

TEMPERATURA MÍNIMA INTERDIURNA: ASCENSOS Y DESCENSOS EXTREMOS. VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL

Natalia Herrera, Susana Bischoff

Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos - FCEN - UBA

RESUMEN

Los antecedentes en el estudio de la Temperatura Mínima Interdiurna (TMI), así como su variación o sus extremos, son escasos, no sólo en Argentina, sino también a nivel mundial. La importancia del conocimiento de estos extremos radica en los variados impactos que producen en la sociedad, así como también en el sector productivo del país. El objetivo de este trabajo es analizar la variabilidad espacial y temporal de la TMI extrema. Para ello se utilizó la temperatura mínima en estaciones del centro-norte de Argentina en el período 1960-2006. El análisis de la TMI media mensual mostró la mayor diferencia intermensual para las estaciones del norte de la región de estudio. Se analizaron los descensos (ascensos) extremos de la TMI, definidos como los casos en donde esta variable es inferior (superior) al percentil 5 (percentil 95) de la distribución de la TMI negativa (positiva). Para conocer las situaciones sinópticas típicas asociadas a los ascensos y descensos extremos se analizaron las características de los campos anómalos de circulación en 925 hPa obtenidos a partir de la composición de casos mediante la técnica de Componentes Principales. En los descensos extremos el campo de circulación se caracterizó por el pasaje de una vaguada asociada a un frente frío. Los ascensos extremos se caracterizaron por un patrón similar pero con la vaguada retrasada al oeste. Otro análisis incluyó el estudio de la secuencia temporal de TMI en una ventana de 5 días, centrado el día en que ocurre un descenso (ascenso) extremo de la temperatura. Para el invierno los días previos a un descenso extremo presentan ascensos, y los días subsiguientes presentan leves descensos o ascensos más intensos. Para el verano los 2 días previos a un ascenso extremo presentan un leve descenso de la temperatura y, luego de este, no hay una marcada variación de la temperatura al menos en los 2 días subsiguientes.

ABSTRACT

There are few precedents in the study of Day-to-day Minimum Temperature (DMT), like their variation or their extremes, not only in Argentina, but worldwide. The relevance of knowledge of these extremes lie in the several impacts on the society, as well as in economic activities. The aim of this work is to analyze the spatial and temporal variability of the extreme DMT. Therefore, 22 sites were reviewed for the period 1960-2006 in the North-Central region of Argentina. The analysis of the mensual mean DMT showed the greatest intermonthly spread for sites in the northern region of the study. There were analyzed the extremes DMT falls (rises), defined as the cases in which this variable is smaller (higher) than 5th percentile (95th percentile) of the distribution of the negative (positive) DMT. In order to know the typical synoptic situations associated with the extreme falls and rises, the characteristics of the anomalies in the fields of circulation in 925 hPa obtained from the composition of the cases through the technique of Principal Components were examined. In

the cases of extreme falls, the field of circulation was marked by the passage of a through associated with a cold front. The cases of extremes rises were marked by a similar pattern but the through was delayed to the west. Further analysis includes studies of the DMT time sequence in a window of 5 days, centered on the day that an extreme fall (rise) in the temperature arrives. During the winter those days previous to an extreme fall have rises, and during the following days there are slight falls or more intense rises. For the extreme rises in summer, there is a slight fall in temperature for 2 days before the extreme rise. After that, there isn't a relevant fluctuation in temperature for the 2 days afterwards.

INTRODUCCIÓN

En referencia a los antecedentes de estudios de la variabilidad interdiurna de la temperatura mínima en la región, Escobar (2001) realizó un análisis espectral de las series de esta variable. En general, para la mayoría de las estaciones analizadas, observó que el mayor porcentaje de varianza explicada (que no supera el 9%) corresponde a períodos que oscilan alrededor de los 4 días y representan fenómenos de escala sinóptica. Para la zona del noreste de Argentina los sistemas están asociados a ondas de mayor período.

DATOS Y METODOLOGÍA

Se utiliza una base de datos de temperatura mínima de 22 estaciones meteorológicas en el período 1960-2006. La información fue suministrada por el Servicio Meteorológico Nacional. La Tabla 1 muestra la lista de estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis de la TMI, la cual se definió como $T_{in} = T_i - T_{i-1}$. Para identificar los campos de circulación asociados a los ascensos (descensos) extremos en algunas estaciones se utilizaron las anomalías diarias de la altura geopotencial en 925 hPa obtenidas de los reanálisis de la base de datos del National Centers for Environmental Prediction-National Center for Atmospheric Research (NCEP-NCAR) (Kalnay *et al* 1996).

Estación	Sigla	Latitud	Longitud	Estación	Sigla	Latitud	Longitud
La Quiaca observatorio	LQC	-22,06	-65,36	Laboulaye aero	LABO	-34,08	-63,22
Las lomas	LOM	-24,42	-60,35	Buenos Aires	BSAS	-34,35	-58,29
Salta aero	SALT	-24,51	-65,29	Malargue aero	MAL	-35,30	-69,35
Santiago del estero aero	SGO	-27,46	-64,18	Santa rosa aero	OSA	-36,34	-64,16
La rioja aero	LRJ	-29,23	-66,49	Mar del plata aero	MDQ	-37,56	-57,35
Ceres aero	CER	-29,53	-61,57	Bahia blanca aero	BBCA	-38,44	-62,10
Monte caseros aero	MCAS	-30,16	-57,39	Neuquen aero	NQN	-38,57	-68,08
Córdoba observatorio	CBA	-31,24	-64,11	Villa reynolds aero	VRY	-33,44	-65,23
Mendoza observatorio	MEND	-32,53	-68,51	Posadas aero	POS	-27,22	-55,58
Rosario aero	ROS	-32,55	-60,47	Junín aero	JNIN	-34,33	-60,55
San luis aero	SLUI	-33,16	-66,21	Pehuajó aero	PEH	-35,52	-61,54

Tabla 1: Identificación y ubicación de las estaciones meteorológicas.

RESULTADOS

Análisis de la TMI media mensual

Como una forma de evaluar la intensidad media de la TMI, se calculó valor promedio de los descensos y los ascensos para enero, abril, julio y octubre. Para las estaciones del sur de la región de estudio la intensidad de los descensos y ascensos medios no presentó una considerable variación para los 4 meses considerados. Para las del norte, se observó mayor variación intermensual, en especial para la zona noreste, que se halla expuesta a la mayor frecuencia de entradas de masas de aire cálidas, aun durante los meses de invierno, ya que es una zona de transición entre masas de aire cálido y frío en esta época (Bischoff y Coronel 1989; Seluchi *et al* 1995), siendo más (menos) intensos los descensos y ascensos medios en julio (enero). Los máximos descensos y ascensos se corresponden a los meses de julio y octubre y podrían estar asociados al cambio de estación (fin del invierno y comienzo de la primavera). Entre esos meses, la temperatura es máxima en el Brasil central y por lo tanto es muy importante la advección de aire cálido proveniente de esa región y de la región Amazónica, principalmente sobre la zona norte y noreste de Argentina. Esto provoca condiciones más cálidas en dichas regiones, que ante la llegada de aire frío, hace que la disminución de la temperatura sea más marcada, principalmente sobre la zona norte y noreste de Argentina. De esta manera, durante estos meses, la advección de temperatura y el aumento de la radiación amplificarían el descenso interdiurno de la temperatura, asociado al pasaje de perturbaciones sinópticas (preferentes entradas de aire frío) (Escobar y Bischoff 2001).

Frecuencia de la TMI extrema

Se calculó para cada estación el percentil 5 (95) de la serie negativa (positiva) de la TMI. Fijados estos umbrales, se procedió a calcular la frecuencia de días donde la TMI fuera inferior (superior) al percentil 5 (95), para el verano y el invierno. En el verano los ascensos y descensos extremos tienen un mínimo de frecuencia en el norte del país. En cuanto a los descensos extremos (**Figura 1**) se tiene un promedio de casi 3 ocurrencias por año en el área sudeste de la provincia de Buenos Aires y con una ocurrencia de alrededor de 2.2 en el resto de ella. Este es un elemento importante para tener en cuenta que pueden ocurrir descensos extremos de la TMI aun en verano en esa región, que están asociados generalmente al pasaje de una zona frontal fría. En general, se puede decir que la probabilidad que tiene la zona norte de la región de tener descensos extremos de la TMI durante el invierno es del 5%, en la zona noreste es del 4%, mientras que en la provincia de Buenos Aires es del 2%.

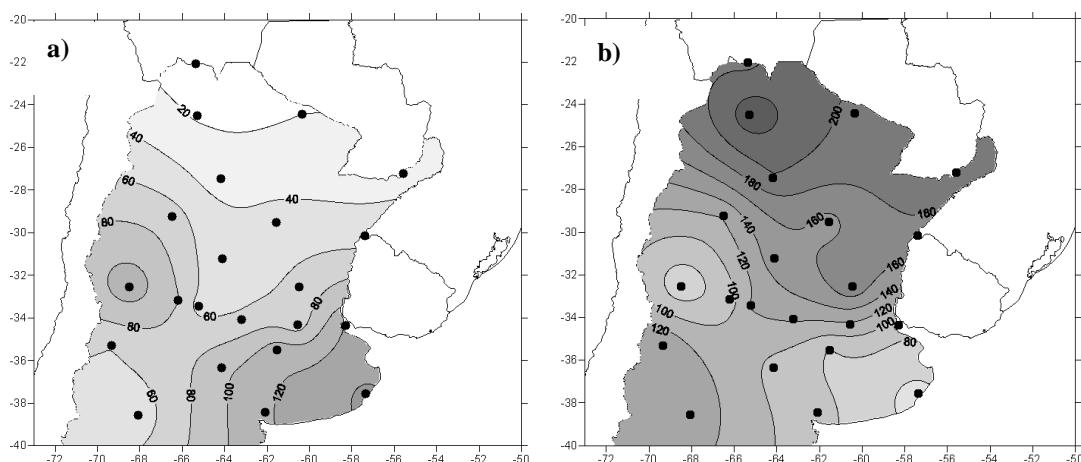


Figura 1. Frecuencias absolutas en los 47 años de estudio de la TMI extrema negativa para

verano (a) y invierno (b).

Durante el invierno (b) se manifiestan valores de frecuencia mayores que durante el verano en toda la región de análisis, con la excepción de la zona de la provincia de Buenos Aires. Con respecto a este comportamiento tal vez la explicación se pueda encontrar en el hecho de que muchos frentes fríos que llegan a la provincia de Buenos Aires, produciendo descensos importantes de temperatura, establecen una masa de aire frío que, frente a una nueva irrupción de aire frío, no detecta cambios importantes en su temperatura mínima (Escobar 2001). En la región norte de la Argentina, las irrupciones de aire frío producen descensos de temperatura, pero estos frentes que avanzan tan al norte (Hoffmann 1971) se estacionan al norte de Corrientes, para regresar como frentes cálidos, provocando un ascenso de la temperatura en la región. Una nueva entrada de aire frío puede estar asociada a un nuevo descenso importante de temperatura, ya que la masa de aire que se encontraba en la región fue modificada aumentando su temperatura. Las estaciones del centro-norte son las que tienen la máxima frecuencia de extremos en julio o agosto.

Circulación asociada a los descensos y ascensos extremos

Con el objetivo de encontrar las características del campo de circulación asociado a la ocurrencia de extremos de la TMI, se buscó el campo anómalo de la altura geopotencial en 925 hPa asociado con los días en que ocurrió un descenso (ascenso) extremo en una estación, en el mes en el que la frecuencia de ocurrencia era máxima. Luego se aplicó la metodología de Componentes Principales (Green 1978) a dichos campos. Para esto, se tomó el día anterior (día -1) y el día de ocurrencia del descenso o ascenso interdiurno extremo (día 0), teniendo así una secuencia de 2 días. Se hallaron estructuras similares para todas las regiones. En todos los casos, la disminución extrema de la temperatura mínima estaba asociada al pasaje de un frente frío, con menores alturas geopotenciales el día -1 y mayores el día 0 en la estación de referencia, reflejando la entrada del anticiclón con cielos claros y despejados, y advectando aire frío del sur. Distintos trabajos han hallado similares patrones espaciales (Scian 1970; Rusticucci and Vargas 1995; Escobar *et al* 2004). Los casos de los ascensos extremos se caracterizaron por un patrón similar pero con la vaguada retrasada al oeste (con respecto al caso anterior), con advección de aire del norte en la parte delantera de vaguada en la estación de referencia.

Secuencia de ascensos y descensos extremos

Se estudió la secuencia temporal de TMI en una ventana de 5 días, centrado el día en que ocurre un descenso (ascenso) extremo de la TM. Para el análisis de esta secuencia se utilizó la técnica de Componentes Principales. Se toma Buenos Aires para ver la secuencia de los ascensos extremos durante el verano (Figura 2).

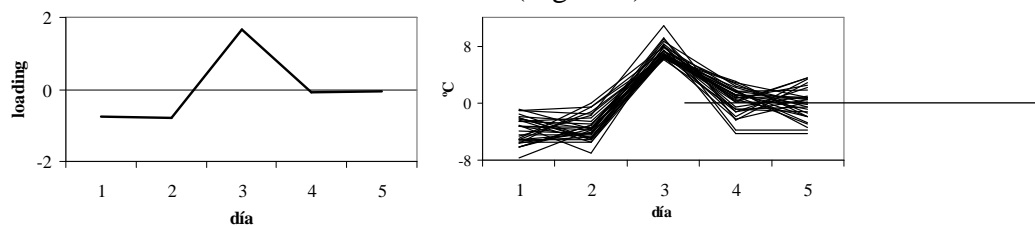


Figura 2: *Primer componente principal (izq.) y secuencias con correlación mayor a 0.9 con PC1 (der.) para los ascensos extremos en el verano en Buenos Aires.*

La primera forma de variación temporal explica el 68% de la varianza, y el 84% de las secuencias tiene una correlación mayor a 0.7 con ella, de las cuales aproximadamente el 85% presenta descensos los dos días previos al descenso extremo. Pero en los días posteriores el 60% de los casos presenta leves ascensos y el 40% leves descensos, indicando que la temperatura no varía mucho luego de un ascenso extremo. Para la secuencia de descensos extremos durante el invierno en Rosario aero (no se muestra) la primera forma de variación temporal explica el 65% de la varianza, y contiene al 70% de los casos, los cuales indicaron que para el invierno los días previos a un descenso extremo presentan ascensos, y los días subsiguientes pueden presentar leves descensos o ascensos más intensos (en el 60% de los casos). Esto indicaría que luego de un descenso intenso, la temperatura tiende a recuperarse durante los siguientes 2 días.

CONCLUSIONES

Las estaciones del norte de la región de estudio (especialmente las del noreste) presentan una mayor variación intermensual de la intensidad de los descensos y ascensos medios que las estaciones del sur, siendo éstos más (menos) intensos en invierno (verano).

El invierno es la época del año en la cual se manifiestan las mayores frecuencias de los descensos y ascensos extremos de la temperatura mínima en casi toda la región de análisis. En la provincia de Buenos Aires la mayor frecuencia de descensos extremos ocurre en verano. La probabilidad que tiene la zona norte de la región de tener descensos extremos de la temperatura mínima durante el invierno es del 5%, en la zona del noreste es del 4%, mientras que en la provincia de Buenos Aires es del 2%.

Los descensos extremos de la temperatura mínima están asociados al pasaje de un frente frío, con la entrada del anticiclón en el día del descenso dejando cielos claros y despejados, y advectando aire frío del sur. Los ascensos extremos se caracterizaron por un patrón similar pero con la vaguada retrasada al oeste (con respecto al caso anterior), con advección de aire del norte en la parte delantera de vaguada.

Luego de un descenso extremo durante el invierno, la temperatura tiende a recuperarse, aumentando durante los siguientes 2 días. Pero luego de un ascenso extremo durante el verano, la temperatura no varía mucho, se mantiene aproximadamente constante.

AGRADECIMIENTOS

Al los proyectos de la Universidad de Buenos Aires (UBACYT X016) y de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 26094-04). Al Servicio Meteorológico Nacional por la provisión de los datos para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- Bischoff, S. y A. Coronel, 1989. Características estadísticas de las masas de aire en la tropósfera de la región húmeda Argentina. *Geoacta*. 16(2): 207-219.
- Escobar, G., 2001. La circulación en la tropósfera asociada con irrupciones de aire frío en el centro de Argentina. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires. Diciembre 2001.

- Escobar, C. J. y S. Bischoff , 2001. Criterio de detección de irrupciones de aire frío en la región central de Argentina a partir de descensos interdiurnos de temperatura. *Meteorológica*. 26(1 y 2): 57-68.
- Escobar, G., R. Compagnucci and S. Bischoff, 2004. Sequence patterns of 100 hPa and 500 hPa geopotential height fields associated with cold surges over Central Argentina. *Atmósfera*. 17(2): 69-89.
- Green, P. E., 1978. *Analysing Multivariate Data*. The Dryden Press. Illionis, USA. 519 pp.
- Hoffmann, J. A. J., 1971. Frentes, masas de aire y precipitaciones en el Norte Argentino. *Meteorológica*. 2(1, 2 y 3): 130-149.
- Kalnay, E., and Coauthors, 1996. The NCEP/NCAR Reanalysis 40-year Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 77: 437-471.
- Rusticucci, M. and W. Vargas, 1995. Synoptic situations related to spells of extreme temperatures over Argentina. *Meteorol. Appl.* 2: 291-300.
- Scian, B., 1970. Situación sinóptica asociada a las temperaturas extremas observadas en junio de 1967. *Meteorológica*. 1(1): 22-37.
- Seluchi, M. E., S. A. Bischoff y E. R. Lichtenstein, 1995. Algunas características de los sistemas sinópticos migratorios que afectan a la República Argentina. *Meteorológica*. 20(1 y 2): 57-66.