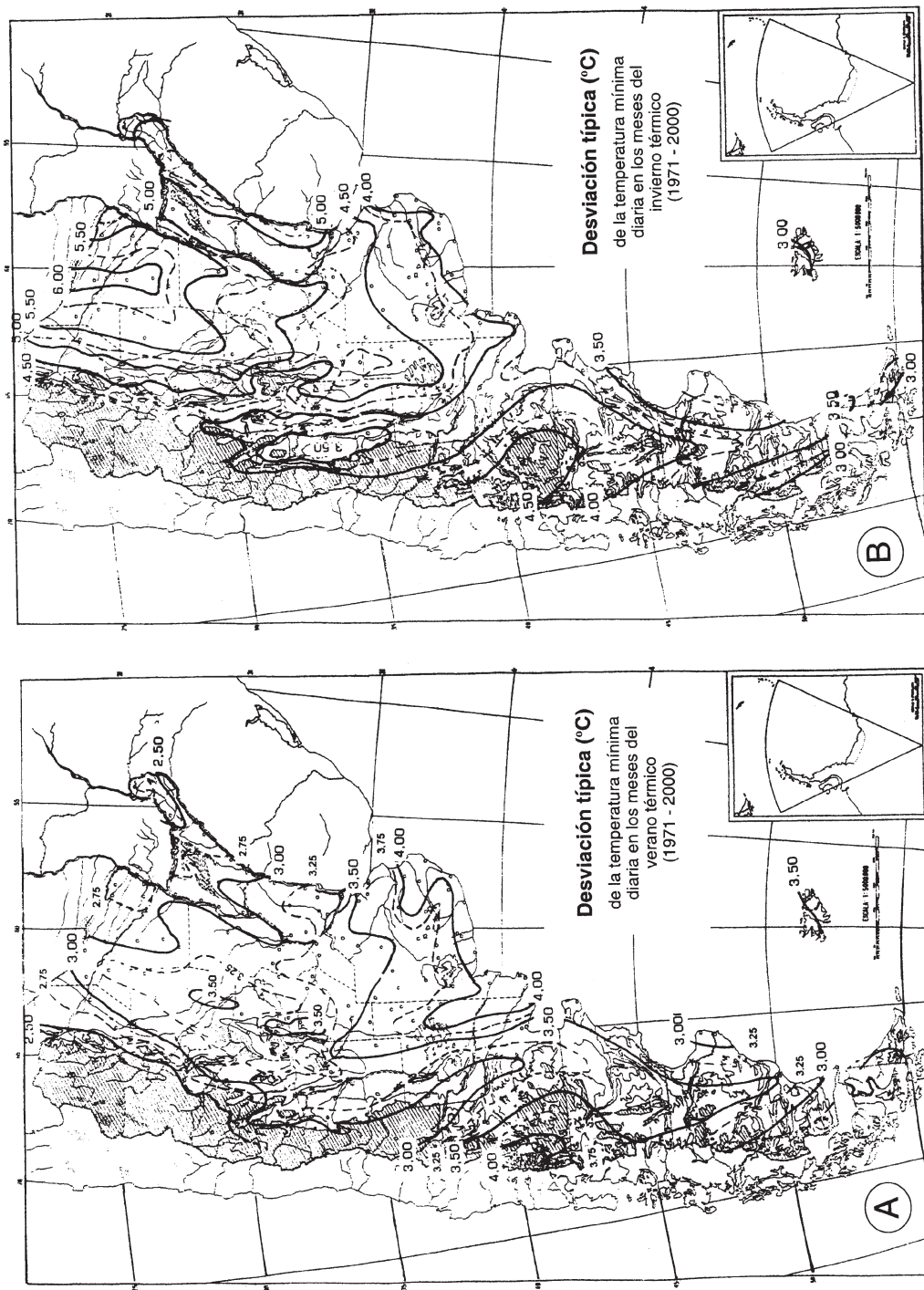


FIGURA 1. Variabilidad media trimestral de las temperaturas mínimas diarias. A: en el verano térmico (diciembre, enero y febrero); B: en el invierno térmico (junio, julio y agosto).

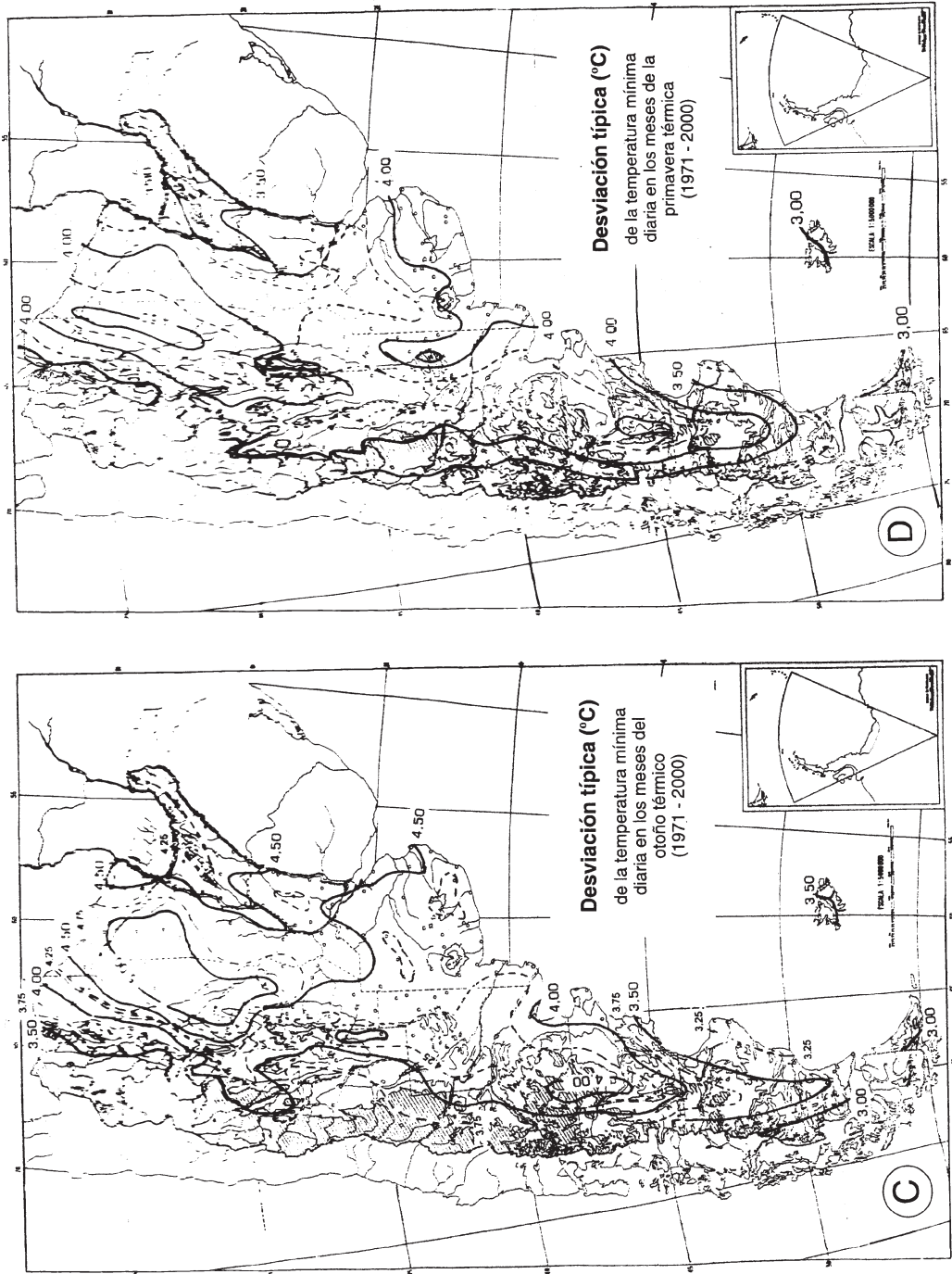


FIGURA 2. Variabilidad media trimestral de las temperaturas mínimas diarias. C: en el otoño térmico (marzo, abril, y mayo); D: en la primavera térmica (septiembre, octubre y noviembre).

En general, es el mes de abril representante del otoño, el que registra menor tendencia y octubre, mes central de la primavera térmica, es en el cual se anotan los mayores valores. Llama la atención la escasa tendencia de Ushuaia y su valor negativo en el período invernal.

El cálculo de regresión lineal aplicado a las temperaturas mínimas diarias registradas en unos 60 observatorios de todo el país en el período 1941-90, computó regionalmente, en los meses térmicamente extremos del año, las tendencias promedio de todas las localidades incluidas en cada región, indicadas en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Tendencias regionales de las temperaturas mínimas diarias en el período 1941-90 (°C/año).

Región	Nº de observatorios	Enero	Julio
Noroeste	8	0,012	0,028
Chaqueña	9	0,030	0,016
Litoral	9	0,018	0,018
Cuyo	7	0,015	0,024
Pampeana	12	0,020	0,015
Patagonia	10	0,010	-0,010

Regionalmente, se confirma en la Patagonia la tendencia negativa mostrada en invierno para Ushuaia.

Los valores del Cuadro 4 confirman las tendencias anteriores y permiten apreciar los cambios producidos en las temperaturas mínimas diarias y las elevadas tendencias, indicativas de la existencia de una marcada declinación en las series computadas.

CUADRO 4. Promedio (x) y tendencia (b) para frecuencia anual de temperaturas mínimas diarias inferiores a diferentes umbrales en el período 1965-2003 en localidades de la Región Pampeana.

** P = 0,01, * P = 0,05, ns = no significativo.

Umbral °C		Pergamino	Anguil	Castelar	C. del Uruguay	H. Ascasubi	M. Juárez	Paraná	Reconquista
T<20	x	351,4	360,1	343,5	332,4	359,4	343,1	325,6	291,3
	B	-0,10	-0,06	-0,39	-0,17	-0,17	-0,43	-0,38	-0,18
	Sig.	ns	ns	**	ns	*	**	**	ns
T<14	x	246,5	293,2	233,3	207,5	302,7	221,6	189,6	151,3
	B	-0,65	-0,58	-0,85	-0,86	-0,56	-1,19	-0,53	-0,43
	Sig.	**	**	**	**	**	**	**	ns
T<8	x	127,2	184,5	111,3	93,3	184,7	110,3	74,2	58,8
	B	-0,34	-0,77	-0,46	-0,05	-0,89	-0,80	-0,27	-0,15
	Sig.	ns	**	**	ns	**	**	ns	ns
T<0	x	19,6	52,8	13,8	8,6	41,4	17,3	3,4	3,4
	B	-0,11	-0,50	-0,17	0,001	-0,24	-0,24	0,03	-0,03
	Sig.	ns	**	**	ns	ns	*	ns	ns
T<-2	x	7,1	29,7	4,9	2,2	20,2	7,1	0,6	0,7
	B	-0,12	-0,38	-0,07	0,03	-0,16	-0,12	0,003	-0,01
	Sig.	*	*	*	ns	ns	*	ns	ns
T<-4	x	2,1	14,9	0,7	0,2	8,1	2,4	0	0,1
	B	-0,07	-0,17	-0,02	0,00	-0,12	-0,06	0,00	0,00
	Sig.	*	ns	*	ns	ns	*	ns	ns

B. TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL (*tmm*)**1. Variación secular de la temperatura mínima media mensual (*tmm*)**

Como referencia a las modificaciones experimentadas en las *tmm* durante el siglo XX, los valores de los Cuadros 5 y 6 informan las diferencias entre los promedios climáticos de dos períodos temporales, el de 1961/90, asimilable a la segunda mitad del siglo y el de 1931/80 a la primera.

En el Cuadro 5 se anotan los promedios de *tmm* integrantes de cada estación térmica del año en una 20 localidades ordenadas por latitud. Puede apreciarse que prácticamente hubo un aumento generalizado en las temperaturas mínimas de la segunda mitad del siglo, especialmente importante en los meses de otoño térmico y la aparición de valores negativos durante el invierno en las localidades ubicadas a menos de los 30°S de latitud.

Por el hecho que la mayor parte de las 20 localidades tuvieron cambio en su lugar de instalación a comienzos de la segunda mitad del siglo, pasando a funcionar en lugares más despejados que podrían afectar a las temperaturas mínimas. En el Cuadro 6 se reproducen las diferencias registradas en siete localidades que funcionaron en el primer lugar durante todo el período analizado, y cuyos valores confirman los dos hechos anteriormente mencionados con relación al otoño y a la ubicación septentrional de las localidades con diferencias negativas en el invierno.

CUADRO 5. Diferencias entre los promedios estacionales de temperaturas mínimas mensuales medias entre los períodos 1961-90 y 1931-60 en localidades ordenadas por latitud.

Localidad	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Presidencia R.Sáenz Peña	-0,01	0,44	-0,05	-0,21
Posadas	0,76	0,60	0,13	0,64
Santiago del Estero	0,36	0,94	-0,17	0,32
Mercedes	0,49	0,26	-0,23	0,20
Villa María del Río Seco	0,28	0,72	0,19	0,23
Concordia	0,68	0,61	0,26	0,50
Chepes	0,21	0,80	0,55	0,78
San Juan	0,63	0,59	0,12	0,26
Paso de los Libres	0,33	-0,55	-0,35	0,15
Villa Dolores	0,35	0,67	0,62	0,59
Río Cuarto	0,94	1,70	1,33	1,23
San Luis	0,81	1,35	1,03	1,12
San Miguel	1,78	1,34	1,08	1,52
9 de Julio	1,21	1,01	0,74	1,11
Santa Rosa	0,19	0,64	0,56	0,39
Tres Arroyos	0,24	-0,02	0,08	0,15
Cipoletti	1,89	1,49	1,17	1,13
Saan Antonio Oeste	0,55	0,08	0,21	0,17
Trelew	0,66	0,50	0,16	0,37
Ushuaia	0,19	0,12	0,02	0,22

CUADRO 6. Diferencias entre los promedios de las temperaturas mínimas medias mensuales de los períodos 1961-90 y 1931-60 en localidades con permanencia en el lugar de instalación.

Localidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
La Quiaca	0,97	0,63	1,37	1,53	0,33	1,16	0,64	0,79	0,45	1,03	1,05	0,54
Rivadavia	0,53	0,62	1,06	1,35	1,02	-0,18	0,69	0,66	0,23	0,87	1,46	0,76
Ceres	0,07	0,16	0,22	1,15	0,39	-0,83	0,31	0,43	-0,12	0,57	0,57	0,24
Trenque Lauquén	0,38	0,23	0,35	1,34	0,69	0,11	0,98	0,94	0,86	0,92	1,23	1,18
Victorica	0,05	0,12	0,35	0,84	0,14	0,12	0,23	0,26	0,24	0,23	0,30	0,73
Río Gallegos	1,35	1,91	1,61	1,42	1,36	1,30	0,35	1,13	1,12	1,44	1,67	1,38
Pergamino	1,44	1,01	0,76	1,30	0,89	0,08	0,77	0,56	0,90	1,11	1,19	1,72
Promedio	0,68	0,68	0,82	1,28	0,69	0,25	0,56	0,68	0,54	0,88	1,06	0,85

2. Variabilidad estacional de las temperaturas mínimas medias mensuales

Los promedios mensuales de las temperaturas mínimas muestran, año a año, sensibles diferencias regionales y estacionales. La carta de la Figura 3 informa el valor promedio de las desviaciones típicas de las estaciones térmicas extremas del año, el verano reuniendo a los meses de diciembre, enero y febrero y el invierno a junio, julio y agosto.

Las diferencias regionales son notables y los valores altos de desviación típica caracterizan al régimen invernal, con cifras que superan los 2 °C en la mayor parte del territorio hasta los 35° de latitud en correspondencia con el mayor grado de continentalidad. En la Región Patagónica el trazado de las isóneas debe considerarse provisorio teniendo en cuenta la insuficiencia de información, mientras que en el sudeste de la provincia de Buenos Aires se registra la menor variabilidad estacional.

La carta de la estación estival señala a las regiones nororiental y cuyana como las de menor variabilidad, con desviaciones típicas inferiores a 1 °C. En el resto del territorio también la variación interanual es reducida y en ningún caso superior a $\sigma_{tmm} = \pm 1,25$ °C.

En la Figura 4 se comparan los valores mensuales obtenidos promediando las desviaciones típicas del total de 30 observatorios del país en forma separada para dos períodos treintaales: 1931/60, como indicativo de la primera mitad del siglo y 1961/90 de la segunda. Puede observarse que ésta última presenta una mayor variabilidad solamente en otoño y comienzo del invierno, postulando así, que en general para todo el país se ha registrado una mayor estabilidad térmica en la segunda mitad del siglo.

C. TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA ANUAL (*tma*)

1. Tendencia de las temperaturas mínimas medias anuales

Los valores del Cuadro 7 reproducen la tendencia correspondiente a valores anuales de la temperatura mínima media para diferentes períodos de observaciones durante los últimos 35 años del siglo XX obtenidos en 21 observatorios meteorológicos instalados en las estaciones experimentales del INTA, acompañados con el dato de las respectivas mínimas medias anuales climática.

Puede observarse que todas las tendencias son positivas, con excepción de Ascasubi, y que los valores de las localidades con media anual mayor a los 12 °C, correspondientes a localidades del centro-norte, no registran significación estadística y además, en general, las tendencias son menores.

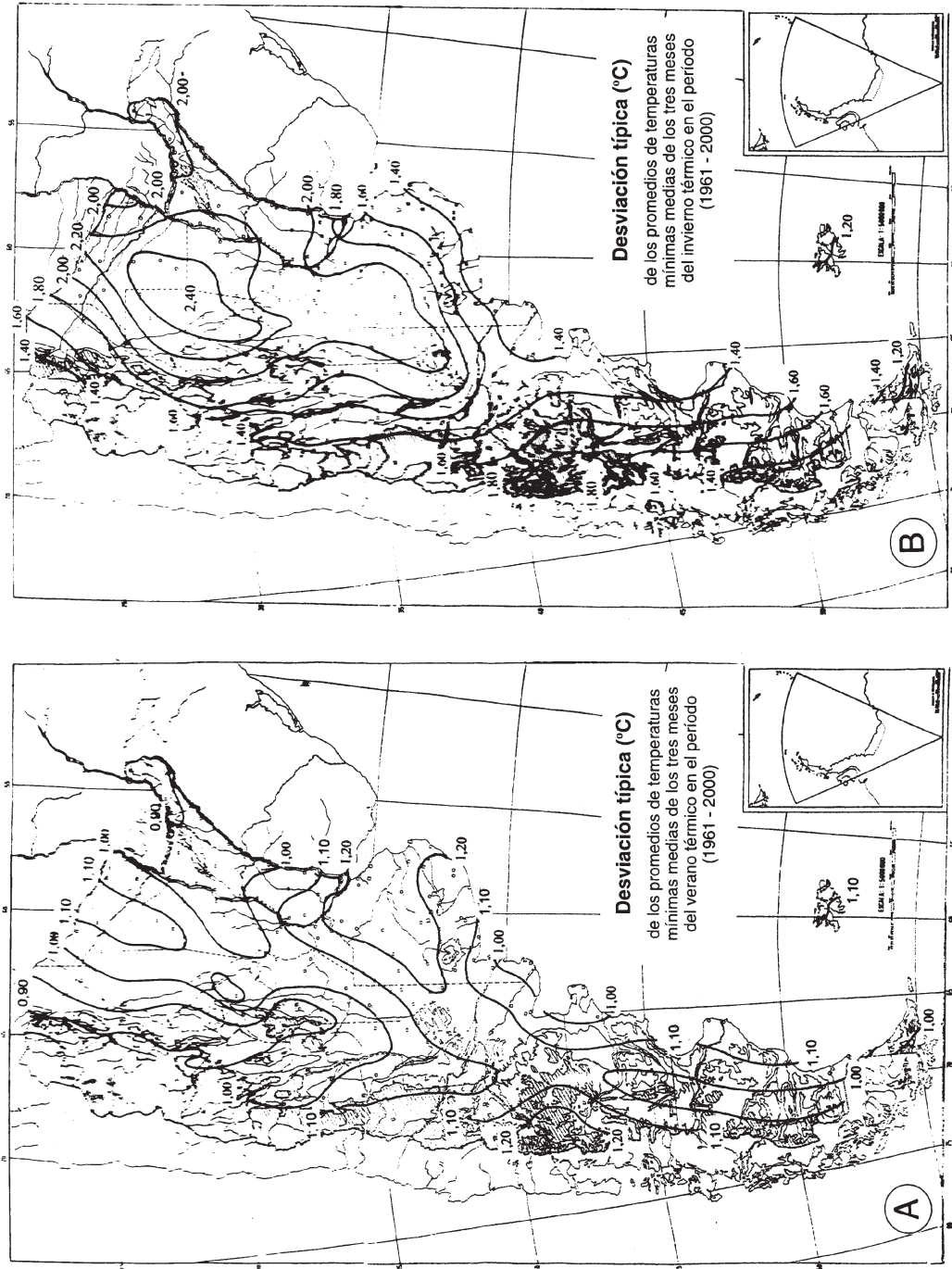


FIGURA 3. Variabilidad de los promedios trimestrales de temperaturas mínimas medias. A: en el verano térmico; B: en el invierno térmico.

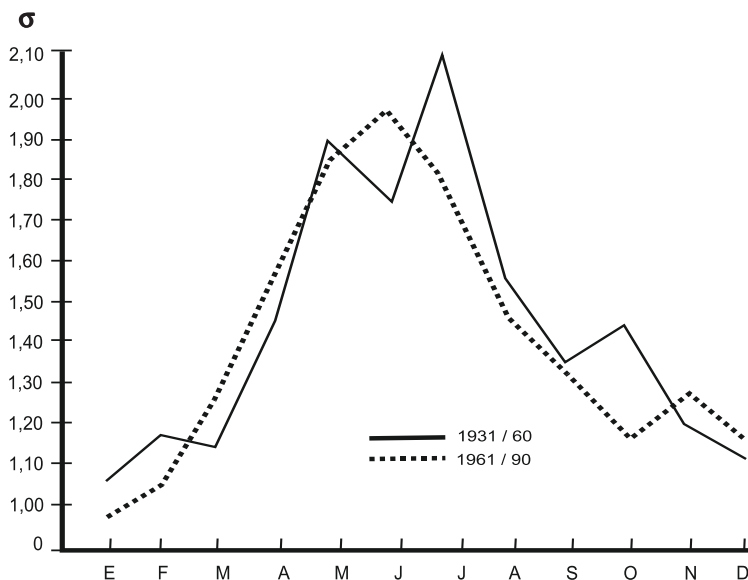


FIGURA 4. Promedio de las desviaciones típicas de las temperaturas mínimas medias mensuales de los 20 observatorios meteorológicos listados en el Cuadro 4.

CUADRO 7. Tendencia de la temperatura mínima media anual del último treinteno del siglo XX según registro de 21 estaciones agrometeorológicas del INTA.

Localidad	Período	Temperatura mínima media anual	Tendencia °C/año
H. Ascasubi	1968/2000	7,44	-0,017 x
Barrow	1965/2000	7,46	0,012
Anguil	1965/2000	7,72	0,044 xx
Balcarce	1969/2000	8,26	0,012
Bordenave	1965/2000	8,30	0,030 xx
Manfredi	1970/2000	10,10	0,050
San Juan	1967/1999	10,22	0,045 xx
Pergamino	1967/2000	10,49	0,033 xx
Marcos Juárez	1968/2000	11,48	0,050 xx
San Pedro	1967/2000	11,52	0,018 x
Castelar	1965/2000	11,59	0,018 x
Oliveros	1965/2000	11,90	0,035 xx
Conc. del Uruguay	1968/2000	12,26	0,009
Rafaela	1965/2000	12,40	0,024
Famailá	1969/2000	13,20	0,024
Paraná	1965/2000	13,43	0,014
La Banda	1965/1987	13,85	0,016
Reconquista	1971/2000	14,55	0,027
Roque Sáenz Peña	1968/1997	15,04	0,015
Colonia Benitez	1968/2000	15,7	0,015
Cerro Azul	1968/2000	16,12	0,001

(x = significativo; xx muy significativo).

D. ÍNDICES AGROCLIMÁTICOS DE «ENFRIAMIENTO» INVERNAL

1. Tendencia secular de las *HF*

El aumento de las temperaturas mínimas invernales y la disminución notable de la amplitud térmica diaria, repercutieron en una paulatina e importante reducción en las *HF* acumuladas durante el descanso vegetativo anual. La tendencia secular mostrada durante los últimos 60 ó 70 años del siglo por los promedios de *HF* bidecenales imbricados, reproducidas en el Cuadro 8, evidencian la disminución, año a año, de la magnitud del enfriamiento.

CUADRO 8. Tendencia secular de las *HF* calculadas con promedios bidecenales imbricados.

Localidad	Períodos bidecenales computados	Tendencia en <i>HF/años</i>
Catamarca	41/60 - 81/00	-19
Tinogasta	41/60 - 81/00	-53
Gral. Pico	41/60 - 81/00	-59
Junín, Bs. As.	31/50 - 81/00	-18
Punta Indio	31/50 - 81/00	-42
9 de Julio	31/50 - 81/00	-47
Pilar	31/50 - 81/00	-47
Malargüe	41/60 - 81/00	-116
San Carlos, Mza.	41/60 - 81/00	-112
San Luis	41/60 - 81/00	-40
Ceres	41/60 - 81/00	-15
Trelew	41/60 - 81/00	+37
S. A. Oeste	41/60 - 81/00	+12
Río Gallegos	51/70 - 81/00	+40
V. Ma. Río Seco	41/60 - 81/00	-33
Laboulaye	41/60 - 81/00	-28
Paraná INTA	51/70 - 81/00	-13
Monte Caseros	31/50 - 81/00	-22
Sgo. del Estero	31/60 - 81/00	-15

Netamente se destacan los valores de tendencia correspondiente a la región Cuyana que pronostican una importante disminución del enfriamiento invernal disponible, con segura repercusión en los frutales de gran cultivo en la región.

En las localidades de la región Patagónica, las tendencias positivas responden a la mayor intensidad de las temperaturas mínimas invernales. En el resto del país, si bien las tendencias no son muy importantes, destacan la disminución generalizada del enfriamiento.

2. Carta anual de las unidades de enfriamiento

Las *UF* medias anuales 1971/2000 acumuladas durante el subperíodo de descanso (1° de mayo al 31 de agosto) con las cuales se confeccionó la carta de la Figura 5, se han calculado con la metodología desarrollada en los estudios específicos listados en la bibliografía, siguiendo el esquema térmico propuesto por Richardson *et al.* (*Hortscience*, 9(4), 1974). Para la confección de la carta se utilizan solamente los valores mensuales positivos y por ello aparece una enorme región subtropical del país sin registro de *UF*, porque las temperaturas horarias elevadas durante una parte del día devernalizan cualquier acumulación anterior, totalizando entonces cantidades negativas sin efecto de enfriamiento. Así, por ejemplo, los valores de *UF* absolutos mensuales para la localidad de Resistencia fueron: mayo -370; junio-75; julio-150 y agosto-190.

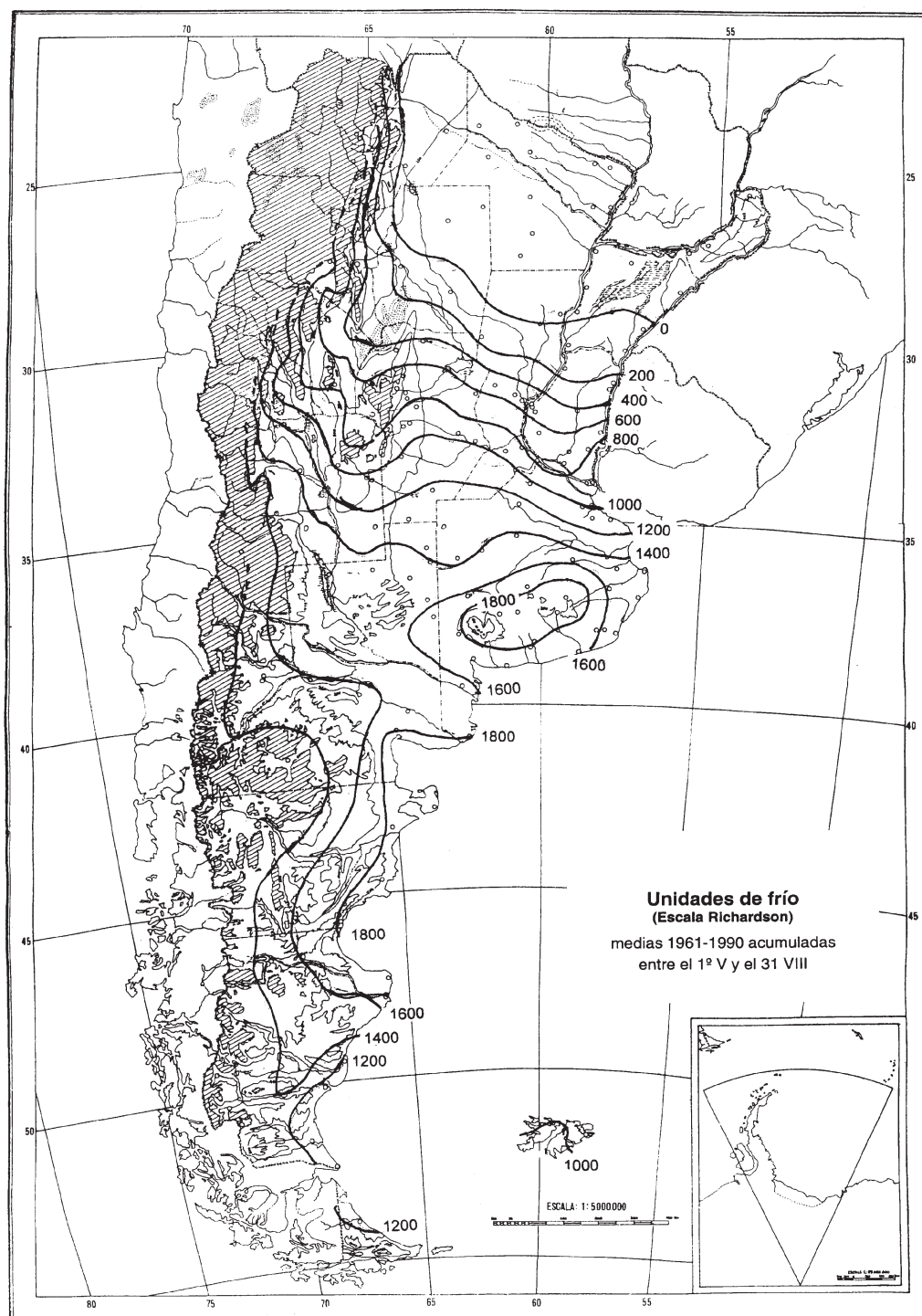


FIGURA 5. Unidades de frío.

BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- ALONSO, M.R.; R.O. RODRÍGUEZ y S.G. GÓMEZ. 2000. «Estimación de la disponibilidad de horas de frío en base a las temperaturas máximas y mínimas diarias», Actas VIII Reunión Argentina de Agrometeorología, Mendoza, Argentina, septiembre 2000.
- ALONSO, M.R.; R.O. RODRÍGUEZ y S.G. GÓMEZ. 2001. «La utilización de las temperaturas máxima y mínima diarias para la estimación de la disponibilidad de horas de frío». *Revista de la Facultad de Agronomía* 21(3): 261-264.
- BELTRÁN, A.; E.A. DAMARIO y A.J. PASCALE. 1997. Comprobación de un método para la estimación de las unidades de enfriamiento de Richardson para estudios agroclimáticos. 7ma. Reunión Argentina y Ira. Latinoamericana de Agrometeorología. *Actas*, (I): 69.
- DAMARIO, E.A. y A.J. PASCALE. 1980. Intensidad y variabilidad de las temperaturas extremas». *Rev. Fac. Agronomía* 1(3): 121-132.
- DAMARIO, E.A. y A.J. PASCALE. 1984. Fechas medias estimadas de primeras y últimas temperaturas mínimas perjudiciales para los cultivos en la Argentina. *Revista Facultad de Agronomía* 5(3): 193-211.
- DAMARIO, E.A. y R. RODRÍGUEZ. 1991. Método para estimar valores agroclimáticos de «unidades de frío». *Rev. Fac. de Agronomía* 12(3): 253-263.
- DAMARIO, E.A. y A.J. PASCALE. 1993-94. Método de estimación de las fechas medias de primeras y últimas heladas. *Rev. de la Facultad de Agronomía* 14(3): 257-264.
- DAMARIO, E.A. y A.J. PASCALE. 1995. Estimación de la temperatura mínima mensual media para estudios agroclimáticos. *Rev. de la Facultad de Agronomía* 15(1): 77-83.
- DAMARIO, E.A. y A.J. PASCALE. 1995. Nueva carta agroclimática de «horas de frío» de la Argentina. *Rev. de la Facultad de Agronomía* 15(2-3): 219-225.
- Damario, E.A. y A.J. Pascale. 1996. Frecuencia media mensual de días con helada estimada para el año 2050. *Rev. de la Facultad de Agronomía* 16(1-2): 65-68.
- DAMARIO, E.A.; A.J. PASCALE; S. PEREZ y S. MAIO. 1996. Cartas agroclimáticas actuales (1961-90) de fechas medias estimadas de primeras heladas. Impacto de las variaciones climáticas en el desarrollo regional: un análisis interdisciplinario. VII Congreso Argentino de Meteorología y I Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología, *Actas*, 1:49-50. *Rev. Facultad de Agronomía* (16)3: 253-263.
- DAMARIO, E.A.; A.J. PASCALE y C.A. BUSTOS. 1998. Método simplificado para la estimación agroclimática de «horas de frío» anuales. *Rev. de la Facultad de Agronomía* 18(1-2): 93-98.
- DAMARIO, E.A. y A.J. PASCALE. 1999. Cartas agroclimáticas de «horas de frío» en la región serrana de la Provincia de Córdoba (Argentina). *AgriScientia* 16: 17-28.
- DAMARIO, E.A.; A.J. PASCALE; R.O. RODRÍGUEZ y M.R. ALONSO. 2002. Amplitud térmica extrema anual en la Argentina. *Rev. Facultad de Agronomía* 22(2-3): 173-178.
- DAMARIO, E.A.; A.J. PASCALE y R.O. RODRÍGUEZ. 2002. Cartas agroclimáticas de las temperaturas extremas anuales en la Argentina en el período 1965-2000. *Rev. Argentina de Agrometeorología* 2(1): 39-50.
- DAMARIO, E.A.; A.J. PASCALE y R. HURTADO. 2007. Frío invernal disponible para frutales criófilos en la Región de Cuyo (Argentina). *Revista Facultad de Agronomía* 27(1): 83-96.
- DAMARIO, E.A.; A.J. PASCALE y R. HURTADO. 2007. Horas de Frío disponibles para frutales criófilos en la región serrana de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Facultad de Agronomía* 27(3): 201-208.
- DAMARIO, E.A.; A.J. PASCALE y R.O. RODRÍGUEZ. 2008. Nueva Fórmula para la estimación agroclimática de las «horas de frío». *Rev. Facultad de Agronomía-UBA*, 28(2-3): 139-144.
- DAMARIO, E.A. y A.J. PASCALE. 2009. Carta de horas de frío 1971-2000 en la Argentina. *Rev. Facultad de Agronomía, UBA*. 29(1): 51-58.
- PASCALE, A.J. y E.A. DAMARIO. 1993-94. Tendencia de la amplitud térmica diaria en la Argentina desde 1901 a 1990. *Rev. de la Facultad de Agronomía* 14(2):127-138.
- PASCALE, A.J.; E.A. DAMARIO y C.A. BUSTOS. 1997. Aumento de las temperaturas mínimas invierno-primaverales en el Alto valle de Río Negro. *Rev. Fac. de Agronomía* 17(1): 127-132.
- PASCALE, A.J.; E.A. DAMARIO y C.A. BUSTOS. 1997. Aumento de las temperaturas mínimas invierno-primaverales en el Alto valle de Río Negro en los últimos 90 años. 7ma. Reunión y Ira. Latinoamericana de Agrometeorología, *Actas*, II: 19.

- PASCALE, A.J. y E.A. DAMARIO. 1997. Disponibilidad Agroclimática estimada de «Horas de frío» hacia el 2050 en la Argentina. 7ma. Reunión Argentina y 1ra. Latinoamericana de Agrometeorología. *Actas*, (II): 21.
- PASCALE, A.J.; E.A. DAMARIO; M.E. FERNÁNDEZLONG y S. MAIO. 1999. Estimación de las temperaturas mínimas medias mensuales en la región noroccidental de la Argentina. *Rev. Fac. de Agronomía* 19(2): 203-208.
- PASCALE, A.J.; E.A. DAMARIO y R. HURTADO (*ex aequo*). 2001. Frío Invernal disponible para especies criófilas en el noroeste de la Argentina. *Revista Argentina de Agrometeorología* 1(2): 13-20.
- RODRÍGUEZ, R.O.; S.G. GÓMEZ y A.D. BLASÓN. 2004. «Análisis de la frecuencia anual de días con temperaturas mínimas inferiores a diferentes umbrales térmicos en la región Pampeana Argentina». Actas X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología, Mar del Plata, Argentina, octubre 2004.