

# **PATRONES ESPACIALES Y TEMPORALES DE LOS RENDIMIENTOS DE MAIZ EN RELACION CON EL ENSO EN LA REGION PAMPEANA (ARGENTINA)**

Hurtado R.<sup>(1)</sup>, Liliana Spescha<sup>(1)</sup>, Silvina Maio<sup>(1)</sup> y Berri G.<sup>(2)</sup>

(1) Cátedra de Climatología Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Buenos Aires. Avda San Martín 4453 (1425). Buenos Aires. Argentina. Email: [hurtado@mail.agro.uba.ar](mailto:hurtado@mail.agro.uba.ar)

(2) Departamento de Ciencias de la Atmósfera. Facultad de C. E. y Naturales. UBA. CONICET.

## **RESUMEN**

Se correlacionaron los rendimientos de maíz de 177 partidos de las provincias correspondientes a la Región Pampeana (Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, La Pampa y Entre Ríos), de las campañas 1969-70 a 1996-97, con las anomalías de la temperatura de la superficie del mar (TSM) de la Región Niño 3 en el Océano Pacífico. Se analizaron las relaciones con todos los años de la serie en estudio y particularmente con los eventos Niños y Neutros. Se observa que para la situación primera sólo existen respuestas zonales en la provincia de Córdoba. En los eventos Niños y durante el trimestre diciembre, enero y febrero, la señal se ubica en el centro de la Provincia de Santa Fe, oeste de Córdoba y noroeste de Buenos Aires. En los años considerados neutros no hay respuesta espacial ni temporal.

**Palabras clave:** temperaturas de la superficie del mar, rendimientos de maíz

## **INTRODUCCIÓN**

La región pampeana se caracteriza por ser el área de secano más productiva de la Argentina, contribuyendo con el 90% de la producción nacional de granos. En este sistema de producción la variabilidad de los rendimientos está estrechamente asociada a la variabilidad climática.

El fenómeno ENSO es una de las principales causas de la variabilidad interanual y estacional. Sus efectos globales en los rendimientos y en la producción de alimentos ha sido reconocidos en Sudáfrica (Cane et al, 1994), Australia (Nicholls, 1985; 1986), China (Scherm and Yang, 1995), Argentina (Beltrán et al, 1996; Messina et al, 1996; Hurtado et al, 1998; Spescha et al, 1998). La información asociada a la ocurrencia del ENSO, abre las posibilidades de planificar las decisiones para mitigar sus efectos adversos.

El maíz es uno de los cultivos de mayor difusión en la región Pampeana. Su producción está vinculada a las precipitaciones durante los meses de octubre y enero, siendo este último mes el momento de la floración.

Existe evidencia que indica que la precipitación estival en esta región está directamente relacionada con la temperatura en la superficie del mar (TSM) del Océano Pacífico (Berri y Tanco, 1996). Estas características hacen del cultivo de maíz un caso de estudio interesante para explorar los efectos del ENSO en la productividad de este cultivo, y tratar de desarrollar un modelo de pronóstico a escala regional.

En estudios anteriores efectuados en nuestro país se han utilizado variables continuas asociados a la ocurrencia del ENSO sin tener en cuenta el tipo de evento (Messina, 1996; Hurtado, 1998; Spescha, 1998). Esto tiene sus inconvenientes ya que los años neutros y los otros eventos (Niño-Niña) presentan una gran variabilidad.

Por lo tanto el objetivo del presente trabajo es conocer la relación entre la TSM de la Región Niño 3 y la productividad del maíz en la Región Pampeana, identificar patrones espaciales y temporales y evaluar su capacidad como probable predictor de rendimientos.

## **MATERIALES Y METODOS**

Se utilizaron datos de rendimiento del cultivo de maíz para 177 distritos (partidos o departamentos) correspondientes a las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe de las campañas comprendidas entre los años 1969/70 y 1996/97. Esta información fue suministrada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP).

Como índice ENSO se utilizó la anomalía de la TSM en la región Niño 3 (90°-150° W, 5° S y 5° N) del Pacífico Ecuatorial por ser un estimador menos variable. Las temperaturas se obtuvieron del Climate Diagnostics Bulletin editado por el Climate Analysis Center del U.S. Natural Weather Service.

A partir de 1970 la producción del maíz se incrementó entre 1.5 a 2 veces, debido a mejores técnicas de cultivo y posiblemente al clima. Por lo tanto, se removió la tendencia aplicando un filtro lineal a cada uno de las series y se obtuvo así los residuales de rendimiento. Estos residuales se correlacionaron con las anomalías de la TSM calculadas en forma trimestral, como variable independiente, para todo el ciclo del cultivo. Los coeficientes de correlación lineal ( $r$ ) obtenidos se plotearon en mapas delimitándose aquellas áreas de valores significativos al 5%.

Este procedimiento se aplicó utilizando la serie continua total para el periodo 1970-1997 y discriminando los años comprendido para cada fase del ENSO: Niña, Neutro y Niño. Para categorizar

los años calendarios por fase del ENSO se utilizó la clasificación propuesta por Kiladis y Diaz (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de eventos (Kiladis y Díaz, 1989)

Evento	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
Niña	x			x		x												x									x	
Niño			x				x					x				x					x	x						x
Neutro		x			x			x	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x			x	x	x		

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1 a, b y c se muestra los resultados de las correlaciones, sin categorizar los eventos, desde el trimestre setiembre, octubre y noviembre (S-O-N) a diciembre, enero y febrero (D-E-F). Se observa que existe una respuesta zonal en la provincia de Córdoba y sur de Santa Fe.

Las áreas con significancia estadísticas se van reduciendo a medida que se avanza en los trimestres mencionados. Para el trimestre D-E-F, época en la cual el fenómeno del Niño tiene una señal más definida, la respuesta es menor. Posiblemente esto se deba a la respuesta diferente de los rendimientos que se observa al clasificar la serie de acuerdo a los distintos eventos (Neutros, Niños y Niñas).

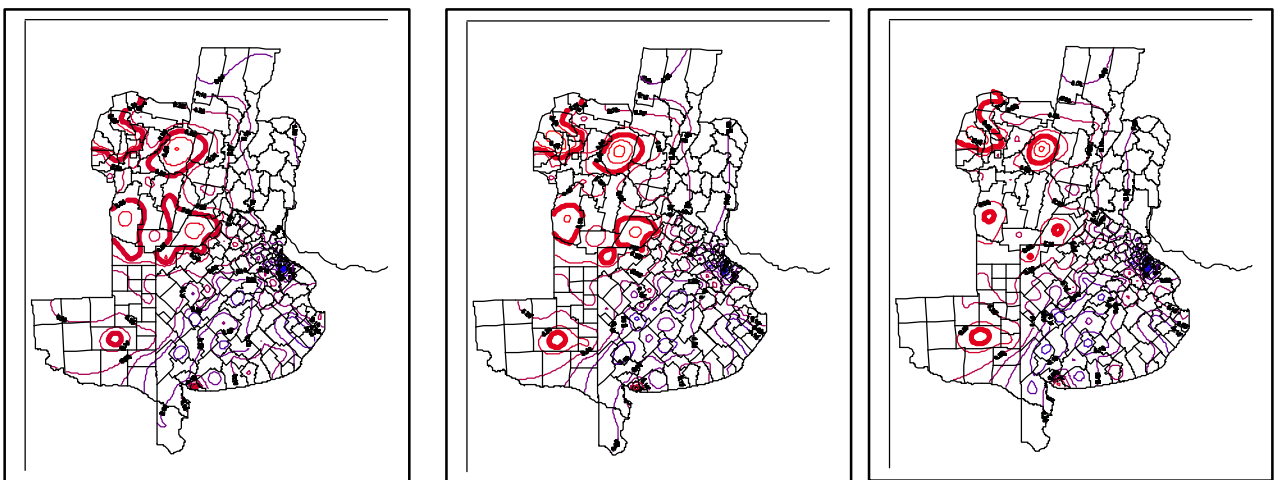


Figura 1 a: Trimestre S-O-N

Figura 1 b: Trimestre N-D-E

Figura 1 c: Trimestre D-E-F.

En la figura 2 se observan las correlaciones entre la TSM de los años Niños para el trimestre D-E-F y los rendimientos del maíz quedando evidenciada una zona donde los valores de correlación adquieren significancia estadística para el 95% ubicada en el noreste de Córdoba, centrosur de Santa Fe y noroeste de Buenos Aires.

Para los años neutros cabe destacar que no se observa ningún tipo de correlación (Fig.3). Esto nos indica que podemos esperar cualquier respuesta de los rendimientos tanto espacial como temporal.

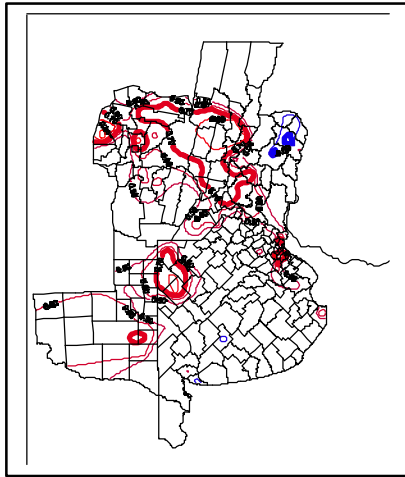


Figura 2: Correlación entre TSM (trimestre D-E-F) y los rendimientos de maíz para los años Niños.

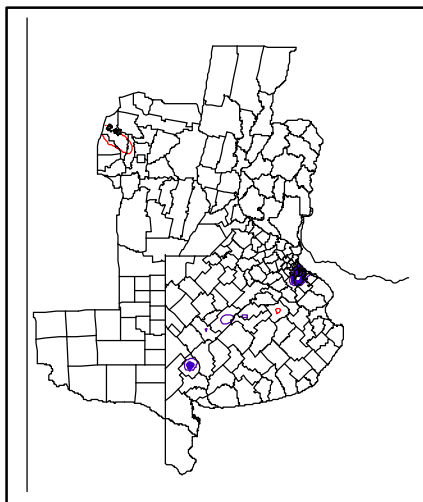


Figura 3: Correlación entre TSM (trimestre D-E-F) y los rendimientos de maíz para los años Neutros.

Para mostrar la relación existente entre los desvíos de los rendimientos y los de la TSM se efectuaron los diagramas por eventos de algunas localidades (Fig. 4 a, b y c) representativas del área con significancia estadística. En ellos se puede observar una dispersión muy marcada cuando se trata de años neutros, mientras que para los eventos Niños se observa un buen ajuste que reafirman lo mostrado espacialmente en la figura 2.

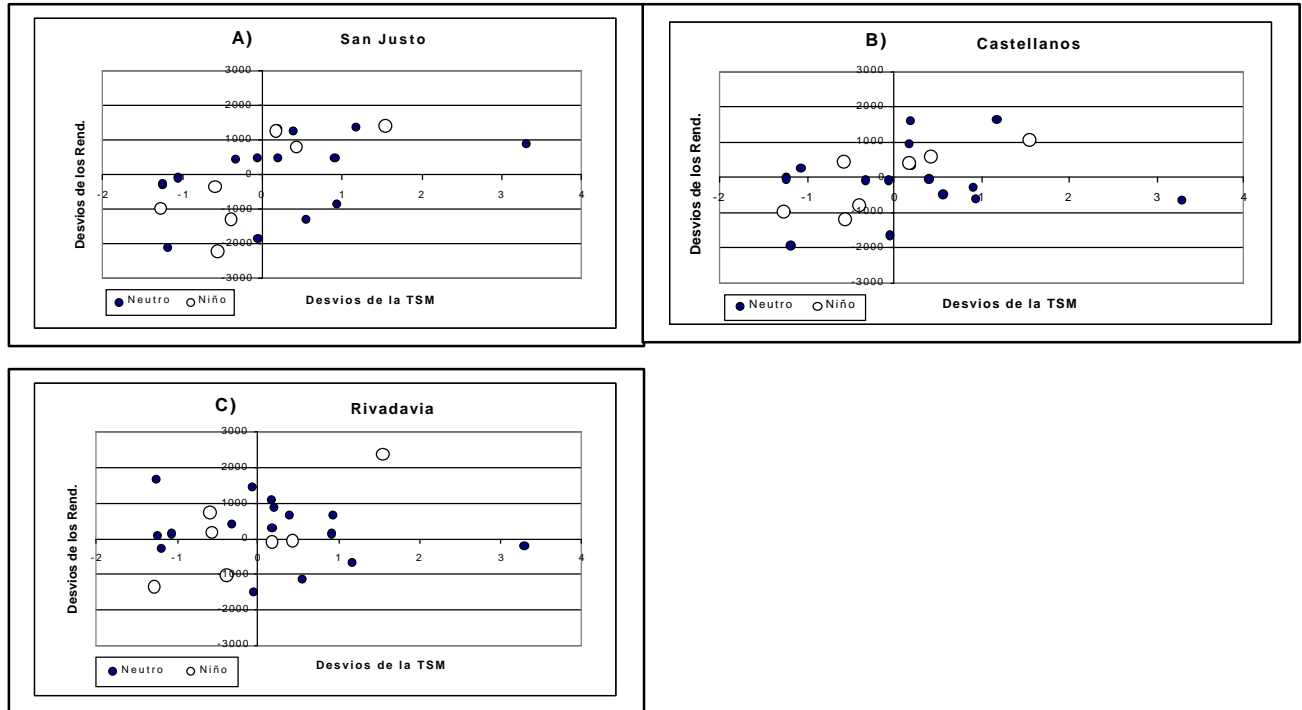


Figura 4 A, B y C: diagramas de dispersión por eventos, para tres Departamentos de la Región en estudio

Del análisis surge que en la Región Pampeana la respuesta al fenómeno del Niño para el cultivo de maíz se haya localizada en el noreste de Córdoba, centrosur de Santa Fe y noroeste de Buenos Aires.

Cabe destacar que también fueron analizadas las “Niñas”. Si bien se obtuvo una respuesta espacial y temporal de las mismas con los rendimientos, estas no fueron incluidas en el presente estudio pues el número de casos era muy pequeño como para extraer una conclusión estadísticamente válida.

No obstante el presente estudio es preliminar y amerita la profundización del mismo.

las correlaciones entre la TSM para los años neutros y los rendimientos de maíz.

## CONCLUSIONES

Se encontró relación entre la temperatura de la superficie del mar de la región Niño 3 y los rendimientos de maíz en la Región Pampeana. Al analizar la TSM como variable continua se observa una respuesta espacial ubicada en la provincia de Córdoba. Para los eventos Niños la misma se ubica en el noreste de Córdoba, centrosur de Santa Fe y noroeste de Buenos Aires. Para los años Neutros, no se encontró ninguna respuesta espacial ni temporal.

## BIBLIOGRAFIA

- BERRI G. Y TANCO R. 1996. El efecto de El Niño en las precipitaciones estivales en la Pampa húmeda. Taller y conferencia sobre el Niño 1997/98. Montevideo. Uruguay. Diciembre 1998. Pag 6-8.
- CANE, M.A., G. ESHEL, AND R.W.BUCKLAND. 1994. Forecasting Zimbabwean maize yield using eastern equatorial Pacific sea surface temperature. *Nature*. 370, 204-205.
- KILADIS, G.N., AND H.F.DIAZ. 1989. Global climatic anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation. *J.Climate*, 2, 1069-1990.
- NICHOLLS. N., 1985: Impact of the Southern Oscillation on Australian crops. *J.Climatol.*, 5, 553-560.
- MESSINA, C., BELTRÁN, A. Y RAVELO, A. 1996. El fenómeno ENSO: su relación con la productividad del maíz en la región pampeana argentina. IV Congreso Colombiano de Meteorología, Santafé de Bogotá, Colombia.
- MESSINA, C. BELTRÁN, A. Y A. RAVELO. 1996. La variabilidad interanual de los rendimientos de trigo en la región pampeana y su relación con el fenómeno ENSO. VII Congreso Argentino y VII Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología. Buenos Aires. Argentina.
- HURTADO R. Y G. BERRI. 1998. Relación entre los rendimientos trigueros y el fenómeno del ENSO en la región pampeana, en el periodo 1970-1997. Publicado en CD-ROM por SBMET (Sociedade Brasileira de Meteorología). Sección Agrometeorología. 4 pag.
- SCHERM, H AND X.B.YANG.1995.Interannual variations in wheat rust development in China and the U.S.A in relation to the Niño/southern oscillation.*Phytopatology* ,85,970-976
- SPESSCHA L. y BERRI G. 1998. Acerca del efecto de El Niño sobre los rendimientos de la soja en la región pampeana Argentina Publicado en CD-ROM por SBMET (Sociedade Brasileira de Meteorología) Sección Agrometeorología. 4 pag.