



Riesgo pasado y futuro de ocurrencia de olas de calor durante el período crítico de maíz en Zavalla, Santa Fe.

Anibalini, V.A.¹; Yurun, V.¹; Dickie, M.J.^{1,2}

1 Facultad de Ciencias Agrarias, UNR - 2 INTA AER Cañada de Gómez.

Trabajo presentado en la: XIX Reunión Argentina de Agrometeorología "Producción Armónica y Sustentable" Neuquén, Septiembre 2022.

 Palabras clave: eventos extremos de temperatura; cambio climático; variabilidad climática.

serie pasada (1973-2014) y una serie reciente y futura (2015-2039) para la localidad de Zavalla.

Introducción

El cultivo de maíz es una de las principales fuentes de alimentación humana y animal a nivel mundial y constituye la materia prima de muchos procesos industriales. Estas características lo convierten en uno de los cereales más importantes a nivel global, donde Argentina se consolida entre los principales países exportadores de dicho grano y la región pampeana, la que mayores aportes realiza a los saldos exportables. Asimismo, al ser un cultivo estival su período de desarrollo determina que los rendimientos sean muy sensibles tanto a la falta de agua como a las altas temperaturas en la etapa de floración (Eyhé-rabide *et al.*, 2012).

"En los sistemas agrarios, los riesgos asociados al clima definen la actividad productiva por estar directamente vinculada a los procesos naturales" (Riera y Pereira, 2013). En su Sexto Informe de Evaluación, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) indica que el impacto generado por el cambio climático será particularmente notable por eventos extremos. Las principales amenazas climáticas surgen de la ocurrencia de estreses térmicos (*e.g.*: olas de calor (OC), olas de frío) e hídricos (*e.g.*: sequías). En este contexto, el objetivo de este trabajo fue determinar la probabilidad de ocurrencia de riesgo de OC durante el período crítico de maíz de siembras tempranas y tardías o de segunda en una

Materiales y métodos

Zavalla (33° 01' S y 60° 53' O; departamento Rosario, provincia de Santa Fe) está ubicada en el centro de la región maicera núcleo de Argentina. Los períodos críticos (PC) de maíz considerados para siembras tempranas fueron los definidos por Dickie y Coronel (2018), quienes definieron dos PC, PC1 y PC2. El PC1, 2° período decádico de noviembre (2° nov), en este período ocurre la emergencia y el cambio de estado del meristema apical, y el PC2, 2° período decádico de diciembre (2° dic) y 1° período decádico de enero (1° ene), cuando se encuentra en floración, R1 (estado reproductivo) e inicio de llenado de granos. El PC de los maíces tardíos y de segunda (primer período decádico de enero hasta el tercer período decádico de marzo (3° mar) se determinaron según lo enunciado por Ferraguti (2014). También se decidió incluir el tercer período decádico de diciembre (3° dic) a fin de considerar la variabilidad de las fechas de siembra para maíces tempranos en la zona de estudio (Ferraguti, 2014). Para el análisis de las OC se utilizaron dos series de tiempo: la serie "pasada" que abarcó desde el 1 de enero de 1973 al 31 de diciembre del 2014 y la serie "reciente y futura" que comprendió desde el 1 de enero de 2015 hasta el 31 de diciembre de 2039. La determinación de las OC en la serie pasada se realizó utilizando los datos diarios de temperatura máxima de la estación agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias-



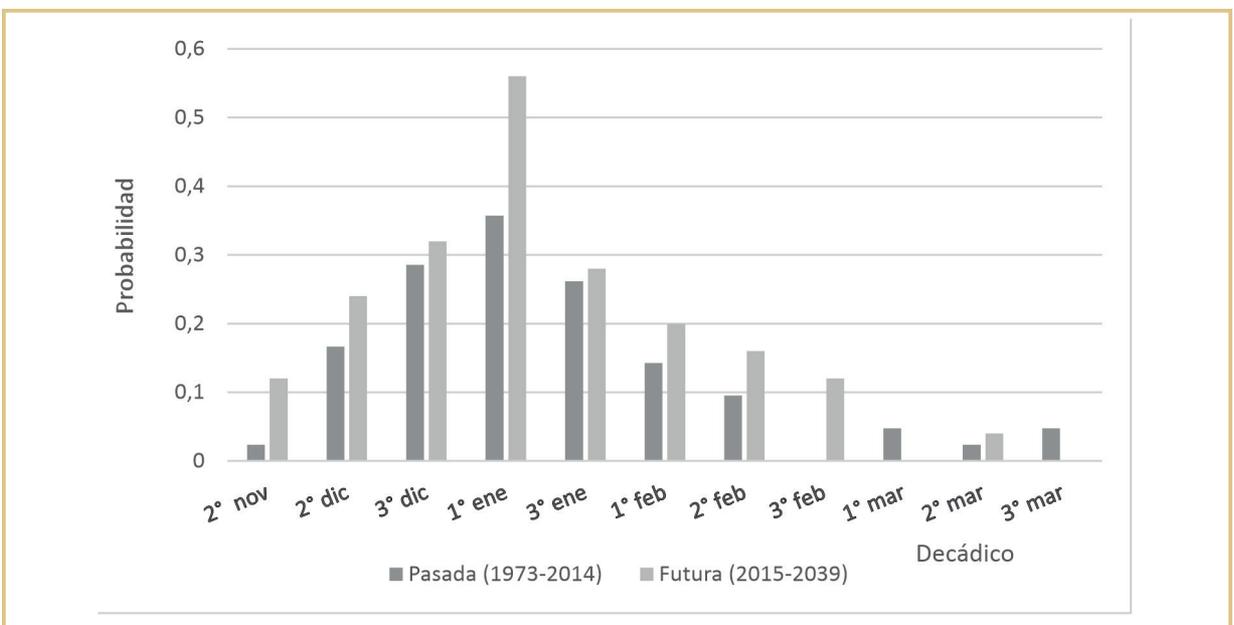
UNR ubicada en la localidad en estudio. El estudio de las OC en escenarios futuros se realizó utilizando la base de datos Climáticos de la Tercera Comunicación Nacional (3CN, CIMA/CONICET-UBA, 2015) y el escenario fue el derivado de las simulaciones climáticas globales del CMIP5 modelo CCSM4_RCP4.5 para un escenario moderado de calentamiento y para el punto de grilla 32,75° latitud S y 60,75° longitud O.

Se definió como OC cuando las temperaturas máximas superaron o igualaron, por lo menos durante 3 días consecutivos y en forma simultánea, al percentil 90 (33,1° C) del semestre cálido (octubre-marzo). Con el fin de garantizar OC independientes, dado que una misma masa de aire puede persistir por varios días, se estableció que entre dos períodos consecutivos los mismos estuvieran separados al menos por tres días entre sí (Coronel y Sacchi, 2006). Los meses en los que se determinaron las OC para este estudio fueron noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo en ambas series. Cada mes fue dividido en tres períodos decádicos y se determinó la ocurrencia de OC en los decádico coincidentes con cada PC definido anteriormente. Posteriormente se determinó la frecuencia de OC en los PC considerados en la serie pasada y futura. Con estos datos se construyó la probabilidad de ocurrencia (Prob) de OC en los PC definidos para maíz en las dos series. También se determinó la duración media (Dm) de la OC por decádico y se relacionó el número de eventos (Nro. Ev) con la duración (D) para cada decádico. Se realizó una prueba T apareada (5 %) a fin de determi-

nar diferencias significativas entre la Dm y el Nro. Ev (considerando la longitud de ambas series).

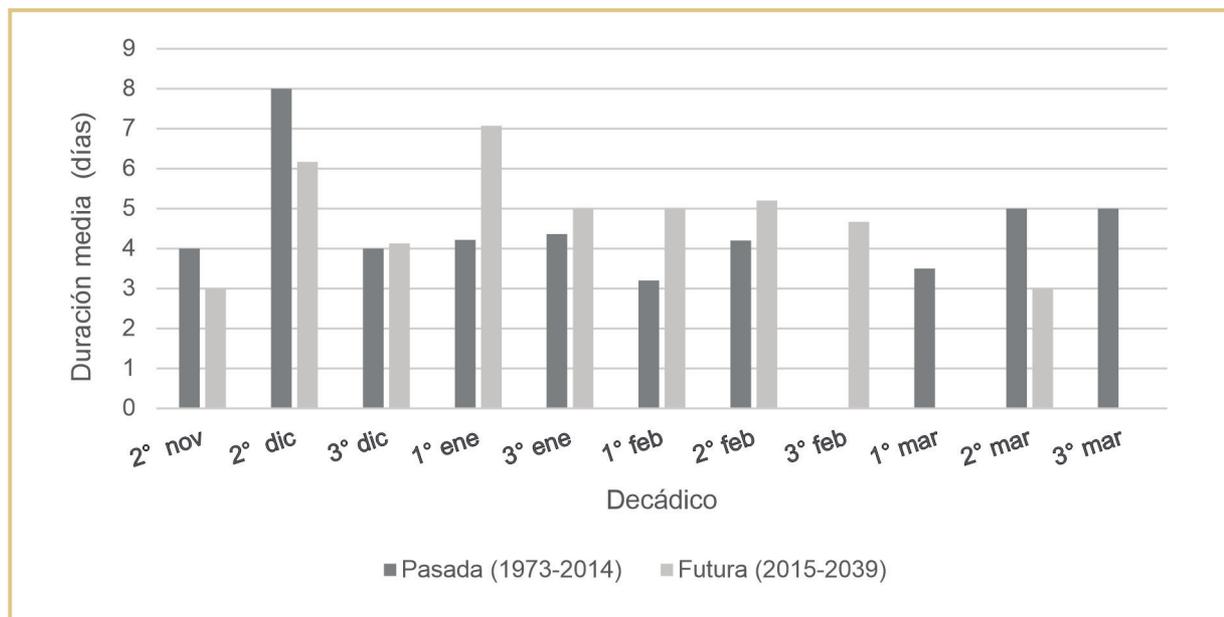
Resultados y discusión

Se determinó, para todos los decádicos analizados (Figura1), un aumento de la Prob de ocurrencia de OC, respecto a la serie pasada. También se determinó un aumento de la Dm (Figura 2), excepto en la 2° nov, dic y mar, en la serie reciente y futura. Como resultado de la prueba T se encontraron diferencias significativas ($p=0,04$) de la Dm, mostrando un aumento a futuro. Estos resultados acuerdan con Tebaldi *et al.* (2006) quien manifestó que, según las tendencias observadas, se prevén incrementos en la frecuencia de temperaturas extremas y OC que aumentarán la ocurrencia de episodios de estrés térmico por golpe de calor. Los aumentos más significativos de Prob se dieron en el PC 1 (2° nov) donde se pasó de una Prob de 0,02 a una de 0,12, PC 2 (2° dic, 1° ene) pasando de 0,17 a 0,24 y de 0,36 a 0,56 de Prob de OC, respectivamente y en la 3° feb. En este último decádico, la serie pasada no presentó ocurrencia de OC en tanto, a futuro se observó una Prob de 0,12. Se destaca el cambio de comportamiento de la Prob de OC en los decádicos de marzo, donde en la serie pasada existió Prob en los tres decádicos y a futuro sólo se observó Prob de OC en el 2° mar. Estos resultados concuerdan y refuerzan la decisión de asesores y productores de aumentar la superficie de siembras tardías o de segunda en de-



F1

Figura 1: Probabilidad de ocurrencia de olas de calor por decádicos para Zavalla (Santa Fe).



F2 Figura 2: Duración media de las olas de calor por decádicos para Zavalla (Santa Fe).

trimento de las tempranas (Ferraguti, 2014). La Dm en la 2° nov, 2° dic y 2° mar fue menor en la serie reciente y futura, pasando de 4 a 3 días (d), de 8 a 6 d y de 5 a 3 d, respectivamente. La Dm (Fig. 2) sólo mostró un aumento importante a futuro en la 1° ene, pasando de una duración media de 4 d en la serie pasada a 7 d. De la relación del Nro. Ev con la D se observó que, en la 2° nov y 2° dic a futuro ocurren más eventos, pero con menor duración. En el resto de los decádicos se observó una mayor variabilidad de la D de los eventos de OC a futuro, aumentando en general el Nro. Ev con mayor duración. Se determinó a partir de la prueba T que existen diferencias significativas ($p=0,03$) en el Nro. Ev mostrando un aumento a futuro. Estos resultados resultan relevantes si consideramos que la magnitud del efecto sobre el maíz depende de las características del estrés como intensidad y duración (Al-Khatib y Paulsen, 1999).

Conclusiones

Concluimos que a futuro los PC de las siembras de primera de maíz para la zona de influencia de Zavalla estarán expuestas a una mayor probabilidad de ocurrencia de estrés térmico, lo que podría ocasionar menores rendimientos. En tanto, en los PC de las siembras tardías o de segunda, a pesar de un leve incremento de las probabilidades de ocurrencia de OC, seguirán siendo una alternativa que proporcione rendimientos tal vez menores, pero más estables.

Referencias

- Al-Khatib, K.; Paulsen, G.M. 1999. High-temperature effects on photosynthetic processes in temperate and tropical cereals. *Crop Sci.* 39:119 – 125.
- Coronel, A.; Sacchi O. 2006. Climatología de eventos secos y húmedos en el sur santafesino. *Rev. De Inv. De la Fac. De Cs. Agrarias (UNR)* 9:15 – 24.
- Dickie, M.J. y Coronel; A. S. 2018. Relación estadística entre los rendimientos de maíz y la ocurrencia de deficiencias hídricas en el Depto. Rosario. *Ciencias Agronómicas - Revista XXXI* 18:017 – 024.
- Eyhéabide, Guillermo H. (Compilador). 2012. Bases para el manejo del cultivo del maíz. INTA. Argentina. 297 p.
- Ferraguti, F. 2014. Maíz en fechas tardías: una alternativa que llegó para quedarse. Informe técnico. EEA Oliveros INTA. 5 p.
- Riera, C. y Pereira, S. G. 2013. Entre el riesgo climático y las transformaciones productivas: la agricultura bajo riego como forma de adaptación en Río Segundo, Córdoba, Argentina. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 82:52 – 65.
- Sexto Informe de Evaluación del IPCC. <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/about/how-to-cite-this-report/>>, Consultada 15/08/2022.
- Tebaldi, C.; Hayhoe, K.; Arblaster, J.; Meehl, G. 2006. Going to the extremes: An intercomparison of model-simulated historical and future changes in extreme events. *Clim. Change* 79:185 – 211.