

LOS CAMBIOS OBSERVADOS EN EL RÉGIMEN DE PRECIPITACIÓN EN LA PATAGONIA ARGENTINA

Victoria A. Oruezabal^{1,2}, Paula B. Martín^{3,4,5}, María Elizabeth Castañeda^{2,3}
victoria.oruezabal@cima.fcen.uba.ar Autor/a correspondiente.

¹ Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA)

² Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN, UBA)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

⁴ Servicio de Hidrografía Naval. Ministerio de Defensa.

⁵ Departamento de Geografía (FFyL, UBA)

Palabras clave: patagonia, precipitación

1 INTRODUCCIÓN

En los últimos 25 años la región norte patagónica se ha visto afectada por sequías que han puesto en jaque el suministro de agua potable, el stock de ganado de cría ante la ausencia de campos con pasturas disponibles, el funcionamiento de las centrales hidroeléctricas y el abastecimiento del riego, en especial en la región del Alto Valle. Las nevadas en la Cordillera de los Andes en algunos casos no alcanzan para recuperar el caudal de los ríos de la región y mucho menos para los efectos de la falta de agua en la meseta rionegrina. Por otro lado, también se han percibido excesos hídricos que difícilmente han sido olvidados por los residentes. El clima de la región Patagónica Argentina se caracteriza por la extrema sequedad del aire, debido a la escasez de precipitaciones y a la excesiva evapotranspiración potencial como consecuencia de los intensos vientos. Estas condiciones convierten al agua en un recurso escaso. Sin embargo, los estudios sobre la precipitación en esta región no abundan, debido a la escasez de registros oficiales continuos y a la baja densidad de estaciones meteorológicas en la región. Para profundizar, se puede citar por ejemplo a Castañeda y González (2008), quienes describieron la climatología de la lluvia en la Patagonia Argentina y abordaron el problema de las tendencias. El objetivo del siguiente trabajo es analizar el comportamiento de la precipitación en los últimos 60 años, haciendo énfasis en sus tendencias y sus ciclos.

1.1 Datos y Metodologías

La información meteorológica utilizada en este trabajo corresponde a valores mensuales de precipitación en 21 estaciones provenientes de la red de medición del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y 2 estaciones pertenecientes la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC). Se tomó un período común de referencia entre 1961-2020. Debido al déficit de estaciones en la región y estaciones con períodos menores se tomaron dos sub-períodos para una mejor comprensión de las variaciones de la precipitación mensual en la zona de estudio. Estos períodos fueron 1980-2020 y 1990-2020. Todas las estaciones seleccionadas tienen 5 % o menos de los datos de precipitaciones mensuales faltantes y la calidad de los datos se ha comprobado cuidadosamente.

Para ver la distribución de la variable se ajustó la misma a la función gamma y se calculó el valor de los parámetros de forma y de escala.

Se aplicaron 3 métodos de tendencias para estudiar las tendencias a futuro: tendencias lineales bajo el método de Pearson, tendencias no lineales bajo el método de Kendall (Kendall, 1938) y tendencias parciales bajo el método propuesto por Tomé y Miranda (2005).

Todas estas metodologías son evaluadas con una significancia del 95%. Para el estudio de los ciclos se utilizaron dos metodologías estadísticas, por un lado, se realizó un análisis espectral para todas las estaciones para los tres periodos de estudio y, por otra parte, un análisis de Wavelets para ver la expansión temporal de los mismos.

2 RESULTADOS

2.1 Tendencias

Para el periodo de 1961-2020 (figura 1.a) se observan tendencias negativas en la región de la cordillera y se extiende hacia el centro en la provincia de Santa Cruz. Al sur de la misma provincia se encuentran pequeñas tendencias positivas en el sur. Para el periodo 1981-2020, el cual es el periodo con menor expansión, se conservan las tendencias negativas en Santa Cruz y las tendencias positivas en Tierra del Fuego. Finalmente, tenemos tendencias positivas al sur de Santa Cruz y al norte de Tierra del Fuego. A su vez, se presentan tendencias negativas en la zona oeste de la provincia de Santa Cruz y en el centro de Chubut. Las tendencias no lineales muestran el mismo patrón que las tendencias lineales pero se expanden más en el espacio.

En lo que respecta a las pendientes, se mantiene el patrón de las tendencias a lo largo de los periodos pero se muestra una clara intensificación de las mismas a medida que nos acercamos al tiempo presente. La región noroeste patagónica muestra ser la más afectada con tendencias que se vuelven cada vez más negativas. La provincia de Buenos Aires presenta un comportamiento similar. Pero aún no demuestra significancia estadística. Mientras tanto, se aprecia el comportamiento inverso en la zona sur de Santa Cruz y Norte de Tierra del Fuego.

Para las tendencias parciales, se analizaron todas las estaciones del periodo 1961-2020, a excepción de Puerto Madryn que presenta 3 años de datos faltantes. Todas las estaciones presentaron 1(un) único quiebre, a excepción de Bahía Blanca que no presentó ninguno. Los años de quiebre tienen un patrón latitudinal y longitudinal, Al norte de la provincia de Santa Cruz se encuentran los quiebres más actuales alrededor de los años 1990 y 2000, mientras que al sur se encuentran quiebres alrededor de los años 1970. Al mismo tiempo, en la costa atlántica se encuentran los quiebres más actuales, alrededor de los años 2000. En lo que respecta al cambio de las tendencias, el comportamiento más representativo de la región son tendencias positivas en el primer periodo, seguidas por una tendencia negativa para el siguiente periodo.

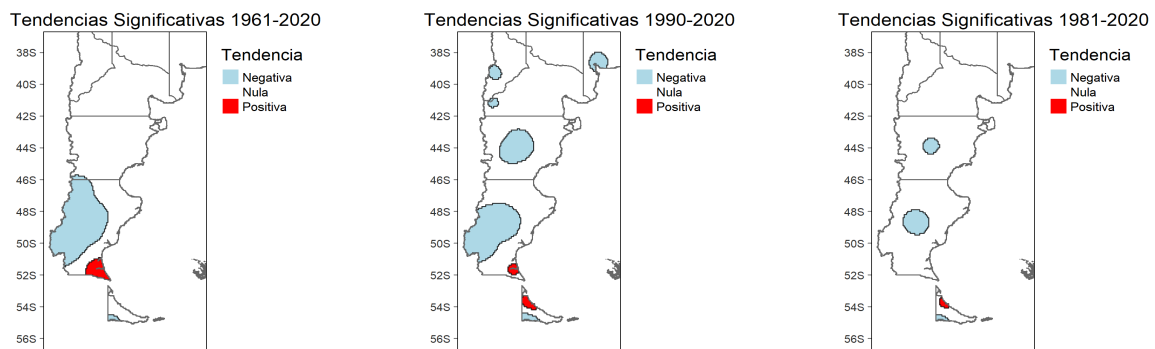


Figura 1: Tendencias significativas bajo el método de pearson para los periodos 1961-2020, 1981-2020 y 1981-2020

2.2 Ciclos

Al analizar los espectro de poder, se aprecia que la frecuencia con mayor densidad es aproximadamente $0,083 \text{ s}^{-1}$, la cual representa un ciclo anual. Todas las estaciones mostraron un ciclo anual marcado en la precipitación, Bariloche, Bahía Blanca son ejemplos de estaciones que la única frecuencia significativa está ligada al ciclo anual. Para analizar los otros ciclos, se filtró el ciclo anual para ver la importancia de las otras frecuencias sin la intervención del ciclo anual. Estaciones como San Julián y Maquinchao muestran mucho ruido en menores frecuencias, en ciclos que representan unos pocos meses y un ciclo mayor de cada 20 años. Otras estaciones como San Julian, Puerto Madryn y Puerto deseado tienen un ciclo marcado cada aproximadamente 3 años. Finalmente estaciones al sur de la región como Ushuaia, Gobernador Gregores y Río Grande tienen el ciclo más grande de todos de alrededor de 30 años.

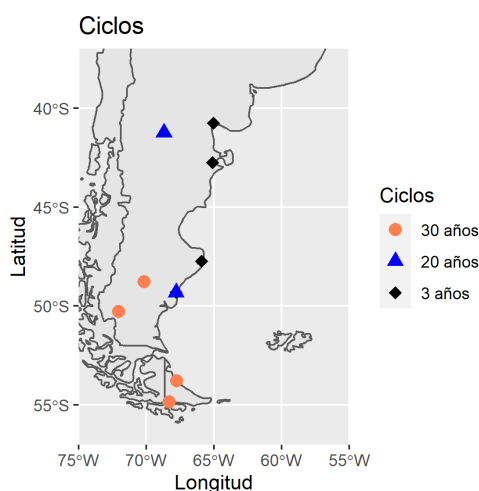


Figura 2: distribución espacial de los principales ciclos significativos de la región

La figura 2, nos ayuda a concluir que el ciclo de 3 años es propio de las estaciones costeras y el ciclo de 30 años se encuentra al sur de la región. El ciclo de 20 años se da en 2 estaciones que no son cercanas entre sí.

Finalmente, para concluir con los ciclos, se realizó un análisis de Wavelets que permite ver la permanencia de los distintos ciclos en el tiempo. Se encontró que en el caso de Bariloche el ciclo anual tiene una permanencia fuerte en el tiempo con una pequeña baja alrededor del año 2010. Mientras que, para las otras estaciones en este periodo no presenta una permanencia tan intensa, a pesar de que probamos su significancia estadística. De manera inversa, se aprecia que el ciclo de 20 años es intenso desde los años 1970. Mientras que, el ciclo de 30 años se aprecia recién en los últimos 30 años.

CITAS Y REFERENCIAS

Castañeda, M. E. & González, M., 2008: Statistical analysis of the precipitation trends in the Patagonia region in Southern South America. *Atmósfera*, 21 (3), 303-317.

John, J. G., Blanton, C., McHugh, C., Radhakrishnan, A., Rand, K., Vahlenkamp, H., Wilson, C., Zadeh,

Kendall, M. (1938). A New Measure of Rank Correlation. *Biometrika*, 30, 81-93. <https://doi.org/doi10.2307/2332226>

Tomé, A. & Miranda, P., 2005: Continuous partial trends and low-frequency oscillations of time series. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 12, 451-460. <https://doi.org/10.5194/npg-12-451-2005>