

LAS SEQUÍAS DE LA REGIÓN DEL NOROESTE ARGENTINO Y SU RELACIÓN CON LAS TEMPERATURAS COSTERAS SUPERFICIALES DEL MAR

*María Elvira Bobba*¹
*Juan Leonidas Minetti*²

RESUMEN

La principal fuente de vapor de agua del sistema climático terrestre se encuentra en las superficies oceánicas. Las aguas cálidas favorecen los procesos de evaporación y ascensos de aire, mientras que con las frías decrece este proceso y el aire superficial se estratifica. Numerosas investigaciones se realizaron para demostrar la importancia de la interacción atmósfera-oceáno en la generación de fluctuaciones atmosféricas que darían lugar a períodos de lluvias o sequías sobre los continentes.

Por su posición geográfica el Noroeste Argentino (NOA) se encuentra más cerca del océano Pacífico que del Atlántico. Sin embargo, recibe de este último el principal aporte de vapor de agua, pues la configuración del relieve no ofrece obstáculos para la llegada del mismo a la región; en cambio está aislada del océano Pacífico por la Cordillera de los Andes Occidentales, que a esta latitud muestra una configuración compacta.

Una impronta de la región del NOA es la presencia de cordones montañosos, que influyen en forma decisiva en el clima regional, específicamente en la distribución espacial de las precipitaciones. Uno de los papeles que les toca desempeñar es el de inducir a las masas de aire a elevarse por efecto orográfico, obligándolas a ascender.

En este trabajo se quiere averiguar la influencia que ejercen sobre la variación de las precipitaciones, en una región mediterránea como la del NOA, las fluctuaciones térmicas de las aguas superficiales de los flancos oceánicos atlántico y pacífico.

Fueron utilizados datos mensuales de las anomalías térmicas de las estaciones costeras: Lima, Río de Janeiro y Río Gallegos como indicadores de las temperaturas del mar adyacente, correspondiente al período 1951-1980. También se consideró el índice de sequía regional para igual período.

Fueron empleados análisis de contingencia y correlación para cada mes del año, del mes consigo mismo (diagnóstico) y seis meses hacia atrás (pronóstico) entre el índice de sequía del

¹ Profesora adjunta. Cátedra Geografía de los Sistemas Naturales II. Climatología, Departamento de Geografía, Universidad Nacional de Tucumán. Laboratorio Climatológico Sudamericano.

² Profesor asociado. Cátedra Geografía de los Sistemas Naturales II. Climatología, Departamento de Geografía, Universidad Nacional de Tucumán. Laboratorio Climatológico Sudamericano, CONICET.

NOA (IS) con los índices térmicos del borde continental pacífico y atlántico, este último en dos latitudes, tropical y subpolar.

Se ha encontrado que las sequías regionales del NOA se relacionan preferentemente con anomalías térmicas negativas de las aguas oceánicas costeras.

Palabras clave: Noroeste Argentino, sequía, temperatura superficial del mar.

ABSTRACT

The main source of water vapor in the terrestrial climatic system is in the oceans. Warm waters favor the evaporation processes and air vertical movements, while cold waters brings decrements of the processes and the air remains stratified.

Much research has been made to show the importance of the atmosphere-ocean interaction in generating the atmospheric fluctuations responsible for the rains and droughts on the continents.

Northwestern Argentina is closer to the Pacific Ocean than the Atlantic. However, most water vapor comes from the latter due to the orographic conditions: there are mountain chains that affect significantly the regional climate, especially the geographic distribution of rainfall.

In this paper I want to investigate the influence of thermic fluctuations of the Pacific and Atlantic oceans surface waters in rainfall variation. To do this, I used monthly data of the thermic anomalies in the coastal stations: Lima, Rfo de Janeiro, and Rio Gallegos in the period 1951-1980. It was also considered the regional drought index of that period.

A contingency and correlation analysis was used for each month per year, the month in itself (diagnostic) and six months before (prognostic) between the drought index of the NOA (IS) with the thermic indexes of the Pacific and Atlantic continental borderlands in two latitudes: tropical and sub-polar.

It was found that the regional droughts of the NOA are related mainly to the thermic negative anomalies of the coastal oceanic waters.

Key words: Northwestern Argentina, drought, surface seawater temperature.

INTRODUCCIÓN

Ante el hecho ineludible de los desastres naturales, dentro de los cuales aparece la sequía como un fenómeno relativamente más extendido espacialmente y de mayor prolongación temporal, la prevención surge como el aspecto de mayor importancia para minimizar sus consecuencias. Estos eventos constituyen las adversidades que mayor impacto producen en las economías regionales, especialmente en los países que se dedican a la agricultura extensiva de tipo comercial. El mejor conocimiento de estos fenómenos redundará en una mejora en el manejo de los sistemas productivos y en la aplicación de tecnologías adecuadas por parte del hombre en pos de la minimización de los perjuicios del evento seco.

Varias investigaciones demuestran la importancia de la interacción atmósfera-océano en la generación de fluctuaciones atmosféricas que darían lugar a períodos de lluvias o sequías sobre los continentes; entre ellas se destacan las de Jagsich (1929, 1936), Namias

(1964), Bjerknæs (1964), Rasmusson y Carpenter (1982), Douglas y otros (1982), Van Loon y Shea (1985), Nicholson y Entekhadí (1987) y Poole (1988).

Este trabajo se propone establecer:

1. La relación entre las sequías de la región del NOA y la temperatura superficial de los océanos Atlántico y Pacífico
2. El grado de importancia que une al evento seco regional con las temperaturas oceánicas
3. La modalidad de esta relación

DATOS Y MÉTODOS

Dado que las precipitaciones, por su ausencia o déficit, constituyen el primer elemento climático que se relaciona con las sequías, se comenzó la investigación con el análisis de series pluviométricas de treinta estaciones seleccionadas correspondientes al período 1951-1980, dispersas en las seis provincias que conforman la región del Noroeste Argentino: Jujuy, Salta, Catamarca, La Rioja, Tucumán y Santiago del Estero (Figura 1) con cuyos datos se calcularon los índices de sequía (IS) del NOA, tanto mensuales como anuales.³

Fueron tomadas las temperaturas de localidades costeras como indicadores de la TSM (Temperatura superficial del mar), ya que estudios anteriores demostraron que las temperaturas de los océanos que rodean al continente americano tienen buena correlación con las del borde de los continentes (Aceituno 1987, Minetti 1989; Minetti, Vargas y Poblete 2001 y 2003). Por ello fueron utilizadas subseries del período 1951-1980 de las anomalías térmicas de Río de Janeiro (ATRIO), las temperaturas medias de Río Gallegos (TZGAL) y temperaturas mínimas medias de Lima (TILIM). Con estos datos se realizó un análisis de contingencia y correlación entre el ISNOA y los indicadores térmicos que fueron escogidos, con una significación estadística al 5%. Este análisis se hizo del mes consigo mismo (diagnóstico) y de cada mes con seis meses hacia atrás (pronóstico) con el objeto de observar qué condiciones del mar son las que diagnostican y/o pronostican las situaciones de sequía en el Noroeste Argentino, y cuál o cuales temperaturas costeras lo hacen.

³ Cálculo de los índices de sequías mensuales y anuales.

2.a.
$$I = \frac{Nc}{N^{\circ}}$$

Siendo I = índice de sequía mensual. Nc = sumatoria de n° de casos de localidades que observan precipitaciones por debajo del promedio mensual, y N° = número de localidades totales involucradas para cada mes en el área considerada.

2.b. El índice de sequía anual es la sumatoria de los índices mensuales para ese año.

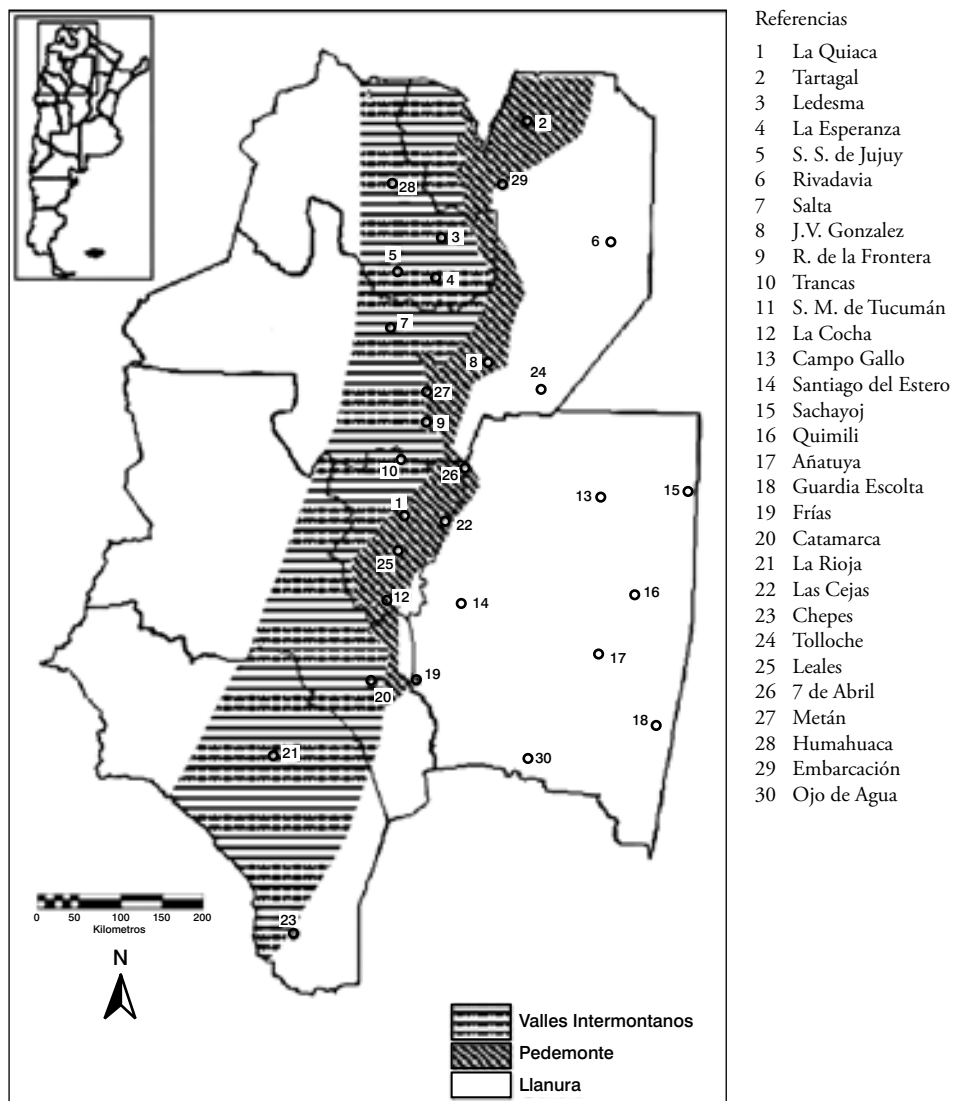


Figura 1. Localidades cuyos datos fueron considerados para confeccionar los índices de sequía del NOA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 1a....1k, se muestra un análisis mensual con:

- Análisis de contingencia (Co) y correlación (CC) para cada mes del año, del mes consigo mismo (diagnóstico) y seis meses hacia atrás (pronóstico) del IS del NOA con los índices térmicos del borde continental pacífico y atlántico, este último en dos latitudes, tropical y subpolar (Höel 1970, Spiegel 1991). Se muestran aquellas que tienen una significación estadística del 5%.

Tabla 1a. Contingencia (Co) y correlación (CC) para enero en relación con el mismo mes y con seis meses hacia atrás*

Meses		07	08	09	10	11	12	01
Localidades	Análisis							
Río	Co		- 87				- 67	60
	CC		-.35					
Li	Co							
	CC							
Gal	Co			- 67				
	CC							

Tabla 1b. Contingencia y correlación para febrero en relación con el mismo mes y con seis meses hacia atrás

Meses		08	09	10	11	12	01	02
Localidades	Análisis							
Río	Co							
	CC			67				
Li	Co							
	CC							
Gal	Co							
	CC							

Tabla 1c. Contingencia y correlación para marzo en relación con el mismo mes y con seis meses hacia atrás

Meses		09	10	11	12	01	02	03
Localidades	Análisis							
Río	Co							
	CC							
Li	Co	-67	-60	-60				-80
	CC							
Gal	Co			60			-80	
	CC							

Tabla 1d. Contingencia y correlación para abril en relación con el mismo mes y con seis meses hacia atrás

Meses		10	11	12	01	02	03	04
Localidades	Análisis							
Río	Co					60		
	CC							
Li	Co							
	CC		-.36	-.42				
Gal	Co	67						
	CC	.41						

Tabla 1e. Contingencia y correlación para mayo en relación con el mismo mes y con seis meses hacia atrás

Meses		11	12	01	02	03	04	05
Localidades	Análisis							
Río	Co			73	60			
	CC					.55		
Li	Co							
	CC							
Gal	Co							
	CC							

* En adelante: Río = Río de Janeiro, Li = Lima y Gal = Río Gallegos.

Tabla 1f. Contingencia y correlación para junio en relación con el mismo mes y con seis meses hacia atrás

Meses		12	01	02	03	04	05	06
Localidades	Análisis							
Río	Co		-60					
	CC							
Li	Co							
	CC			-35				
Gal	Co	-60				-60		
	CC							

Tabla 1g. Contingencia y correlación para julio en relación con el mismo mes y con seis meses hacia atrás

Meses		01	02	03	04	05	06	07
Localidades	Análisis							
Río	Co							
	CC		-36					
Li	Co							
	CC							
Gal	Co							
	CC							

Importante: en el mes de agosto no hay ni contingencia ni correlación.

Tabla 1h. Contingencia y correlación para septiembre en relación con el mismo mes y con seis meses hacia atrás

Meses		03	04	05	06	07	08	09
Localidades	Análisis							
Río	Co			60				
	CC							
Li	Co							
	CC							
Gal	Co	60						
	CC							

Tabla 1i. Contingencia y correlación para octubre en relación con el mismo mes y con seis meses hacia atrás

Meses		04	05	06	07	08	09	10
Localidades	Análisis							
Río	Co							
	CC							
Li	Co	60						
	CC							
Gal	Co		-67					
	CC					-48		

Tabla 1j. Contingencia y correlación para noviembre en relación con el mismo mes y con seis meses hacia atrás

Meses		05	06	07	08	09	10	11
Localidades	Análisis							
Río	Co					87		
	CC					.43		
Li	Co							
	CC							
Gal	Co							
	CC	-.50				-.53		

Tabla 1k. Contingencia y correlación para diciembre en relación con el mismo mes y con seis meses hacia atrás

Meses		06	07	08	09	10	11	12
Localidades	Análisis							
Río	Co					-67		
	CC					-.48	-.45	
Li	Co					-67	-67	-77
	CC	-.58	-.60	-.60	-.55	-.66	-.65	-.44
Gal	Co					73		
	CC					.54		

En las tablas 2 (a y b), 3 (a y b) y 4 (a y b) se muestra solamente el signo de la relación entre las sequías del NOA y las temperaturas de los océanos que rodean al continente, en ellas se consideran el diagnóstico del mes 1 y el pronóstico seis meses hacia atrás.

Tabla 2a. Signos de correlación entre los meses enero a junio de ISNOA y los meses de julio a junio de las anomalías de las temperaturas mínimas medias de Río de Janeiro (Brasil). Se muestran aquellas que tienen una significación estadística del 5% (período 1951-1980)

ISNOA / Meses	1	2	3	4	5	6
TIRIO / Meses						
7						
8	-					
9						
10		+				
11						
12	-					
1	+				+	-
2				+	+	
3					+	
4						
5						
6						

Tabla 2b. Signos de correlación entre los meses julio a diciembre de ISNOA y los meses enero a diciembre de las anomalías de las temperaturas mínimas medias de Río de Janeiro (Brasil)

ISNOA / Meses	7	8	9	10	11	12
1						
2	-					
3						
4						
5			+			
6						
7						
8						
9					+	
10						-
11						-
12						

De las tablas 2a y 2b:

- Se observa una situación de diagnóstico, en enero con una relación positiva, en donde temperaturas mínimas medias de Río de Janeiro por encima de los valores normales estarían indicando sequías en el NOA. Estas podrían ser explicadas por una presión debilitada en el Anticiclón de Atlántico y un flujo débil de los vientos hacia el continente.
- Predominan predictores con relación positiva en el primer semestre para el NOA: en ese período temperaturas mínimas medias por encima de sus valores normales prevén sequías en el NOA.
- Mayo es el mes que mayor cantidad de predictores presenta, con relaciones positivas con el ISNOA.
- Enero es el mes que le sigue a mayo en cantidad de predictores, pero en este caso con relación negativa: un Atlántico frío en agosto y diciembre estarían pronosticando sequías para enero.
- En el segundo semestre se observa menor posibilidad de pronosticar que en el primero.
- Diciembre es el único mes que alcanza a acumular dos predictores: en este caso temperaturas por debajo de lo normal estarían previendo sequías para este mes.
- En los meses de diciembre y enero —importantes por sus precipitaciones en el NOA— se destacan las asociaciones negativas con las temperaturas mínimas de Río de Janeiro. Esto estaría indicando que un océano Atlántico frío con una menor evaporación predice una sequía en la región del NOA.
- De las tablas 2a y 2b, se podría inferir que las sequías del otoño y del verano podrían ser mejor pronosticadas por las temperaturas mínimas medias de Río de Janeiro.

Tabla 3a. Signos de correlación entre los meses enero a junio de ISNOA y los meses de julio a junio de las anomalías de las temperaturas mínimas medias de Lima (Perú). Se muestran aquellas que tienen una significación estadística del 5% (período 1951-1980)

ISNOA / Meses	1	2	3	4	5	6
TILIM / Meses						
7						
8						
9			-			
10			-			
11			-	-		
12				-		
1						
2						-
3			-			
4						
5						
6						

Tabla 3b. Signos de correlación entre los meses julio a diciembre de ISNOA y los meses de enero a diciembre de las anomalías de las temperaturas mínimas medias de Lima (Perú)

ISNOA / Meses	7	8	9	10	11	12
TILIM / Meses						
1						
2						
3						
4				+		
5						
6						-
7						-
8						-
9						-
10						-
11						-
12						-

En las tablas 3a y 3b se observa que:

- Solo ocurren relaciones negativas (inversas) con el índice de sequía del NOA. Un Pacífico oriental y de bajas latitudes con aguas frías pronosticarían las sequías del primer semestre (enero a junio) para el NOA.
- Se observa solo una situación de diagnóstico en marzo, mes que acumula mayor cantidad de predictores (tres) en el primer semestre.
- Aparece un solo diagnosticador en el segundo semestre: diciembre.
- También predominan las relaciones con un Pacífico frío, solo aparece una relación positiva: temperaturas por arriba de lo normal estarían prediciendo las sequías de octubre.
- Diciembre es el mes que muestra mayor cantidad de predictores acumulados (seis), siempre en relación inversa. Esto sumado a la relación del ISNOA con la temperatura de Río de Janeiro, también inversas en diciembre, y mostrada en las tablas 2a y 2b, contribuyen para concluir que las sequías de verano se asocian, preferentemente, con mares fríos.

Tabla 4a. Signos de correlación entre los meses enero a junio de ISNOA y los meses de julio a junio de las temperaturas medias de Río Gallegos (Argentina). Se muestran aquellas que tienen una significación estadística del 5% (período 1951-1980)

ISNOA / Meses	1	2	3	4	5	6
TGALL / Meses						
7						
8						
9	-					
10				+		
11			+			
12						-
1						
2			-			
3						
4						-
5						
6						

Tabla 4b. Signos de correlación entre los meses julio a diciembre de ISNOA y los meses de enero a diciembre de las temperaturas medias de Río Gallegos (Argentina)

ISNOA / Meses	7	8	9	10	11	12
TGALL / Meses						
1						
2						
3			+			
4						
5				-	-	
6						
7						
8				-	-	
9						
10						+
11						
12						

En las tablas 4a y 4b, se observa que:

- No aparece ningún mes donde la temperatura del mar austral diagnostique al ISNOA, en el primer semestre.
- Predominan las relaciones negativas: las sequías del NOA se relacionarían, mayormente, con temperaturas por debajo de lo normal para Río Gallegos.
- Solo aparecen en dos ocasiones predictores de sequías con mar cálido: noviembre pronosticando sequías para marzo, y octubre para abril.
- No surge ningún mes con diagnóstico para el segundo semestre.
- Se detectan dos meses con predictores de sequía relacionados con temperaturas negativas de Río Gallegos: octubre y noviembre.
- Dos meses relacionan las sequías con temperaturas positivas: septiembre pronosticadas por marzo, y las de diciembre por octubre.

A manera de síntesis se computó la cantidad de signos positivos y negativos que acumulaba cada localidad, contando entre diagnósticos y pronósticos, lo que se puede ver en la tabla 5.

Tabla 5. Total de signos negativos / positivos acumulados por Lima, Río de Janeiro y Río Gallegos

Localidades	Signo de la correlación		Total
	+	-	
Río de Janeiro	8	6	14
Lima	1	14	15
Río Gallegos	4	8	12
Total	13	28	41

Se puede observar que las sequías en el NOA se relacionan preferentemente con un océano Pacífico frío, en un 93% de los casos.

Con Río de Janeiro la situación no es tan definida, pero existe una leve superioridad de las anomalías positivas de la temperatura en su relación con las sequías del NOA.

Con respecto a la asociación con las temperaturas de Río Gallegos, se observa que las sequías se relacionan en un 66,6% con temperaturas por debajo de lo normal.

La tabla 6 muestra la frecuencia de predictores para cada localidad, lo que es representado gráficamente en la Figura 2.

Tabla 6. Cantidad de predictores encontrados en las temperaturas de localidades costeras

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Lima	0	0	3	2	0	1	0	0	0	1	0	6	13
Río de Janeiro	2	1	0	1	3	1	1	0	1	0	1	2	13
Río Gallegos	1	0	2	1	0	2	0	0	1	2	2	1	12
Total	3	1	5	4	3	4	1	0	2	3	3	9	38

La temperatura de Lima se presenta como la predictora más importante para los meses de otoño (marzo y abril) y finales de la primavera comienzo del verano (diciembre), que para el invierno (junio) y la primavera (octubre) (Ropelewsky y Halper 1987, Minetti *et al.* 2001). En el mes de diciembre se destaca Lima con seis meses que predicen sequías para ese mes, y el mes de marzo con tres meses.

La temperatura de Río de Janeiro surge como el predictor más importante de sequías para mayo, y de menor importancia para los meses de enero, diciembre, febrero abril, junio, julio, septiembre y noviembre. En total, la temperatura de Río de Janeiro predice la aparición del evento seco en el NOA para nueve meses del año. Algo parecido ocurre con Río Gallegos, este se comporta como un predictor de bajo perfil para las sequías en el NOA, pero más extendido en el tiempo que Lima. La temperatura de Lima se muestra concentrada en menor cantidad de meses (predice el fenómeno para cinco meses del año) pero con una mayor frecuencia. En cambio la temperatura de Río Gallegos predice sequías para ocho meses del año.

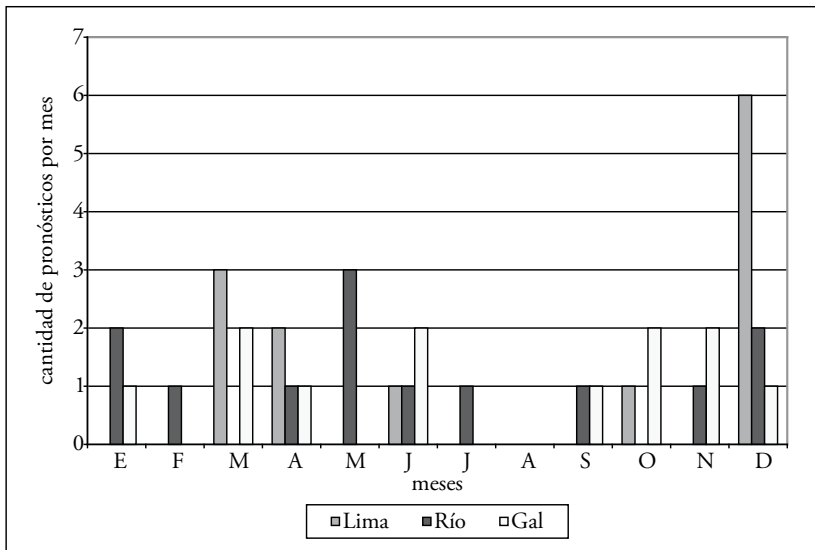


Figura 2. Frecuencia de predictores costeros

CONCLUSIONES

- La temperatura de Río de Janeiro en relación con el índice de sequía Presenta una situación de diagnóstico en forma positiva. Hay un leve predominio de asociaciones positivas en los predictores de Río de Janeiro con respecto a las sequías del NOA: cinco de nueve son positivas y cuatro de nueve son negativas. Tanto anomalías positivas como negativas pueden predecir sequías para el NOA. El mes que más señales del Atlántico tropical recibe el NOA es el mes de mayo. Río de Janeiro pronosticaría el evento seco para el NOA en nueve meses del año. La mayor frecuencia la alcanza en mayo, sin llegar a la frecuencia de Lima.
- La temperatura de Lima en relación con el índice de sequía Se presentan dos situaciones de diagnóstico en marzo y diciembre. Predominan las asociaciones negativas con el índice de sequía del NOA: las asociaciones aparecen con mayor frecuencia en el primer semestre (enero a junio), en el segundo semestre (julio a diciembre) se destaca diciembre con seis meses hacia atrás que predicen eventos secos para ese mes. La temperatura de Lima predice sequías para cinco meses del año, pero con una frecuencia importante en diciembre y en marzo. La temperatura de Lima aparece como la predictora más importante para los meses de otoño (marzo, abril) y de verano (diciembre) que para el invierno (junio) y la primavera (octubre).

3. La temperatura de Río Gallegos en relación con el índice de sequía
No aparece ningún mes con diagnóstico.
Predominan las asociaciones negativas en la predicción del ISNOA
Río Gallegos aparece como predictor en ocho meses del año, pero con menores frecuencias que las otras dos localidades.
4. Los diagnósticos ocurren tres veces en los meses del año —dos de ellos en meses del verano— lo que es importante pues se trata de la estación durante la cual ingresa la mayor cantidad de agua al sistema.
5. Diciembre tiene nueve predictores en ambos océanos, le sigue en importancia marzo con cinco. Estos meses tienen un significado especial para la región, ya que con ellos comienza y termina la estación lluviosa.

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio Climatológico Sudamericano —Fundación Carl C. Zon Caldenius, Sede NOA— por todos los datos otorgados y los programas utilizados en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ACEITUNO, P.

1987 *On the interannual variability of South American climate and the Southern Oscillation*. Madison: University of Wisconsin - Madison.

BJERKNES, J.

1964 «Atlantic Air-Sea Interaction». *Advances in Geophysics*, vol. 10, pp. 1-82. New York. Academic Press.

DOUGLAS, A. V., D. R. CAYAN y J. NAMIAS

1982 «Large-Scale Changes in North Pacific and North American Weather Patterns in Recent Decades». *Monthly Weather Review*, vol. 110, pp.1851-1862. Boston.

HÖEL, P.G.

1970 *Introduction to Mathematical Statistics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

JAGSICH, J.

1929 «La sequía reinante y su probable duración». *La Prensa*, 30 de mayo de 1929. Buenos Aires.

1936 «Las causas de la gran sequía de 1935». Sección 3ra. *La Prensa*, 13-03-36, Buenos Aires.

MINETTI, J.L.

1989 «Comportamiento temporal de las precipitaciones de primavera y verano de San Miguel de Tucumán». *RIAT*, 66 (1), pp. 83-85. Tucumán, Argentina.

MINETTI, J.L., W. M. VARGAS, L.R. DE LA ZERDA, G. CASAGRANDE, L.R. ACUÑA, J.J. NIEVAS y E.L. FRASSETTO

2001a «Inventario de las sequías regionales en Argentina y Chile». Informe técnico del Laboratorio Climatológico Sudamericano. Fundación Caldenius. Sede NOAA y CONICET. San Miguel de Tucumán. Argentina.

Minetti, J.L., W. M. Vargas y A. G. POBLETE,

2001 «Observando a El Niño/La Niña con la temperatura de Lima (Perú)». *Revista de Geografía*, Año IV, N° 5, pp. 31-51. San Juan.

2003 «Eastern equatorial pacific SST variability related with the temperature of Lima (Perú)». *Recent Res. Devel.Meteorol.* 2, pp. 1-19. Kerala, India.

NAMIAS, J.

1964 «Seasonal persistence and recurrence of European blocking during 1958-1960». *Tellus*, vol. 16, pp. 394-407.

NICHOLSON, S. E. y P. ENTEKHADI

1987 «Rainfall Variability in Equatorial South Africa. Relationship with the Sea Surface Temperature along the Southwestern Coast of Africa». *Journal of Climate and Applied Meteorology*. vol. 26, pp. 561-578.

POOLE, R.

1988 «La Niña's Big Chill Replaces El Niño». *Science*, vol. 241, pp. 240-241.

RASMUSSEN E. M. y T. H. CARPENTER

1982 «Variation in tropical sea surface temperature and surface wind. Fields Associated with the Southern Oscillation / El Niño». *Monthly Weather Review*, vol. 110, pp. 354-383.

ROPELEWSKY, C.F. and S. HALPER

1987 «Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño Southern Oscillation». *Monthly Weather Review*, vol. 115, pp. 1606-1626.

SPIEGEL, M.R.

1991 *Estadística*. Nueva York-Panamá: Mc Graw Hill.

VAN LOON, H. y D. J. SHEA

1985 «The Southern Oscillation». Part I. The Precursors South of 15° S to the extremes of the oscillation. *Monthly Weather Review*, vol. 113, pp. 2063-2076.