

ANÁLISIS TEMPORAL DE LAS SEQUÍAS EN LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ

Almonacid Leandro R¹., Pessacg Natalia L.², Diaz Boris G.³ y Peri Pablo L.⁴.

¹ Convenio Municipalidad de Rio Gallegos-INTA CR Patagonia Sur; ² IPEEC CCT CONICET CENPAT; ³ INTA EEA Santa Cruz – Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA), ⁴ INTA-UNPA-CONICET⁴. Argentina
almonacid.leandro@inta.gob.ar¹, pessacg@cenpat-conicet.gob.ar², diaz.boris@inta.gob.ar³, peri.pablo@inta.gob.ar⁴.

Introducción

Las sequías son un fenómeno natural que se define como la escasez excepcional de precipitación que afecta a la disponibilidad de agua para satisfacer las demandas ambientales y/o a las actividades humanas (Wilhite *et al.*, 2014). Existen distintos tipos de sequías: (1) meteorológica, que representan un déficit de precipitación; (2) agrícola, que representa un déficit de humedad en el suelo; (3) hidrológica, que representa caudales insuficientes en términos de la oferta de agua superficial y subsuperficial y (4) socioeconómica, que representa un suministro insuficiente de agua para cubrir demandas de agua de uso humano (Fung *et al.*, 2020).

Para la caracterización y monitoreo de este fenómeno (Mishra y Singh, 2010), se utilizan diferentes indicadores. Uno de los más utilizados y recomendado por la WMO (Organización Meteorológica Mundial), (Hayes *et al.*, 2011, Fung *et al.*, 2022) es el SPI (Índice Estandarizado de Precipitación, Mckee *et al.*, 1993), el cual basa sus cálculos a partir solo de valores de precipitación, transformándolo en un índice de fácil aplicación (Fung *et al.*, 2022).

La provincia de Santa Cruz experimentó en las últimas décadas diversos eventos de sequía, con impactos variables en términos de extensión territorial, así como de severidad y duración. La principal limitante para su apropiado estudio es la baja densidad de estaciones meteorológicas con disponibilidad de datos confiables y series temporales extensas (Almonacid *et al.*, 2021). Para compensar esta limitante, existen bases de datos globales reticuladas con diferentes resoluciones temporales y espaciales, generadas a partir de datos observados, datos satelitales y modelos. En Santa Cruz fueron testeadas diferentes bases globales de datos reticuladas de precipitación, destacando CRU (Climatic Research Unit), (Harris *et al.*, 2020) como la que mejor representó la variabilidad espacio temporal de la precipitación regional (Almonacid *et al.*, 2021).

El objetivo del presente trabajo consiste en caracterizar los eventos de sequía meteorológica en la provincia de Santa Cruz a partir de datos CRU TS v.4.06, utilizando el índice SPI en diferentes periodos de referencia.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La provincia de Santa Cruz se encuentra en el extremo sur de la Argentina continental y se divide en 11 regiones climáticas, caracterizadas por distintos regímenes de precipitación y temperatura. Las zonas más secas y cálidas se distribuyen hacia el noreste de la provincia con una precipitación media anual (pma) que no supera los 180 mm año⁻¹ y una temperatura media anual (tma) cercana a los 12 °C, mientras que las más húmedas y frías se localizan hacia el sur y suroeste con una pma que oscila entre los 250-400 mm año⁻¹ y una tma inferior a 7,5 °C (Almonacid *et al.*, 2023).

Datos y Procesamiento

Se utilizó la base de datos de precipitación reticulada CRU TS v.4.06. Ésta dispone de datos mensuales generados a partir de observaciones in situ desde enero de 1901 hasta la actualidad, con

una resolución espacial de 0,5° (Harris *et al.*, 2020).

Para la caracterización de las sequías se utilizó el SPI con una escala temporal de 3 meses (SPI3). Se consideran los valores de SPI3 < -1 como condiciones de sequías y valores de SPI3 < -2 como condiciones de sequías extremas. El evento de sequía se definió como el período de meses continuo en el cual se cumple el criterio de sequía SPI3 < -1. Además, se calculó la frecuencia de eventos totales (FS) y eventos extremos totales (Fext) calculadas como la suma de la cantidad de eventos por década (ev/década); la duración media de los eventos (DS) calculada como el promedio de los meses que dura cada evento; y la severidad media (SS) de los eventos calculada como el valor medio de SPI3 para cada evento. Se consideraron dos periodos para el cálculo, un período pasado (1961-1990) y uno reciente (1991-2020). Los resultados se analizaron para cada una de las 11 regiones climáticas propuestas para la provincia de Santa Cruz por Almonacid *et al.* (2023).

Resultados y Discusión

La provincia de Santa Cruz presento para ambos periodos de estudio entre 1,1 a 1,8 eventos totales de sequía por década, con una duración media entre 1-2 meses por evento. Al comparar ambos periodos se observo que las zonas con mayor cantidad de eventos variaron de un periodo a otro, así como también las zonas con eventos de mayor duración.

Dentro de las regiones climáticas, la ubicada en el extremo noreste de la provincia (región 1) presento la mayor cantidad de eventos por década (Tabla 1, Figura 1), tanto para el periodo pasado como el presente. Siete de las 11 regiones climáticas de la provincia presentaron una mayor cantidad de eventos de sequía por década para el periodo más reciente, dejando en evidencia una región SW-NE con mayor cantidad de eventos totales de sequía en este periodo en comparación al periodo pasado (Figura 2a), con valores máximos de cambio de +0,5 ev/década; mientras que las regiones climáticas del sur de la provincia (regiones 5, 8 y 11) fueron las únicas que presentaron una menor cantidad de eventos de sequía por década para el periodo reciente (Tabla 1, Figura 1), donde la cantidad de eventos de sequía por década disminuyó en relación al periodo más antiguo, presentando hasta 0,5 ev/década menos (Figura 2a).

Tabla 1.- Características medias de las sequias para las regiones climáticas de Santa Cruz.

RC	FS	FS	Fext	Fext	DS	DS	SS	SS
	PA	PR	PA	PR	PA	PR	PA	PR
1	1.62	1.62	0.55	0.60	1.63	1.37	-4.39	-4.02
2	1.44	1.55	0.52	0.58	1.53	1.45	-4.77	-4.32
3	1.34	1.52	0.54	0.58	1.49	1.51	-5.03	-4.46
4	1.39	1.41	0.62	0.56	1.57	1.40	-4.93	-4.57
5	1.55	1.40	0.50	0.50	1.70	2.04	-4.55	-5.35
6	1.30	1.40	0.60	0.50	1.35	1.64	-4.89	-4.89
7	1.40	1.42	0.55	0.40	1.54	1.92	-4.82	-5.08
8	1.47	1.36	0.63	0.64	1.59	1.76	-4.69	-5.29
9	1.49	1.51	0.44	0.68	1.65	1.51	-4.70	-4.57

RC	FS	FS	Fext	Fext	DS	DS	SS	SS
	PA	PR	PA	PR	PA	PR	PA	PR
10	1.38	1.46	0.56	0.51	1.38	1.52	-4.70	-4.56
11	1.52	1.31	0.60	0.55	1.64	1.53	-4.65	-5.04

RC: Región climática; FS: frecuencia de eventos totales; Fext: frecuencia de eventos extremos; DS: duración media de los eventos; SS: severidad media de los eventos. PA: Periodo pasado; PR: periodo presente.

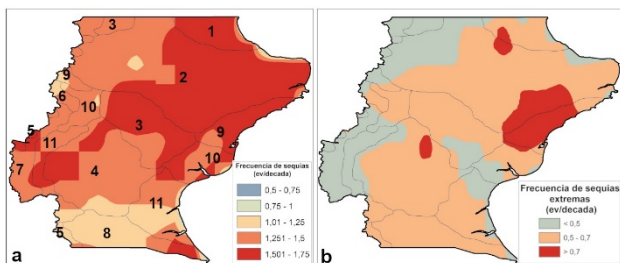


Figura 1.- Distribución espacial de los eventos totales de sequía (FS, a) y los eventos extremos de sequía (Fext, b) por década para el periodo reciente (1991-2020) en la provincia de Santa Cruz.

Con respecto a las sequías extremas (Fext), se pudo observar que la cantidad de eventos por década no varió entre ambos periodos para la mayor parte de la provincia (Figura 2b), sin embargo, si se presentaron diferencias en la región noreste de la misma, donde se observó una mayor cantidad de eventos de sequía extrema para el periodo presente, presentando hasta 0,5 eventos por década más que el periodo pasado (Figura 2b, Tabla 1).

La región oeste presentó una mayor duración media de los eventos de sequía en el periodo presente con una diferencia entre periodos de hasta +0,5 meses/evento. Para el resto de la provincia la duración media de los eventos de sequía resulto ser menor para el periodo presente (Figura 2c).

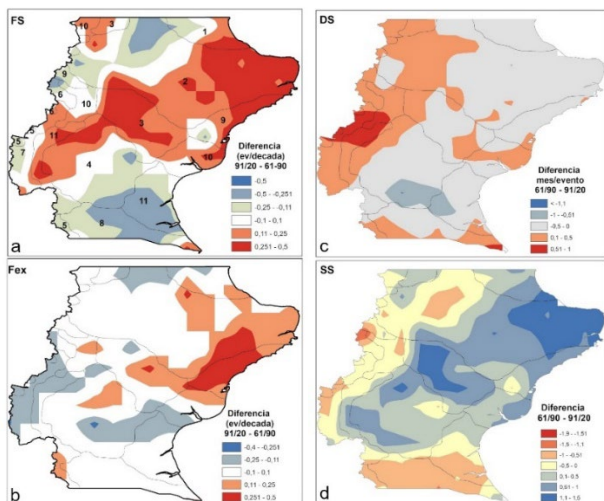


Figura 2.- Diferencias en indicadores de las sequías para dos periodos consecutivos de tres décadas: presente (1991-2020) y pasado (1961-1990) en la provincia de Santa Cruz. FS: Frecuencia de eventos totales; Fext: frecuencia de eventos extremos; DS: duración media de los eventos y SS: severidad media de los eventos.

Las regiones climáticas situadas en el oeste de la provincia (5 y 7) presentaron las mayores diferencias en la duración media de los eventos de sequía, con respecto al periodo pasado, con valores entre +0,34-0,38 meses/evento (Tabla 1). En forma opuesta a lo encontrado para la frecuencia de eventos, la región climática del extremo noreste de la provincia (región 1), fue la que mostro el mayor descenso en la duración media de los eventos con respecto al periodo pasado, dejando en evidencia que si bien la cantidad

de eventos no vario, si lo hizo la duración media de los mismos, siendo eventos más cortos (Tabla 1).

Las regiones climáticas del centro y noreste de la provincia, a pesar de ser aquellas con mayor frecuencia de eventos para el periodo reciente en relación al pasado, son las que presentaron menor severidad media de los eventos (Figura 2d, Tabla 1).

Conclusiones

El cálculo del índice SPI permitió analizar los patrones de cambio en la distribución de los eventos de sequía a lo largo de la provincia de Santa Cruz. Durante los últimos 60 años no se manifestaron grandes cambios en la frecuencia y duración de las sequías entre los periodos estudiados en la mayor parte de la provincia. Sin embargo, si se evidenciaron subregiones dentro de la provincia con un aumento en la cantidad de eventos totales y extremos de sequía como la región centro-noreste de la misma. Caso contrario ocurrió con las regiones ubicadas al sur de la provincia, donde los eventos por década disminuyeron con respecto al periodo pasado.

Resulta de interés conocer acerca de las características de las sequías y su potenciales impactos sobre los ecosistemas, la disponibilidad de agua y la productividad de los sistemas naturales; a fin de comprender como se presentaron estos eventos en el pasado; y que se espera hacia el futuro, para la adopción de estrategias de mitigación de estos efectos; más aún en regiones como el sur de Sudamérica donde se proyecta hacia el futuro el aumento en la cantidad de estos eventos, así como su duración y severidad.

Mediante el uso de estos indicadores y con el acceso a información actualizada de precipitación es posible monitorear este fenómeno y compararlo con un periodo de referencia, pudiendo permitir esto la identificación de regiones que puedan ser potencialmente impactadas por este fenómeno.

Referencias Bibliográficas

Almonacid, L., Pessacg, N., Diaz, B., Bonfilii, O. and P.L. Peri (2021). "Nueva Base de Datos Reticulada de Precipitación para la Provincia de Santa Cruz, Argentina". *Meteorológica* 64:27-54.

Almonacid, L., Pessacg, N., Diaz, B., and P.L. Peri (2023). "Climate Regionalization of Santa Cruz province, Argentina". *Atmósfera* 37, 245-258.

Fung, K.F., Huang, Y.F. and C.H. Koo (2020). "Assessing Drought Conditions Through Temporal Pattern, Spatial Characteristic and Operational Accuracy Indicated by SPI and SPEI: Case Analysis for Peninsular Malaysia". *Natural Hazards*, 103:2071-2101.

Harris, I., Osborn, T.J., Jones, P. and D. Lister (2020). "Version 4 of the CRU TS Monthly High-Resolution Gridded Multivariate Climate Dataset". *Scientific Data* 7:109.

Hayes, M., Svoboda, M., Wall, N. and M. Widhalm (2011). "The Lincoln Declaration on Drought Indices: Universal Meteorological Drought Index Recommended". *Bulletin American Meteorological Society* 92(4):485-488.

McKee, T.B., Doesken, N.J. and J. Kleist (2001). "The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scale". *Proceedings of the eighth conference on applied climatology*, Anaheim, California. American Meteorological Society, Boston, pp 179-184.

Mishra, A.K. and V.P. Singh (2010). "A Review of Drought Concepts". *Journal of Hydrology*, 391 (1-2): 202-2016.

Wilhite, D.A., Sivakumar, M.V.K. and R. Pulwarty (2014). "Managing Drought Risk in a Changing Climate: The Role of National Drought Policy". *Weather Clim Extremes* 3: 4-13.