

TENDENCIAS DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN EL NOROESTE ARGENTINO

Hurtado Rafael, Fernandez Long Maria E. y Leonardo Serio

Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. E-mail: hurtado@agro.uba.ar

INTRODUCCIÓN

Los cambios observados a través del tiempo en los elementos meteorológicos pueden deberse a la variabilidad climática que representa modificaciones respecto a las condiciones climáticas medias, en los desvíos o en los valores extremos, por causas naturales o antrópicas. Asimismo, dichos cambios pueden atribuirse en parte, a incrementos o decrecimientos de las variables climáticas medias que, debido a la actividad humana y la variabilidad natural del clima, alteran la composición de la atmósfera (Serio, 2006; IPCC, 2007).

En el sur de Sudamérica se han observado cambios en los valores de temperatura media y extremas a lo largo del último siglo (Giorgi, 2002, Vincent *et.al*, 2005). En Argentina, la temperatura media anual aumentó en casi todo el país aunque no de manera homogénea (Pascale y Damario, 1994; Hoffmann *et al.*, 1997). Con respecto a las extremas, Rusticucci y Barrucand (2004) señalaron que las temperaturas máximas aumentaron en invierno y disminuyeron en verano, mientras que las mínimas aumentaron en ambas estaciones. Fernández Long, *et al* (2007) encontraron en la región Pampeana fuertes aumentos en las mínimas y disminución en las máximas, generando un leve aumento en la temperatura media; la cual muestra un comportamiento diferencial a lo largo de los meses, con aumentos en los meses de agosto a noviembre y disminución en enero y febrero.

El Noroeste argentino (NOA) no escapa de esta tendencia mundial y continental, ya que se han hecho proyecciones para el presente siglo que indican un aumento de las temperaturas y la evaporación y pocos cambios en las precipitaciones, volviéndose más vulnerable al estrés hídrico toda la región (República Argentina, 2007).

El objetivo del presente trabajo es determinar si existen tendencias térmicas estadísticamente significativas en algunas localidades del noroeste argentino. Para ello se analizarán las variables temperatura máxima media mensual, temperatura mínima media mensual y temperaturas extremas máximas y mínimas.

Palabras clave: temperatura, cambio climático, NOA

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con datos diarios de temperatura máxima y mínima de 8 localidades de las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán y Santiago del Estero (Tabla 1) del periodo 1960-2007.

Se analizó el comportamiento de cada una de las series a lo largo de los años calculando su tendencia lineal. Este estudio se hizo a escala mensual, estacional y anual. Para el caso estacional se consideró como el verano al trimestre diciembre-enero-febrero, y los sucesivos trimestres para otoño, invierno y primavera, respectivamente. Además se determinó la significancia estadística () de las correlaciones, para los niveles de confianza del 90, 95 y 99%, mediante la distribución "t" de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura mínima media mensual:

Los meses que registraron mayor aumento en la temperatura mínima fueron octubre, marzo y enero (Tabla 2). Se observa que en todas las localidades, en los meses de octubre y marzo las pendientes positivas tienen significancia

estadística para niveles entre el 90 y 99%. Lo mismo ocurre cuando se analizan los valores anuales, cuyas tendencias oscilan entre 2 y 3,6 °C/100 años. En octubre, la localidad de Cerrillos (Salta INTA) fue donde se encontró un mayor aumento (5,5 °C/100 años), seguida por Famailla y Jujuy Aero (5,2 y 4,6°C/100 años, respectivamente). Se detectaron tendencias positivas significativas en 8 meses del año en las localidades de Tartagal y La Quiaca, y en 7 meses en Orán. En esas tres localidades las tendencias resultaron significativas en cada una de las estaciones del año. El incremento se manifestó en el mayor número de localidades en el verano, y el menor cambio se dio en otoño.

Temperatura máxima media mensual:

Los valores anuales no muestran aumento o decrecimiento con significancia a excepción de La Quiaca, donde se encontró una tendencia positiva de 2,1 °C/100 años (Tabla 3). Al igual que con las mínimas, el mes de octubre presenta una tendencia en aumento en casi toda la región, a excepción de Orán y Tartagal. En contraposición, en mayo la mayoría de las localidades analizadas tienen tendencias negativas, siendo la más importante la de Tartagal (-6,7 °C/100 años). En La Quiaca se observa un aumento de la temperatura máxima media desde abril a diciembre (con la excepción de septiembre), presentando los máximos valores de las pendientes en diciembre y abril (4,1 y 3,5 °C/100 años). Estacionalmente, lo más notorio ocurrió también en La Quiaca, donde se registraron aumentos significativos de las máximas en otoño, invierno y primavera. También es destacable que en otoño todas las demás localidades reportaron descensos de las máximas, que resultaron significativos en Tartagal y Orán (-3,8 y -1,7 °C/100 años). En verano, sólo se encontró un aumento de 4,7 °C/100 años en Famaillá.

CONCLUSIONES

Hay un aumento generalizado de la temperatura mínima media anual, que oscila entre 2 y 3,6 °C/100 años. Las mayores tendencias corresponden a los meses de octubre y marzo. Las temperaturas máximas medias no muestran un comportamiento tan homogéneo como las mínimas. El mes de octubre tiene tendencia en aumento mientras que en mayo es en decrecimiento.

Dado que durante el mes de octubre las temperaturas mínimas y máximas registraron un aumento generalizado en la región, se puede inferir que durante este mes se produjo el máximo incremento en las temperaturas medias, lo que implica un adelanto en el inicio del periodo cálido estival.

El comportamiento de la temperatura en la región conlleva a diagramar las producciones fundamentalmente de acuerdo a los requerimientos térmicos de los cultivos, debido a que estos resultados podrían estar indicando un aumento en la longitud de los bioperíodos como se ha visto en otros países.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERNÁNDEZ LONG M.E., I. BARNATÁN, L. SERIO y G. M. MURPHY. 2007. Cambios en la disponibilidad térmica para la vegetación de la región pampeana argentina. *Actas. 1º Jornadas Interdisciplinarias de la UBA sobre Cambio Climático*.
- GIORGI F. 2002. Variability and trends of sub-continental scale surface climate in the twentieth century. I. observations. *Climate Dynamics* 18: 675-691.
- HOFFMANN, J.; S. NÚÑEZ and W. VARGAS. 1997. Temperature, humidity and precipitation variations in Argentina and the adjacent Sub-Antarctic region during the present century. *Meteorol. Z. N. F.* 6: 3-11.
- IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- MINETTI, J.L., VARGAS, W.M., POBLETE, A.G., ACUÑA, L.R. y CASAGRANDE, G. 2003. Non linear trends and Non linear trends and low frequency oscillations in annual precipitation over Argentina and Chile, 1931-1999. *Atmósfera* 16: 119-135.
- PASCALE, A.J. y E.A. DAMARIO. 1994. Tendencia de la amplitud térmica diaria en la Argentina desde 1901 hasta 1990. *Rev. Facultad de Agronomía UBA* 14 (2): 127-138.
- República Argentina. 2007. 2^{da} Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 200 p.
- RUSTICUCCI, M. and M. BARRUCAND. 2004. Observed trends and changes in temperature extremes over Argentina. *J. Climate* 17: 4099-4107.
- SERIO, L. 2006. El cambio climático global. *Rev. Facultad de Agronomía UBA* 26 (3): 275-289.
- VINCENT, L.A. 2005. Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes in South America 1960-2000. *J. Climate* 18: 5011-5023.

Tabla 1: Provincia, localidad, fuente, variable y georeferenciación de las localidades en estudio

Provincia	Localidad	Fuente	Variable	Latitud	Longitud	Altitud (m)
Jujuy	LA QUIACA OBS.	SMN	TM-Tm	-22,10	-65,60	3459
Jujuy	JUJUY AERO	SMN	TM-Tm	-24,38	-65,08	905
Salta	ORAN AERO	SMN	TM-Tm	-23,15	-64,32	357
Salta	SALTA AERO	SMN	TM-Tm	-24,90	-65,50	1221
Salta	CERRILLOS	INTA	TM-Tm	-24,90	-65,48	1250
Salta	TARTAGAL	SMN	TM-Tm	-22,65	-63,82	450
Tucumán	FAMAILLA	INTA	TM-Tm	-27,05	-65,42	363
S. del Estero	SANTIAGO DEL ESTERO	SMN	TM-Tm	-27,77	-64,30	199

Nota: En fuente, SMN: Servicio Meteorológico Nacional; INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. En Variable, TM: temperatura máxima media mensual y Tm: temperatura mínima media mensual.

Tabla 2: Valores de correlación y pendiente de la temperatura mínima media mensual, anual y trimestral de 8 localidades del NOA.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	OTO	INV	PRI	VER
Salta	Pend	2,2	0,1	3,9	1,5	-0,9	2,0	0,8	2,2	-0,7	2,5	0,6	1,3	2,6	1,5	1,6	0,8	1,3
	Sign	99	no	99	no	no	no	no	no	no	95	no	no	99	no	no	no	95
La Quiaca	Pend	1,7	1,3	2,5	3,3	2,2	1,8	3,1	4,4	1,8	4,4	1,6	2,3	3,6	2,7	3,1	2,3	1,6
	Sign	95	no	99	99	95	no	95	99	no	99	no	99	99	99	99	99	99
S del Estero	Pend	1,3	-0,2	2,7	0,0	-4,3	1,9	-2,9	1,6	0,1	3,4	0,5	1,7	2,0	-0,5	0,2	1,4	1,0
	Sign	no	no	99	no	90	no	no	no	no	99	no	no	90	no	no	no	no
Oran	Pend	2,1	0,7	3,3	2,6	0,2	3,6	2,2	3,7	1,6	3,9	1,2	2,2	3,3	2,1	3,4	2,2	1,6
	Sign	99	no	99	95	no	90	no	90	no	99	no	99	99	95	95	95	99
Famailla	Pend	1,8	1,2	2,1	1,5	1,0	7,0	1,7	5,6	-0,1	5,2	3,1	2,6	2,3	0,1	4,8	2,6	4,2
	Sign	90	no	90	no	no	99	no	99	no	99	95	95	99	no	99	95	99
Jujuy Aero	Pend	2,2	0,7	3,2	2,8	-1,4	4,1	-0,5	2,6	0,4	4,6	0,9	0,9	2,1	2,1	2,1	1,3	1,2
	Sign	95	no	99	no	no	95	no	no	no	99	no	no	99	90	no	no	90
Salta INTA	Pend	1,9	0,2	5,1	1,2	3,3	-1,0	1,2	7,9	0,9	5,5	1,6	1,8	3,3	1,8	2,4	1,6	1,7
	Sign	90	no	99	no	no	no	no	99	no	99	no	no	99	no	no	no	no
Tartagal	Pend	2,7	0,7	3,4	3,5	-1,2	5,1	4,6	4,6	1,1	4,3	1,6	2,5	3,1	6,9	5,4	7,3	5,2
	Sign	99	no	99	99	no	95	95	95	no	99	no	99	99	95	99	99	95

Nota: Significancia al **99**; **95** y **90** %

Tabla 3: Valores de correlación y pendiente de la temperatura máxima media mensual, anual y trimestral de 8 localidades del NOA.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	OTO	INV	PRI	VER
Salta	Pend	0,2	0,6	1,5	-0,4	-4,4	2,7	0,5	-0,4	1,5	3,6	-0,4	0,9	0,4	-1,0	1,3	1,5	0,5
	Sign	no	no	no	no	95	no	no	no	no	99	no	no	no	no	no	90	no
La Quiaca	Pend	0,5	1,4	1,7	3,5	1,5	2,1	1,7	2,6	1,5	2,2	2,2	4,1	2,1	2,3	2,1	1,7	1,5
	Sign	no	no	no	99	90	95	90	95	no	95	90	99	99	99	99	95	no
S del Estero	Pend	0,1	-0,6	0,7	-2,5	-3,1	0,2	1,3	1,2	1,6	3,4	-0,9	-1,1	1,3	-1,6	0,9	1,3	-0,2
	Sign	no	no	no	no	95	no	no	no	no	99	no	no	no	no	no	no	no
Oran	Pend	-0,1	-0,9	0,4	-1,5	-4,3	0,1	-0,5	-1,6	0,2	0,8	-1,9	-1,6	0,1	-1,7	-0,4	-0,4	-1,0
	Sign	no	no	no	no	95	no	no	no	no	no	no	no	no	90	no	no	no
Famailla	Pend	2,0	1,6	2,3	-0,6	-3,0	0,4	-0,4	2,6	1,5	3,5	-0,2	-1,2	0,2	-3,1	0,9	1,5	4,7
	Sign	no	no	no	no	no	no	no	no	no	90	no	no	no	no	no	no	90
Jujuy Aero	Pend	-0,2	1,1	1,4	0,4	-6,2	4,0	-1,7	1,3	1,0	2,6	-0,2	-2,0	0,4	-0,9	1,2	0,6	-0,4
	Sign	no	no	no	no	95	90	no	no	no	90	no	no	no	no	no	no	no
Salta INTA	Pend	-1,7	0,0	1,4	-1,1	-4,6	-3,6	-3,5	5,3	1,9	3,3	-0,8	2,3	-0,9	-1,9	2,2	-0,6	1,1
	Sign	no	no	no	no	no	no	no	99	no	95	no	no	no	no	no	no	no
Tartagal	Pend	-0,4	-1,1	-1,7	-3,8	-6,7	2,1	-2,4	-1,6	-0,9	0,5	-2,4	-2,0	-0,9	-3,8	2,2	-0,7	-1,4
	Sign	no	no	no	95	99	no	no	no	no	no	no	no	no	95	no	no	no