

ARROZ EN CORRIENTES: INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA

Testani Nadia^{1,2}, Diaz Leandro^{1,2,3}, Herber Luciana⁴, Robledo Federico^{1,2,3}
nadia.testani@cima.fcen.uba.ar Autor correspondiente.

¹Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO). Buenos Aires, Argentina.

²CONICET – Universidad de Buenos Aires. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). Buenos Aires, Argentina.

³Instituto Franco-Argentino de Estudios sobre el Clima y sus Impactos (IFAECI) – IRL 3351 – CNRS-CONICET-IRD-UBA. Buenos Aires, Argentina.

⁴Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Grupo Cultivos Extensivos. EEA Corrientes. Argentina.

Palabras clave: Variabilidad climática, Noreste Argentino, Arroz

1) INTRODUCCIÓN

La producción de arroz en el noreste argentino representa una actividad clave por su relevancia económica y su integración en las dinámicas territoriales de la región. La provincia de Corrientes concentra aproximadamente el 50% de la producción nacional (BCSF, 2024), y se posiciona como un actor central en el sistema agroproductivo del litoral.

El rendimiento del cultivo de arroz está altamente condicionado por factores climáticos que actúan de manera diferenciada a lo largo de sus etapas fenológicas. A su vez, la variabilidad climática a diferentes escalas y los patrones de circulación atmosférica a escala planetaria y regional modulan la precipitación, la temperatura y la cobertura nubosa en el Noreste Argentino (NEA) (Barros y otros, 2002). Además, se ha mostrado que la Oscilación del Sur de El Niño (ENOS) modula la nubosidad en el NEA (Testani y otros, 2024 a) que influye en la radiación solar entrante y puede entonces influir en los rendimientos de arroz en Corrientes.

En este contexto, el presente trabajo analiza la influencia de la variabilidad climática y los patrones de circulación atmosférica sobre el rendimiento del cultivo de arroz en la provincia de Corrientes, Argentina. Para eso examina mes a mes (de septiembre a febrero) la influencia del clima con cada etapa del desarrollo del cultivo.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizaron datos provinciales de rendimiento de arroz en Corrientes (MAGyP, 2024), disponibles entre 1969 hasta la actualidad, que reflejan tanto la variabilidad climática como los efectos de mejoras tecnológicas a lo largo del tiempo (Lu y otros, 2017). Para aislar la señal interanual, fue aplicado un filtro LOWESS ($f=0.5$), con el cual se eliminó la tendencia de largo plazo. Los extremos de la serie resultante fueron identificados en informes técnicos regionales (e.g. BCSF, 2021; ACPA, 2010;), a fin de contextualizarlos así como de testear el método de filtrado de la tendencia.

Para analizar la influencia del clima sobre los rendimientos, se analizaron las series mensuales derivadas de datos diarios del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en Corrientes. Se calculó la media regional de cada variable sobre la provincia y se removió la tendencia de Theil-Sen. Las anomalías fueron estandarizadas con respecto al período base 1983–2016. Las variables consideradas incluyeron temperatura media, mínima y máxima, humedad relativa, precipitación, rango térmico medio mensual y un índice de nubosidad estimado a partir de registros diarios en octas (Testani y otros, 2024 b). El análisis se restringió al período común 1970–2016. Se realizaron composiciones mensuales para la

temporada de cultivo (septiembre a febrero), comparando campañas con rendimientos altos (mayores a $+0.5$ desvíos estándar) y bajos (menores a -0.5 desvíos estándar). La significancia estadística de las diferencias fue evaluada mediante pruebas de diferencia de medias con un nivel de confianza del 99 %.

Finalmente, con el objetivo de identificar los patrones de circulación atmosférica asociados a años de alto y bajo rendimiento, fueron analizadas variables climáticas regionales y de gran escala durante primavera (SON) y verano (DJF), en el período 1969–2021. Se consideraron campos de nubosidad, temperatura media, precipitación, flujos y convergencias de humedad, temperatura de la superficie del mar y flujo de actividad de onda en 250 hPa sobre el hemisferio sur. Para todas las variables, fue eliminada la tendencia de Theil-Sen en cada punto de retícula y se trabajó con anomalías estandarizadas previas a la construcción de las composiciones.

3) RESULTADOS

Valores extremos en la serie de rendimiento estandarizada (Figura 1) fueron identificados y contextualizados en relación a informes técnicos regionales. Por ejemplo, durante la campaña 2020/2021 se observó una anomalía positiva de rendimiento, consistente con lo reportado en el informe nacional de arroz BCSF (2021). En el mismo se indicó que, las temperaturas se mantuvieron dentro del rango óptimo y se registraron niveles adecuados de radiación solar durante el llenado de grano, lo que favoreció rendimientos elevados.

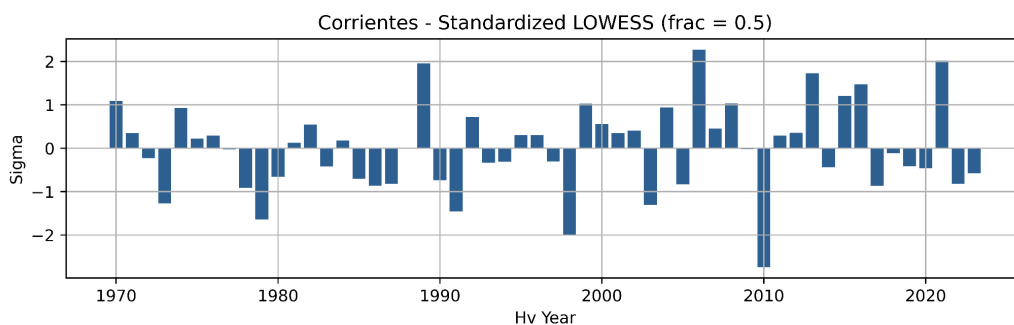


FIGURA 1. Serie de anomalías estandarizadas de rendimiento de arroz en Corrientes (1970–2023). Los valores corresponden a desviaciones respecto a la media local, suavizados mediante una regresión LOWESS (frac = 0.5).

La Figura 2 presenta los boxplots de las anomalías del índice de nubosidad en Corrientes, según años de rendimiento alto y bajo, para cada mes del período de cultivo. Se observa, que los rendimientos altos (bajos) en noviembre, etapa crítica del ciclo fenológico en la que tiene lugar la diferenciación del primordio floral e inicia el período de floración (en lotes sembrados temprano), se asociaron con anomalías negativas (positivas) de nubosidad dado el rol de la radiación solar en este periodo.

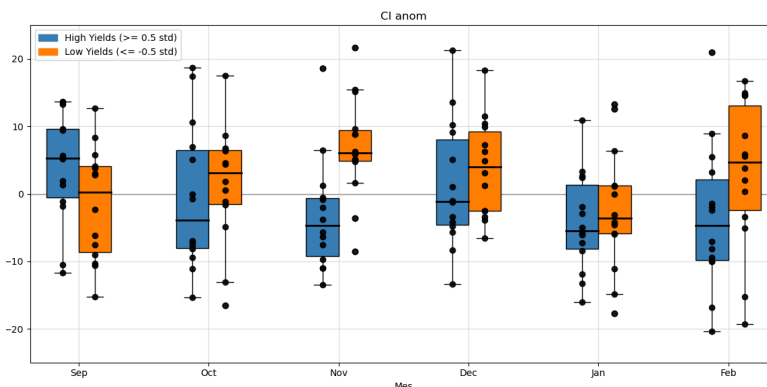


Figura 2. Boxplots de las anomalías del índice de nubosidad en Corrientes (%), diferenciadas según años de rendimiento alto (mayor a 0.5 desvíos estándar) y bajo (menor a -0.5 desvíos estándar), para cada mes del período de cultivo de arroz

Análisis análogos fueron realizados para otras variables climáticas y los resultados se resumen en la Tabla 1. Por ejemplo, se observa que valores bajos de temperatura mínima en noviembre y diciembre se relacionan con mayores rendimientos, ya que promueven una respiración moderada y eficiente de la planta (i.e. la energía producida por la fotosíntesis es superior a la energía consumida por la respiración,

resultando en una acumulación neta de biomasa). Por otro lado, temperaturas máximas elevadas en estos meses benefician la correcta formación y desarrollo de estructuras reproductivas, y el desarrollo óptimo de la floración y fertilización, lo que se traduce en un alto número de granos llenos por panoja, componente clave para alcanzar altos rendimientos. Esto explicaría la relación positiva que se observa con la temperatura máxima, aunque en este caso la diferencia de medias no resultó estadísticamente significativa. Finalmente, la relación positiva con el rango térmico diario se interpreta como resultado combinado de las relaciones previamente mencionadas con la temperatura mínima y máxima.

	T media	T mínima	T máxima	T rango	Nubosidad	Precipitación	HR
Sep	+	+	+	+	+	-	-
Oct	-	-	+	+	-	-	-
Nov	-	-	+	+	-	-	-
Dic	-	-	+	+	-	+	-
Ene	-	-	-	+	-	-	-
Feb	+	-	+	+	-	-	-

Tabla 1. Se indican los meses en los que la diferencia de medias de las anomalías compuestas entre años de rendimientos altos y bajos resultó estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 99 % (celdas coloreadas). Asimismo, se especifica si la relación fue positiva (+) o negativa (-), es decir, si los rendimientos altos estuvieron asociados a anomalías positivas o negativas, correspondientemente, de la variable analizada.

Por último, el análisis de los aspectos dinámicos que vinculan a los rendimientos de arroz en Corrientes con patrones de circulación regional y global muestra que los rendimientos mayores están asociados a patrones de circulación de La Niña, que favorece la divergencia de humedad, mayor radiación y alta amplitud térmica sobre la región, lo que favorece al desarrollo óptimo del cultivo.

Este trabajo destaca la importancia de contextualizar las anomalías de rendimiento del arroz mediante el uso de informes locales para validar el filtrado de tendencia y dar sentido a los datos. Se evidencia que la influencia climática varía según la fase fenológica del cultivo, siendo noviembre un mes determinante por su vínculo con la nubosidad y rango térmico. Por último, los mayores rendimientos se asocian a patrones de circulación de La Niña.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto PICT-2021-GRF-TI-00498, PIP 21-23 N°11220200102038 y al Servicio Meteorológico Nacional por los datos.

REFERENCIAS

- Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA) & Bolsa de Cereales de Entre Ríos. (2010). Cosecha nacional: Campaña 2009/2010. https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Informes_arroceros/D-COSECHA-NACIONAL-CAMPANA-2009-10.pdf
- Barros, V. R., and G. E. Silvestri, 2002: The Relation between Sea Surface Temperature at the Subtropical South-Central Pacific and Precipitation in Southeastern South America. *J. Climate*, 15, 251–267, [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2002\)015<0251:TRBSST>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015<0251:TRBSST>2.0.CO;2).
- Bolsa de Comercio de Santa Fe (BCSF), Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA), Bolsa de Comercio del Chaco, & Bolsa de Cereales de Entre Ríos. (2021). *Informe nacional de arroz: Campaña 2020/2021*. https://www.bcsf.com.ar/doc_news/INFORMEARROZNACIONAL-Final.pdf
- Bolsa de Comercio de Santa Fe (BCSF), Asociación Correntina de Plantadores de Arroz, Bolsa de Comercio del Chaco, EEA INTA Corrientes, AER INTA San Javier, AER INTA Las Palmas, & Bolsa de Cereales de Entre Ríos. (2025). *Informe superficie sembrada con arroz en Argentina – Campaña 2024/25*. https://bolsacer.org.ar/site/wp-content/themes/btdbolsacer/templates/pdfs/informe-semanal.php?page_id=9342
- Lu, J., Carbone, G. J., & Gao, P. (2017). Detrending crop yield data for spatial visualization of drought impacts in the United States, 1895–2014. *Agricultural and Forest Meteorology*, 237–238, 196–208. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.02.001>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina, 2024. *Estimaciones agrícolas: Superficie sembrada, cosechada, producción y rendimiento por cultivo, campaña y provincia*. Dirección de Estimaciones Agrícolas. <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>
- Testani, N., Robledo, F., & Díaz, L., 2024 (a). Cloudiness variability and long-term decrease over Northeastern Argentina: Insights from surface observations and satellite-derived data. *Presentado en JOVEN Andex 2024*.
- Testani, N., Robledo, F. A., & Díaz, L. B., 2024 (b). Climatology and trends of cloudiness in a productive rice and vegetable region of South-Eastern South America. *International Journal of Climatology*. <https://doi.org/10.1002/joc.8385>