

RELACIÓN ENTRE LOS PRINCIPALES MODOS DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y LAS HELADAS GENERALIZADAS EN LA PAMPA HÚMEDA

Marilia de Abreu Gregorio^{1,2}, Gabriela V. Müller^{1,2}

marilia.ag@gmail.com

¹Centro de Estudios de Variabilidad y Cambio Climático Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral (CEVARCAM-FICH-UNL)

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Palabras clave: ENSO, PDO, AMO, SAM

1) INTRODUCCIÓN

El clima en el sudeste de Sudamérica es influenciado por distintos modos de variabilidad climática (Grimm et al., 2000; Kayano y Andreoli, 2007, entre otros). En particular, los análisis de las noches frías en Argentina realizados por Collazo et al. (2019), mostraron que la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y la Oscilación Multidecadal del Atlántico (AMO) son unos de los responsables que contribuyeron para las temperaturas mínimas en 2007, uno de los inviernos más fríos de los últimos tiempos. A su vez, los autores observaron que bajo condiciones neutrales del El Niño Oscilación del Sur (ENSO), el Modo Anular Sur (SAM) es un predictor de los extremos fríos en Argentina. Rusticucci y Vargas (2002) mostraron que, para los eventos fríos que ocurren en el sudeste de Sudamérica, La Niña produce mayores efectos en los extremos de temperatura que El Niño. Müller et al. (2000) relacionan el ENSO con las heladas parciales y generalizadas en la Pampa Húmeda, y mostraron que la ocurrencia de las heladas es menor durante los años El Niño y mayor en los años La Niña. Müller y Ambrizzi (2005) mostraron que el estado básico de máxima frecuencia de ocurrencia de heladas generalizadas en la Pampa Húmeda (HG) del período analizado (1961-1990), poseen características coincidentes con los años La Niña. Por lo tanto, en este trabajo se analiza la relación entre estos principales modos de variabilidad, ENSO, PDO, AMO, SAM, con la frecuencia de ocurrencia de las HG.

2) METODOLOGÍA

Se define helada generalizada en la Pampa Húmeda a los días en que se registraron temperaturas mínimas menores o igual a 0°C en al menos 75% de las estaciones meteorológicas utilizadas (Müller et al., 2000). Los datos de temperatura mínima diaria utilizados son de 37 estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del Instituto Nacional de Tecnología (INTA), para el período junio, julio y agosto de 1961 a 2020. Siguiendo el criterio de Müller et al. (2005) se seleccionaron los inviernos en que el número de HG es 1 desvío estándar (σ) por encima o por abajo del número promedio de heladas en los inviernos de 1961-2020, definiendo así los inviernos con la máxima ($+\sigma$) y mínima ($-\sigma$) frecuencia de ocurrencia de HG (Tabla I). Los índices climáticos utilizados para representar los modos de variabilidad ENSO, PDO, AMO y SAM en el periodo de análisis son: el índice ONI (https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php), el índice PDO (<https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/pdo/>), el índice AMO (<https://www.psl.noaa.gov/data/timeseries/AMO/>) y el índice SAM (https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/aao/aao.shtml), siendo que este último dispone de información a partir de 1979.

+ σ										
1962	1964	1965	1967	1970	1976	1988	1992	1996	2007	2011
13	10	10	11	13	14	14	10	10	14	11
- σ										
	1968	1973	1986	1994	1998	2001	2005	2014	2016	2019
	2	2	0	2	0	2	0	0	0	2

Tabla I: Numero de HG para los inviernos de los años de máxima frecuencia de ocurrencia de HG ($+\sigma$) y los inviernos de los años de mínima frecuencia de ocurrencia de HG ($-\sigma$) para el período 1961-2020

3) RESULTADOS

En la Tabla II se presentan las condiciones de cada modo de variabilidad estudiado a partir de los respectivos índices. Se observa que los inviernos de los años $+\sigma$ (1964, 1970, 1988, 2007 y 2011) ocurrieron bajo condiciones de ONI negativo, los inviernos de los años $+\sigma$ (1965 y 1976) bajo condiciones de ONI positivo, y los inviernos de los años $+\sigma$ (1962, 1967, 1992 y 1996) bajo condiciones ONI neutro. En relación a los inviernos de los años $-\sigma$, (1968, 1986, 1994 y 2014), estos ocurrieron bajo condiciones de ONI positivo, los inviernos de los años $-\sigma$ (1973, 1998, 2005 y 2016) bajo condiciones de ONI negativo y los inviernos de los años $-\sigma$ (2001 y 2019) bajo condiciones ONI neutro. De este modo, se observa un mayor número de años $+\sigma$ bajo predominio de ONI negativo, coincidente con los resultados encontrados por Müller et al. (2005). Con respecto a los años $-\sigma$, no fue posible encontrar un patrón predominante, dado que la misma cantidad de inviernos ocurrieron bajo ONI positivo y ONI negativo. Por otra, parte en Müller et al., (2000) se muestra que el número promedio de heladas en la Pampa Húmeda es menor cuando el ONI es positivo. Esto coincide con lo mostrado por Rusticucci et al. (2016), en donde se muestra que el número de noches cálidas aumentan con ONI positivo.

En paralelo, se observó una PDO negativa en los siguientes inviernos de los años $+\sigma$: 1962, 1964, 1965, 1967, 1970, 1976 y 2011 y en los inviernos de los años $-\sigma$: 1968, 1973, 1986, 2014, 2016 y 2019. Mientras que la PDO positiva se encuentra en los inviernos de los años $+\sigma$: 1988, 1992, 1996 y 2007 y en los inviernos de los años $-\sigma$: 1994, 1998, 2001 y 2005. La mayoría de los años $+\sigma$ y $-\sigma$ ocurrieron con un predominio de PDO negativa.

Simultáneamente se encontró AMO negativa en inviernos de los años $+\sigma$ (1962, 1964, 1965, 1967, 1970, 1976, 1988, 1992 y 1996), así como en inviernos de los años $-\sigma$ (1968, 1973, 1986 y 1994). Por otra parte, AMO positiva se observó en los inviernos de los años $+\sigma$ (2007 y 2011) y en los inviernos de los años $-\sigma$ (1998, 2001, 2005, 2014, 2016 y 2019). Se observa un patrón contrario de AMO en comparación con la PDO, ya que la mayoría de los años $+\sigma$ presentan predominio de AMO negativa, mientras la mayoría de los años $-\sigma$ presentan predominio de AMO positiva.

Con respecto a la SAM, se observó que hubo un predominio de SAM negativa en todos los inviernos de los años $+\sigma$ (1988, 1992, 1996, 2007 y 2011), y en los inviernos de los años $-\sigma$ (1986, 1994, y 2005). Por otro lado, en los inviernos de los años $-\sigma$ (1998, 2001, 2014 y 2016) solo se observó SAM positiva y en el invierno del año $-\sigma$ (2019), SAM neutra.

Al analizar cada modo de variabilidad individualmente se observa que AMO negativa predomina en los inviernos de los años $+\sigma$, así como también PDO negativa, ONI negativo y SAM negativa. En relación a los inviernos de los años $-\sigma$ se observa que predomina AMO positiva, en cambio para PDO, ONI y SAM no hay una señal predominante.

	$+\sigma$				$-\sigma$				
	ONI	PDO	AMO	SAM	ONI	PDO	AMO	SAM	
1962	Ne	-	-		1968	+	-		
1964	-				1973	-			
1965	+				1986	+			
1967	Ne				+	1994	+	-	+
1970	-					1998	-		
1976	+					2001	Ne		
1988	-	2005	-						
1992	Ne	+		2014	+	-	+		
1996	Ne			2016	-				
2007	-			2019	Ne				
2011	-	-	+	-				0	

Tabla II: Señal de los modos de variabilidad durante los inviernos de los años $+\sigma$ y $-\sigma$ para el período 1961-2020 (ENSO, PDO, AMO) y 1979-2020 (SAM). La sigla Ne se refiere al índice ONI Neutro

4) CONCLUSIONES

Se analizó la relación entre los principales modos de variabilidad que tienen influencia en la circulación del cono sur de Sudamérica y la extrema frecuencia de ocurrencia de HG en la Pampa Húmeda. Este análisis muestra que, aunque las HG sean eventos que ocurren en una escala regional, los modos de variabilidad de gran escala pueden influenciar la extrema frecuencia de ocurrencia de HG, principalmente en los inviernos de los años $+\sigma$. Ese es el caso del ONI negativo y SAM negativa, que propician los inviernos $+\sigma$. Los resultados muestran que la mayoría de los inviernos de los años $+\sigma$ ocurrieron bajo condiciones de AMO negativa, PDO negativa y ONI negativo. Por otro lado, se encontró que todos los inviernos de los años $+\sigma$ ocurrieron bajo condiciones de SAM negativa. En relación a los inviernos de los años $-\sigma$ se observa que predomina AMO positiva, en cambio para los otros índices (PDO, ENSO y SAM) no hay una señal predominante.

AGRADECIMIENTOS

Al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) por facilitar los datos que se usaron en este trabajo.

REFERENCIAS

- Collazo, S., Barrucand, M. y Rusticucci, M., 2019:** Variability and predictability of winter cold nights in Argentina. *Weather and Climate Extremes*, 26, 100236.
- Grimm, A. M., Barros, V. R. y Doyle, M. E., 2000:** Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events. *Journal of climate*, 13(1), 35-58.
- Kayano, M. T. y Andreoli, R. V., 2007:** Relations of South American summer rainfall interannual variations with the Pacific Decadal Oscillation. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 27(4), 531-540.
- Müller, G. V., Ambrizzi, T. y Núñez, M. N., 2005:** Mean atmospheric circulation leading to generalized frosts in central southern South America. *Theoretical and Applied climatology*, 82(1-2):95-112.
- Müller, G. V., Núñez, M. N., y Seluchi, M., E. 2000:** Relationship between ENSO cycles and frost events within the Pampa Humeda region. *International journal of climatology*, 20(13):1619-1637.
- Rusticucci, M., Barrucand, M., y Collazo, S., 2017:** Temperature extremes in the Argentina central region and their monthly relationship with the mean circulation and ENSO phases. *International Journal of Climatology*, 37(6), 3003-3017.
- Rusticucci, M. y Vargas, W., 2002:** Cold and warm events over Argentina and their relationship with the ENSO phases: risk evaluation analysis. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 22(4), 467-483.