

Artículo de divulgación

## **Producción de sorgo en el departamento Rosario y efecto del fenómeno ENOS sobre su rendimiento**

Sola, F.; Jozami, E.; Coronel, A.

Cátedra de Climatología Agrícola,  
Facultad de Ciencias Agrarias – UNR  
ejozami@unr.edu.ar

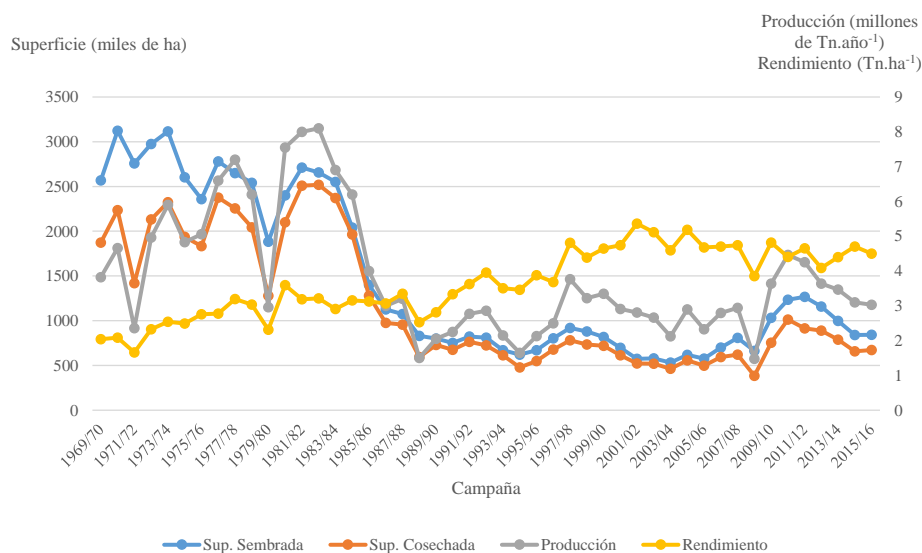
El sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) es un cereal sembrado globalmente en 42 millones de hectáreas cuya producción global supera las 64 millones de tn (USDA, 2016). En Argentina, el valor estimado de superficie sembrada para este año es de 850.000 hectáreas (Subsecretaría de Agricultura, 2016).

A nivel mundial, representa el quinto cereal en importancia, detrás del maíz, trigo, arroz y cebada, aportando el 3% de la producción total. Sus principales destinos son para consumo humano y animal (como forraje y grano) y, recientemente, se ha comenzado a utilizar en la producción de bioetanol (Barberis y Sánchez, 2013).

Este cultivo, permite mejorar parámetros de fertilidad edáfica de suelo, siendo fundamental su incorporación en los planes de rotación de cultivos. A su vez, deja una gran cobertura de rastrojos de elevada relación carbono/nitrógeno haciendo un gran aporte de residuos en superficie de degradación lenta disminuyendo las pérdidas de suelo por erosión (Carrasco et al., 2011). A su vez, se han reportado incrementos de rendimiento en los cultivos de soja que se siembran con sorgo como cultivo antecesor (Ferrari, 2010). Las siembras en el departamento Rosario comienzan en octubre y se extienden hasta fines de diciembre.

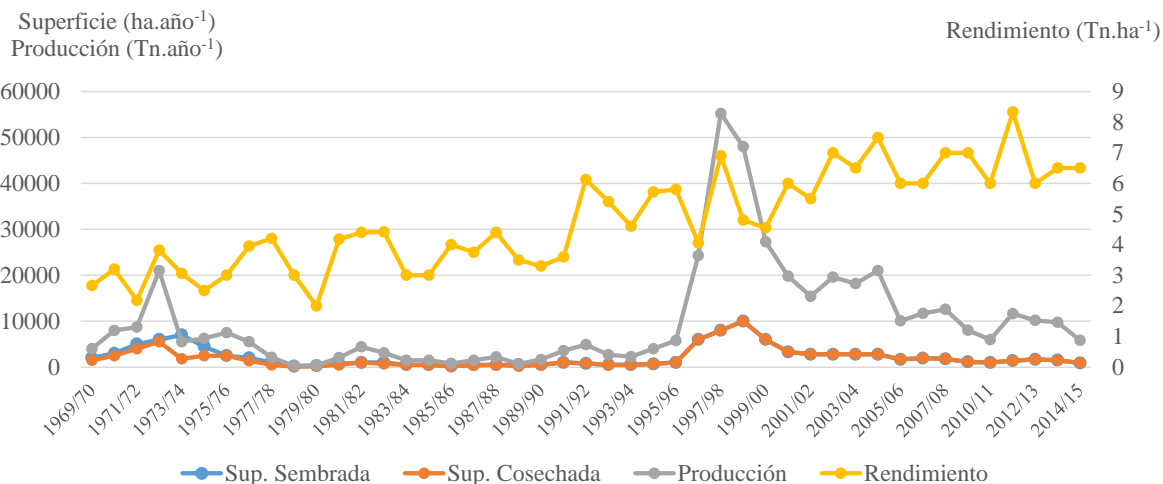
Desde finales de la década del '80, la superficie sembrada de sorgo oscila entre 500.000 y 1.000.000 de hectáreas en toda la República Argentina. Desde el año 1957 que fue introducido hasta la década del '70, estuvo en franca expansión, llegando a superar las 3 millones de hectáreas sembradas en la campaña 1970/1971. Diversos motivos produjeron la caída en la superficie sembrada a partir de finales de la década del '80 (Fig. 1), tales como bajo precio internacional, expansión de cultivos más redituables (Cassel y Patel, 2003; Caballero et al., 2010, 2011).

En cuanto al rendimiento, presenta una tendencia positiva, producto de mejoras en sistemas de labranza y siembra, desarrollos de híbridos mejores adaptados, mejor control de plagas, fertilizaciones, etc.



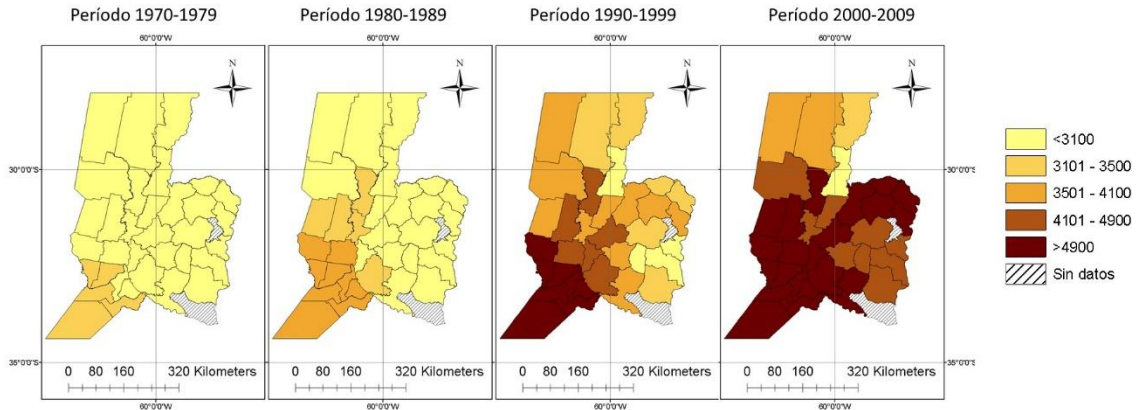
**Figura 1.** Evolución de la producción, superficies sembrada y cosechada y rendimiento de Sorgo en Argentina

En lo que respecta al departamento Rosario, la superficie sembrada se ubica en valores menores a las 2000 ha, aunque presenta dos períodos donde se produjeron grandes aumentos, a mediados de la década del '70, alcanzando 7000 ha, y a finales de los '90, llegando a las 10000 ha (Fig. 2)



**Figura 2.** Evolución de la producción, superficies sembrada y cosechada y rendimiento de Sorgo en el Departamento Rosario

A nivel departamental, para las provincias de Entre Ríos y Santa Fe, la figura 3 muestra los incrementos de rendimiento a lo largo de las décadas. Si bien el incremento se dio de manera generalizada, la zona núcleo pampeana es la que registra los mayores incrementos.



**Figura 3.** Rendimiento de sorgo (Kg/ha) por departamento en las provincias de Entre Ríos y Santa Fe para las diferentes décadas (mapa elaborado a partir de datos oficiales)

### Fenómeno El Niño Oscilación Sur (ENOS)

En períodos que van de tres a siete años, las aguas superficiales de una gran franja del Océano Pacífico tropical, se calientan o enfrían entre  $1^{\circ}\text{C}$  y  $3^{\circ}\text{C}$ , con respecto a la temperatura normal. Esta oscilación irregular entre fases de calentamiento y enfriamiento, es conocida como el ciclo ENOS, afectando directamente a la distribución de las precipitaciones (P) en las zonas tropicales y puede tener una fuerte influencia sobre el clima en otras partes del mundo. El Niño y La Niña son las fases extremas del ciclo ENOS; entre estas dos fases existe una tercera fase llamada Neutral (NOAA, 2013).

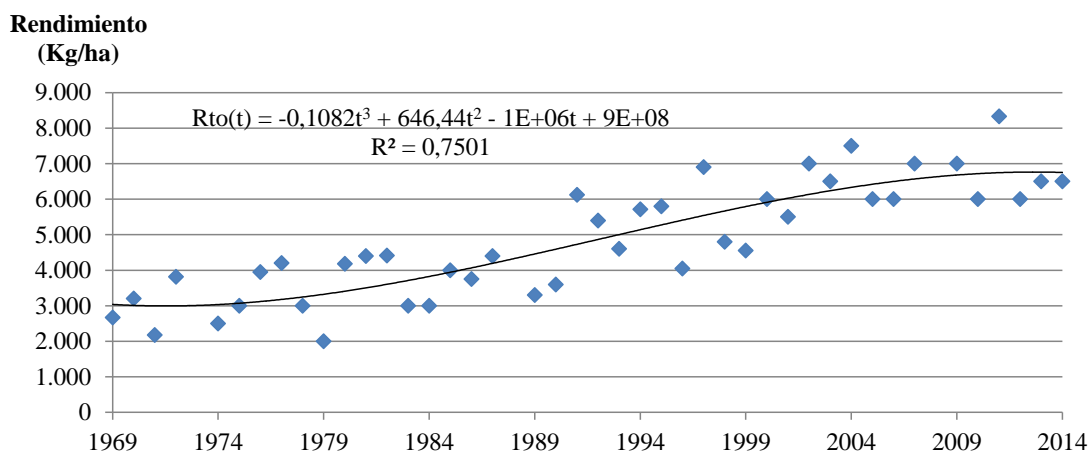
El “Oceanic Niño Index” (ONI) es uno de los tantos índices que caracteriza el estado del fenómeno ENOS. El mismo es actualmente utilizado por el Climate Prediction Center (CPC) (NOAA, 2016), y define operacionalmente la fase cálida del ENOS o sea El Niño cuando el promedio de tres meses de las anomalías\* de las temperaturas superficiales del Océano Pacífico (ATSM) en la región NIÑO 3.4 ( $5^{\circ}\text{N}$ - $5^{\circ}\text{S}$ ,  $120^{\circ}$ - $170^{\circ}\text{O}$ ) es mayor o igual a  $+0.5^{\circ}\text{C}$  durante cinco trimestres consecutivos. La fase fría del ENOS o La Niña ocurre cuando el promedio trimestral de las anomalías de las ATSM es menor o igual a  $-0.5^{\circ}\text{C}$  durante cinco trimestres, y en el resto de los casos se determina como Neutro.

Muchos trabajos han reportado para la región del litoral argentino, un aumento (disminución) de las precipitaciones durante las fases El Niño (La Niña) fundamentalmente durante el semestre cálido condicionando los rendimientos de los cultivos de verano (Ropelewski y Halpert, 1987; Grimm y Tedeschi, 2009; Jozami et al., 2015).

En el presente trabajo, se evaluó para el departamento de Rosario, el efecto del ONI sobre el rendimiento de sorgo. Para cada año se obtuvo un rendimiento estimado en función de una curva de tendencia polinómica de tercer grado (Fig. 4). El aumento de rendimiento asociado a las mejoras tecnológicas, fue filtrado mediante la siguiente ecuación para calcular el rendimiento sin tendencia (Rst):

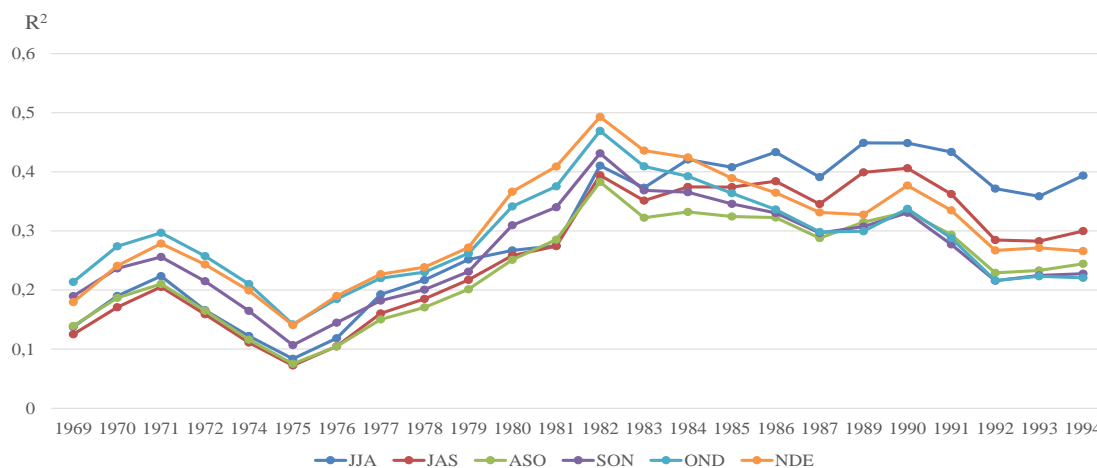
$$Rst = \frac{Rto}{Rto(t)}$$

donde Rto es el rendimiento del departamento en un año y Rto (t) es el rendimiento estimado por la polinómica para dicho año. Valores de Rst superiores a 1 para un año dado indican que el rendimiento de dicho año fue superior al estimado por la curva de tendencia y viceversa (Fig. 4). Esta variable, puede ser considerada como indicadora de la situación climática de cada campaña.



**Figura 4.** Rendimiento de sorgo en el departamento Rosario (Rto(t): rendimiento estimado del año)

La figura 5 muestra el valor de los coeficientes de determinación  $R^2$  entre los ONI trimestrales consecutivos (JJA: Junio-Julio-Agosto; JAS: Julio agosto Septiembre; etc.) y los Rst en ventanas móviles de 20 años siendo la primer ventana analizada la de 1969-1988. Se observan ciclos de aumentos y disminuciones de  $R^2$  típico de este tipo de relaciones. En general, los ONI de OND y NDE presentan mayores correlaciones con los rendimientos de los cultivos de verano, lo cual es de esperar debido a su coincidencia temporal con las etapas críticas de definición de rendimiento de los mismos. No obstante, a partir del período 1984-1993 el ONI de JJA presentó correlaciones superiores al resto de los ONI. El hecho de que dicho índice, se encuentra disponible en septiembre, le da mayor utilidad por ser una fecha previa a las fechas de siembra de sorgo posibilitando su uso como predictor del rendimiento, lo cual posibilitaría definir los rendimientos objetivos y ajustar las dosis de fertilización a los mismos.



**Figura 5.** Coeficiente de determinación ( $R^2$ ) entre los ONI y el Rst en ventanas móviles de 20 años a partir del año 1969

## Bibliografía

- Bolletta A, Campos P, Carrasco N, Cicchino M, Forján H, Gigón R, Lagrange S, Manso L, Marinissen J, Melin A, Zamora M. (2011) *Manual de sorgo* CEI Barrow, Ediciones INTA
- Barberis N, Sánchez C. 2013. Informe de cultivo de sorgo : evolución y perspectivas . Un análisis de las estadísticas. INTA. :1-14. Disponible en: <http://www.tecnosorgosa.com.ar/pdf/intainfosorgo.pdf>
- Caballero J, O'Connor E, Amado B. 2010. econstor. Available from: <http://www.academia.edu/download/46019292/670814253.pdf>
- Caballero J, O'Connor E, Amado B. 2011. Latin America's agricultural exports to china: recent trends. Disponible en: [http://projects.iamo.de/fileadmin/uploads/forum2011/Papers/Caballero\\_IAMO\\_Forum\\_2011.pdf](http://projects.iamo.de/fileadmin/uploads/forum2011/Papers/Caballero_IAMO_Forum_2011.pdf)
- Carrasco N, Zamora M, Melin A. 2011. Manual de sorgo. Barrow: Ediciones INTA.
- Cassel A, Patel R. 2003. Policy Brief No. 8. Disponible en: [http://foodfirst.org/wp-content/uploads/2013/12/PB8-Brazils-Rural-Poor-Consolidating-Inequality\\_Cassel-and-Patel\\_Aug2003.pdf](http://foodfirst.org/wp-content/uploads/2013/12/PB8-Brazils-Rural-Poor-Consolidating-Inequality_Cassel-and-Patel_Aug2003.pdf)
- Ferrari M. 2010. ¿Nuestros actuales sistemas de producción agrícola son ambientalmente sustentables?
- Grimm A, Tedeschi R. 2009. ENSO and extreme rainfall events in South America. J. Clim. Disponible en: <http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/2008JCLI2429.1>

- Jozami E, Costanzo MB, Coronel AS. 2015. Influencia de "El Niño-Oscilación Sur", caracterizado a través del "Oceanic Niño Index" (ONI), sobre las precipitaciones en paraná y Lucas González (Entre Ríos) Rev. Climatol. 15:85-92.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2013. What is El Niño and La Niña? Washington, UUEE.
- NOAA. 2016. Cold & Warm Episodes by Season. Disponible en:  
[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml).
- Ropelewski C, Halpert M. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. Mon. Weather Rev.115:1606-1626.  
Disponible en: [http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0493\(1987\)115<1606:GARSPP>2.0.CO;2](http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0493(1987)115<1606:GARSPP>2.0.CO;2)
- Subsecretaría de Agricultura. 2016. Ministerio de Agroindustria, Presidencia de la Nación. Dir. Nac. Estimaciones, Deleg. y Estud. Económicos.
- USDA. 2016. Grain: World Markets and Trade. Disponible en: <http://www.fas.usda.gov>