

SEÑALES DEL ENOS SOBRE LA REGIÓN NOROESTE ARGENTINA

María E. Fernandez Long, Rafael Hurtado y Leonardo Serio¹

¹ Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola. Facultad de Agronomía, UBA. email:flong@agro.uba.ar

Introducción

El fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es una manifestación natural de la variabilidad del clima, consecuencia de la interacción entre el océano y la atmósfera en el océano Pacífico tropical. Durante la fase cálida (fría) o El Niño (La Niña) se produce un aumento (disminución) de la temperatura de la superficie del mar, con respecto a los valores medios climatológicos, en una extensa área del Pacífico ecuatorial. Estas variaciones van acompañadas por cambios en las presiones atmosféricas y en la intensidad de los vientos.

El ENOS es una de las principales causas de la variabilidad interanual del clima en gran parte del mundo (Kiladis & Diaz, 1989; Trenberth & Caron 2000). El sur de Sudamérica es una de las regiones más afectadas por los ciclos del ENOS, con probados impactos sobre las precipitaciones (Grimm *et al.*, 2000), las temperaturas (Rusticucci & Vargas, 2002), el agua edáfica (Spescha *et al.*, 2004) y los rendimientos de cultivos (Hurtado *et al.*, 2005, Magrín *et al.*, 2007).

La región del Noroeste Argentino (NOA) se caracteriza por la heterogeneidad de relieve, biomas y climas. Por esta razón, y porque existen pocos estudios al respecto, resulta difícil hacer una generalización del impacto del ENOS sobre esta región. Minetti (2005) sintetizó algunos impactos del ENOS sobre las precipitaciones en el NOA, distinguiendo 3 subregiones con respuestas diferentes, en los llanos del este, la zona serrana al oeste y la parte norte de la Puna.

El objetivo del presente trabajo es determinar la respuesta estacional de los distintos índices del ENOS sobre la precipitación y la temperatura en el noroeste Argentino.

Palabras clave: ENOS, “El niño-Oscilación del Sur”, Noroeste Argentino, precipitación, temperatura.

Materiales y métodos

Para realizar el presente trabajo, se utilizaron series de temperatura máxima y mínima y precipitación mensual de 12 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional y de la Red Hidrológica Nacional, cuya ubicación se presenta en la Figura 1. Se trabajó con toda la información disponible desde 1960 hasta marzo de 2008.

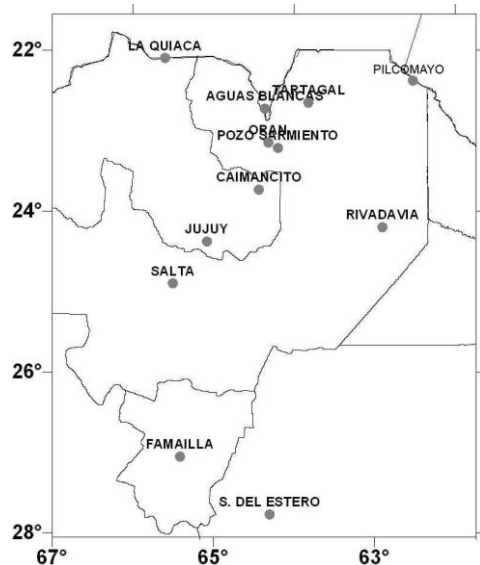


Figura 1. Ubicación de las estaciones

Con la finalidad de analizar las posibles relaciones entre el comportamiento de la atmósfera y el fenómeno

ENOS, se obtuvieron las series del índice de Oscilación del Sur (SOI), el índice multivariado del ENOS (MEI), la temperatura de la superficie del mar (TSM) del océano Pacífico en la región Niño-3.4, el índice oceánico del niño (ONI), y el índice bivariado BEST, para el período 1960-2005 (NOAA, 2008).

Dado que no siempre las teleconexiones del ENOS se producen en forma instantánea, y para poder conocer el momento de ocurrencia de cada índice con mayor respuesta, se calcularon promedios sobre 12, 8, 6 y 3 meses; los mismos fueron calculados en forma imbricada (ene/dic, feb/ene, mar/feb, etc.) obteniendo matrices de 12 valores para cada año y para cada grupo de promedios realizados.

A partir de estas matrices y con los valores medios mensuales de temperatura mínima y máxima y las precipitaciones mensuales, se realizaron correlaciones cruzadas, probando los distintos retrasos en el tiempo (lags).

Resultados y discusión

La señal del ENOS sobre la **precipitación** presenta una respuesta espacial y temporal heterogénea. Existe una fuerte relación entre la precipitación del trimestre de primavera (PRI) y los índices del ENOS, indicando un claro aumento (disminución) de la misma en años “El Niño” (“La Niña”). Esta relación se observó, aunque con distintos coeficientes de correlación, en todas las estaciones analizadas, resultando estadísticamente significativa en La Quiaca, Jujuy, Salta, Orán, Rivadavia, Pozo Sarmiento y Famailá (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1. Máximos valores de coeficientes de correlación encontrados entre la precipitación de primavera y los distintos índices del ENOS. (Los valores en gris oscuro son significativos al 99%, y en gris claro al 90%)

PP PRIMAVERA	MEI	ONI	SOI	SST3,4	BEST
La Quiaca	0.38	0.38	-0.44	0.37	0.43
Jujuy	0.43	0.45	-0.41	0.45	0.44
Salta	0.27	0.34	-0.29	0.30	0.31
Orán	0.41	0.48	-0.43	0.46	0.49
Famailá	0.54	0.56	-0.54	0.58	0.54
Rivadavia	0.48	0.49	-0.41	0.44	0.44
Bemejo Poza Sarmiento	0.43	0.51	-0.45	0.49	0.50
Caimancito	0.19	0.23	-0.26	0.21	0.23
Pilcomayo	0.18	0.15	-0.16	0.14	0.16
Tartagal	0.11	0.16	-0.16	0.16	0.17
Santiago del Estero	0.19	0.16	-0.12	0.13	0.18
Bermejo Aguas Blancas	0.15	0.23	-0.22	0.19	0.23

Cuadro N° 2. Ídem anterior para la precipitación de verano.

PP VERANO	MEI	ONI	SOI	SST3,4	BEST
La Quiaca	-0.19	-0.26	0.24	-0.27	-0.26
Jujuy	-0.20	-0.17	-0.12	-0.22	-0.20
Salta	0.17	-0.16	-0.15	-0.20	-0.19
Orán	0.36	0.34	-0.39	0.33	0.36
Famailá	0.26	0.14	-0.22	0.16	0.19
Rivadavia	0.23	0.26	-0.26	0.25	0.25
Bemejo Poza Sarmiento	0.16	0.15	-0.17	0.18	0.14
Caimancito	0.28	0.25	-0.23	0.24	0.26
Pilcomayo	0.14	0.15	-0.17	0.17	0.18
Tartagal	0.21	0.23	-0.18	0.22	0.22
Santiago del Estero	0.13	0.13	0.10	0.14	-0.10
Bermejo Aguas Blancas	0.14	0.12	-0.11	0.15	0.13

La señal del ENOS disminuye rápidamente en verano (VER), persistiendo con valores significativos únicamente en Orán y Rivadavia. En La Quiaca la señal se invierte, presentando una tendencia a menores precipitaciones en años “El Niño”. En Salta y Jujuy se observa un comportamiento similar, pero las correlaciones no llegan a ser significativas (Cuadro N° 2).

En general, la respuesta de la precipitación a los distintos índices fue similar, con una leve predominancia a valores de correlación más altos con los índices BEST y ONI.

El fenómeno del ENOS tiene una fuerte respuesta sobre la **temperatura mínima** del aire, principalmente durante el invierno. La señal es consistente y homogénea en toda la región, siendo algo menor en Tartagal (Cuadro N° 3). Durante los años “El Niño” las temperaturas mínimas del invierno son más altas, mientras que en los años “La Niña” es mucho más baja. El mismo comportamiento se observa durante el verano (Cuadro N° 4) pero con valores de correlación mucho más bajos, que no alcanzan a ser significativos en el sur de la región (Famaillá y Santiago del Estero); evidenciando la pérdida de respuesta en esta estación del año. Durante la primavera el comportamiento es similar al descrito y con valores intermedios entre invierno y verano.

Cuadro N° 3. Máximos valores de coeficientes de correlación encontrados entre la temperatura mínima de invierno y los distintos índices del ENOS. (Los valores en gris oscuro son significativos al 99%, y en gris claro al 90%)

T MIN INVIERNO	MEI	ONI	SOI	SST3,4	BEST
La Quiaca	0.60	0.52	-0.51	0.52	0.51
Jujuy	0.46	0.50	-0.45	0.49	0.47
Salta	0.46	0.46	-0.43	0.44	0.43
Orán	0.46	0.43	-0.45	0.42	0.42
Famaillá	0.47	0.44	-0.45	0.45	0.43
Tartagal	0.34	0.35	-0.30	0.32	0.29
Santiago del Estero	0.50	0.52	-0.47	0.52	0.48

Cuadro N° 4. Ídem anterior para verano.

T MIN VERANO	MEI	ONI	SOI	SST3,4	BEST
La Quiaca	0.48	0.47	-0.41	0.48	0.46
Jujuy	0.36	0.31	-0.32	0.31	0.32
Salta	0.37	0.34	-0.35	0.34	0.34
Orán	0.39	0.30	-0.30	0.30	0.27
Famaillá	0.24	0.13	-0.24	0.10	0.13
Tartagal	0.32	0.26	-0.30	0.25	0.25
Santiago del Estero	0.21	0.24	-0.19	0.24	0.22

La **temperatura máxima** del invierno presentó un comportamiento muy similar a la mínima, con valores inferiores en módulo en todos los casos; siendo en esta variable Famaillá la localidad con menor respuesta (Cuadro N° 5). Durante las primaveras la señal se pierde, desdibujándose el patrón de comportamiento que reaparece en verano con el signo invertido en casi todas las estaciones meteorológicas estudiadas, a excepción de La Quiaca (Cuadro N° 6). Este resultado está indicando que, en casi toda la región y especialmente en Orán y Tartagal, durante los años “El Niño” la temperatura máxima de verano es menor que durante los años “La Niña”, donde las temperaturas máximas son más elevadas.

Conclusiones

Existe una clara señal del ENOS sobre la **precipitación** de primavera en el NOA, indicando mayores (menores) valores durante los años “El Niño” (“La Niña”). Esta señal tiende a disminuir en el verano, invirtiéndose en La Quiaca. La respuesta sobre la **temperatura mínima** se manifiesta con valores superiores (inferiores) en años “El Niño” (“La Niña”), principalmente en invierno, pero que

persiste durante la primavera y el verano. La **temperatura máxima** presenta una señal similar a la mínima en invierno, pero la relación se invierte durante el verano.

En consecuencia, los aspectos más destacables son que los casos de “El Niño” tienden a producir en el NOA inviernos más cálidos, primaveras más húmedas y veranos con menor amplitud térmica, mientras que cuando ocurre “La Niña” el efecto es inverso.

Cuadro N° 5. Ídem anterior para temperatura máxima de invierno.

T MAX INVIERNO	MEI	ONI	SOI	SST3,4	BEST
La Quiaca	0.40	0.47	-0.55	0.46	0.50
Jujuy	0.36	0.44	-0.29	0.42	0.37
Salta	0.49	0.55	-0.40	0.54	0.49
Orán	0.31	0.40	-0.22	0.38	0.33
Famaillá	0.24	0.31	-0.20	0.28	0.27
Tartagal	0.33	0.43	-0.26	0.40	0.36
Santiago del Estero	0.26	0.34	-0.21	0.33	0.30

Cuadro N° 6. Ídem anterior para temperatura máxima de verano.

T MAX VERANO	MEI	ONI	SOI	SST3,4	BEST
La Quiaca	0.57	0.60	-0.53	0.62	0.59
Jujuy	-0.34	-0.30	0.40	-0.30	-0.35
Salta	-0.16	-0.14	0.27	-0.15	-0.19
Orán	-0.47	-0.43	0.48	-0.43	-0.46
Famaillá	-0.25	-0.27	0.27	-0.26	-0.25
Tartagal	-0.56	-0.47	0.51	-0.45	-0.48
Santiago del Estero	-0.35	-0.26	0.35	-0.27	-0.31

Agradecimientos

Este trabajo se realiza en el marco del proyecto UBACyT G078. Los autores agradecen al Servicio Meteorológico Nacional y al Sistema Nacional de Información Hídrica por la información brindada para realizar el trabajo.

Referencias bibliográficas

- Grimm, A., V. Barros and M. Doyle, 2000. Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. *J. Climate*, 13: 35-58.
- Hurtado, R.; L. Serio; L. Spescha; M.E. Fernández Long y G.M. Murphy, 2005. Análisis de la sensibilidad de distintos índices del ENSO para explicar los rendimientos de maíz en la Región Pampeana. *Rev. Fac Agronomía UBA*, 25: 53-60.
- Kiladis G.N. and H. F. Diaz. 1989. Global and climatic anomalies associated with extremes in the Southern oscillation. *J. Climate*, 2:1069-1090.
- Magrin G. O.; M. I. Travasso; W. E. Baethgen; R. T. Boca. 2007. Improving Applications in Agriculture of ENSO-Based Seasonal Rainfall Forecasts Considering Atlantic Ocean Surface Temperatures. Chapter 23. M. V. Sivakumar, J. Hansen Eds. 306 pp.
- Minetti, J.L., 2005. El Clima del Noroeste Argentino. Ed. Magna, S.M. de Tucumán. 350 p.
- NOAA, 2008. <http://www.cdc.noaa.gov/ClimateIndices> Climate Indices: Monthly Atmospheric and Ocean Time Series.
- Rusticucci, M. and W. Vargas, 2002. Cold and warm events over Argentina and their relationship with the ENSO phases. *Int. J. Climatol.*, 22: 467-483.
- Spescha, L., J. Forte Lay, O. Scarpati y R. Hurtado, 2004. Los excesos de agua edáfica y su relación con el ENSO en la Región Pampeana. *Rev. Fac. Agronomía UBA*, 24: 161-167.
- Trenberth, K.E. and J. M. Caron. 2000. The southern Oscillation Revisited: Sea level pressures, surface temperatures and precipitation. *J. Climate*, 13, 4358-4365.