



## Variabilidad de las precipitaciones en tres localidades del sur de Córdoba y sus efectos para los sistemas socio-ecológicos agropecuarios de la región

Rivarola, A.<sup>1\*</sup>; Brizuela, V.; Llamas, A.

Agrometeorología. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta N.º 36 km 601, Río Cuarto, X5804BYA, Argentina

\*Contacto: arivarola@ayv.unrc.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

En los sistemas socio-ecológicos (SSE) agropecuarios y considerando las variables físicas que intervienen en el sistema, las precipitaciones y su variabilidad representan un elemento preponderante de la disponibilidad hídrica y de las diferencias sustanciales que se observan en la productividad de los cultivos (Evans y Caylor, 2008). Cuando las anomalías hídricas ocurren en la época de siembra, genera el atraso de la fecha de siembra y alejándose de las fechas indicadas como óptimas, produciendo disminuciones en el rendimiento final de los cultivos (Andrade y Cirilo, 2002). El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar el comportamiento de las precipitaciones de tres localidades de la región centro sur de Córdoba y generar conocimiento de base para la gestión sostenible de los SSE agropecuarios.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se localiza geográficamente en el centro-sur de la provincia de Córdoba y comprende el análisis del comportamiento de las precipitaciones estacionales en la región. Para su desarrollo se obtuvieron datos de diarios de lluvias, que luego fueron procesados a valores mensuales de las estaciones meteorológicas de Río Cuarto (Universidad Nacional de Río Cuarto-UNRC), Manfredi (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA) y Laboulaye (Servicio Meteorológico Nacional-SMN), de la serie 1976-2013. Los datos pluviométricos mensuales de cada una de las series originales fueron procesados para obtener series de precipitaciones estacionales (primavera, verano, otoño e invierno) y anuales. Posteriormente se calcularon medias móviles, en períodos de diez años, de cada una de las series y series de coeficiente de variación (CV), asociados a los mismos períodos móviles para analizar la variabilidad en las series. Las series anuales y estacionales de precipitación fueron analizadas con el Test de Mann-Kendall (MK) y su versión Secuencial (Sneyers, 1990). Este test es un método no paramétrico para la detección de la tendencia de los valores de las series de tiempo y de sus estadísticos. Además, se determinó para cada localidad el inicio de la temporada de lluvias utilizando el criterio propuesto por Iñiguez-Covarrubias *et al.* (2014) definiendo la fecha de inicio del período de lluvia a aquella que acusa un acumulado de 20 milímetros o más en un período de 3 días a partir del 1 de Agosto de cada año y en los treinta días siguientes no se presenten períodos secos de más de siete días, para evitar falsos inicios del período de lluvias. Posteriormente con las fechas obtenidas para cada año de la serie considerada se confeccionaron nuevas series de datos correspondientes a fechas de inicio del período de lluvias, para cada localidad con el objetivo de buscar evidencia si la variabilidad de las precipitaciones afecta el comienzo de la estación de crecimiento de los cultivos agrícolas estivales.

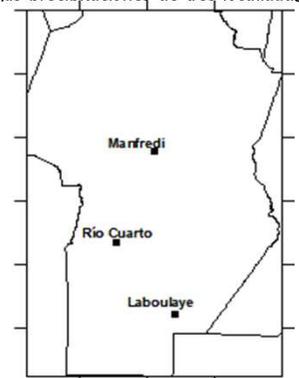


Figura 1. Área de estudio

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del procesamiento estadístico muestran una tendencia negativa en el tiempo aunque no significativa de las precipitaciones anuales de la región. Las precipitaciones estacionales presentan un comportamiento similar ya que la mayoría tienen tendencias negativas sin alcanzar niveles significativos. Se diferencian Laboulaye en primavera y Río Cuarto en otoño con tendencias positivas de las lluvias. Estos resultados indican que en general, para el área de estudio y el período de tiempo analizado, una disminución temporal de las lluvias anuales y estacionales (Tabla 1). El comportamiento de la variabilidad de las precipitaciones estacionales, expresadas a través de las series de CV, muestran para Río Cuarto y Laboulaye un aumento de la variabilidad con el tiempo, en primavera, verano y otoño, mientras que disminuye en el invierno. En el caso de Manfredi, muestra un comportamiento contrario a las demás localidades, a excepción de la primavera (Tabla 2).

Los resultados del procesamiento estadístico del inicio del período de lluvias para las tres localidades se presentan en la Tabla 3. Se observa que las localidades Río Cuarto y Manfredi presentan las fechas más tardías de inicio del período de lluvias, ubicándose en la segunda década del mes de noviembre, marcando el comienzo de la estación de crecimiento para los cultivos estivales. En el caso de Laboulaye presenta un inicio del período de lluvias mucho más temprano, anticipándose unos 25 días (tercera década del mes de octubre) en relación a Río Cuarto y Manfredi. Al comparar estos resultados con el estudio realizado por De la Casa *et al.* (1996) que determina la duración del ciclo de lluvias para provincia de Córdoba en período 1968-1987, se observa un retraso en el inicio de las lluvias de 11 días para Río Cuarto y de 9 días para Laboulaye, en concordancia con el patrón observado en el comportamiento estacional de las lluvias. Para Manfredi, el retraso en el inicio del período de lluvias primaverales es de sólo 3 días.

Tabla 1. Tendencias y niveles de significancia según el test Mk, de las precipitaciones anuales y estacionales

Estación	anual	prim.	ver.	oto	inv.
Río Cuarto (UNRC)	-1,13	-0,97	-0,68	0,41	-1,66
Laboulaye (SMN)	-0,70	1,36	-1,36	-0,23	-1,48
Manfredi (INTA)	-1,01	-0,39	-1,13	-0,03	-1,01

\* Nivel de confianza al 95%  $\alpha=0,05$  \*\* Nivel de confianza al 99%  $\alpha=0,01$

Tabla 2. Tendencias y niveles de significancia según el test Mk, de la variabilidad de las lluvias estacionales

Estación	prim.	ver.	oto.	inv.
Río Cuarto (UNRC)	4,56**	2,12*	3,81**	-4,13**
Laboulaye (SMN)	2,89**	5,67**	2,14*	-4,28**
Manfredi (INTA)	0,77	-2,27*	-0,96	-4,07**

\* Nivel de confianza al 95%  $\alpha=0,05$  \*\* Nivel de confianza al 99%  $\alpha=0,01$

Tabla 3. Análisis estadísticos del inicio del período de lluvias, expresados en días julianos, para Río Cuarto, Manfredi y Laboulaye.

Parámetros	Río Cuarto	Manfredi	Laboulaye
n	28	25	28
Media	320 (16 de noviembre)	319 (15 de noviembre)	295 (22 de octubre)
Desvío Estándar	27	26,8	27
Valor Mín. serie	269 (26 de septiembre)	263 (20 de septiembre)	248 (5 de septiembre)
Valor Max. serie	365 (31 de diciembre)	364 (30 de diciembre)	334 (30 de noviembre)

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten detectar que para la región centro-sur de Córdoba existe un aumento significativo de la variabilidad de las lluvias, asociada a su vez a una tendencia decreciente de las precipitaciones a lo largo de la serie. Además, se visualiza un claro retraso en el inicio de las lluvias para la serie analizada en el sector SW de la provincia. Estos resultados podrían implicar un impacto importante en las decisiones productivas de la región y puede ofrecer la oportunidad de intervenir en los SSE agropecuarios, mediante innovaciones para mejorar su resiliencia a los impactos del clima, o incorporando diferentes estrategias de manejo del agua disponible para la producción agropecuaria.

### BIBLIOGRAFIA

Andrade, F.H., Cirilo, A. G. 2002. Fecha de siembra y rendimiento de los cultivos. En Andrade F.; Sadras, V. (Eds.). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. EEA INTA Balcarce. Argentina. p: 137-156.

Evans, T.; Caylor, K. 2008. Spatial Resilience in Social-Ecological Systems: Household-level Distribution of Risk Exposure and Coping Strategies in Eastern Province (Zambia). Inter-University research institute Corporation, National Institutes for the Humanities, Japan.

De la Casa, A.; Rodríguez, A.; Ovando, G. 1996. Duración del ciclo de lluvias en la provincia de Córdoba (Argentina) y su empleo en la elección de cultivos alternativos. Agriscientia. Vol XIII: 31-39.

Gay, C.; Conde, C.; Vinocur, M.; Seiler, R.; Wehbe, M.; Eakin, H. 2006. Informe Técnico final Proyecto AIACC La- 29. Vulnerability and adaptation to climate variability and change: the case of farmers in Mexico and Argentina. P. 38-69, 99-114.

Iñiguez-Covarrubias M.; Ojeda-Bustamante, W.; Díaz-Delgado, C.; Sifuentes-Ibarra, E. 2014. Análisis de cuatro variables del período de lluvias asociadas al cultivo maíz de temporal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol.5 N.1, pp: 101-114.

Rivarola, A. 2011. Vulnerabilidad agroclimática a las sequías: el caso de la región centro-sur de la provincia de Córdoba, Argentina. Verlag: Editorial Académica Española. Alemania, 140 pp.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 2015. Tercera Comunicación Nacional del Gobierno de la República Argentina a las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ed. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 282 pp.

Sneyers, R. 1990. On the statistical analysis of series of observations. Technical Notes N° 143, vol. 415. WMO. Geneva

Vinocur, M. G. 2011. Cambio Climático y Variabilidad Climática en Córdoba, Argentina. Valoración de sus efectos sobre la producción de maíz y maní y evaluación de estrategias de adaptación. Verlag: Editorial Académica Española. 172 pp.