

INVESTIGACIONES Y ENSAYOS GEOGRÁFICOS

AÑO **XIX** - NÚMERO **19**

eISSN 1668-9208



FORMOSA - ARGENTINA

Universidad Nacional de Formosa
Facultad de Humanidades
Carrera de Geografía

Estacionalidad del Río Paraná a la altura de Corrientes-Argentina durante eventos de bajantes históricas (1910-2021)

Pedro Blanco

Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, CONICET-UBA

Instituto de Geografía, Universidad Nacional del Nordeste

pedrosamuelblanco@gmail.com

Resumen

El objetivo es analizar el ciclo estacional del Río Paraná a la altura de Corrientes-Argentina durante eventos de bajantes históricas registrados en los últimos 111 años. Para ello, se utilizaron datos medios mensuales de caudal y altura hidrométrica de la estación de aforo 3805-Corrientes para el período 1910-2021. En primer lugar, se examinó la onda media anual de las variables mencionadas para el período completo; en segundo lugar, se determinaron los años de bajante extraordinaria utilizando el criterio estadístico del percentil 10, detectándose nueve casos en total; en tercer lugar, se estudió la estacionalidad del caudal y nivel del río para cada evento; y, por último, se estimó el ciclo medio anual para los eventos de bajantes históricas del Paraná en Corrientes. En general, la estacionalidad media para el período 1910-2021 presenta un máximo de las variables hidrológicas a finales del verano (febrero). Posteriormente, las cifras disminuyen hasta principios de la primavera (septiembre), para luego incrementarse durante dicha estación (octubre-noviembre) y el verano (diciembre-enero). Tal comportamiento se replica para el promedio de las bajantes históricas detectadas, pero los valores de caudal y nivel del río se encuentran por debajo de lo normal durante todo el año, donde los meses más afectados son noviembre y diciembre. Esto es importante porque, en caso de ocurrir una bajante en el futuro, se podría estimar con antelación su variación a través del año.

Palabras clave: Caudal; Nivel del río; Percentil 10; Onda media anual.

Abstract

The goal is to analyze the Paraná River annual cycle in Corrientes-Argentina during lower water levels historical events recorded in the last 111 years. For this, monthly mean streamflow and river level data from the 3805-Corrientes gauging station were used for the 1910-2021 period. First, the variables mean seasonality for the entire period was examined; secondly, the years with lower water levels using the 10th percentile were determined, detecting nine cases in total; thirdly, the streamflow and river level seasonality for each event was studied; and, finally, the mean annual cycle for the Paraná lower water levels events in Corrientes was estimated. In general, the hydrological variables mean seasonality for the 1910-2021 shows a maximum at the summer end (February). Subsequently, the values decrease until the spring beginning (September), and increase during that season (October-November) and summer (December-January). This behavior is replicated for the mean seasonality of the lower water levels historical events, but the streamflow and river level values are below normal throughout the year, where the months most affected are November and December. This is important because, if occur a lower water level event in the future, its variation throughout the year could be estimated in advance.

Key words:

Streamflow; River level; 10th percentile; Annual mean wave.

Introducción

La bajante extraordinaria del Río Paraná y sus afluentes, ocurrida durante los años 2020 y 2021, ha ocasionado serios problemas en el medio natural y las actividades de la sociedad, y podría seguir haciéndolo en el futuro (APA, 2021). De hecho, los medios de comunicación y la comunidad científica en general aseveran que dicho fenómeno podría considerarse como “histórico”, en términos de que los débitos y los niveles hidrométricos son tan reducidos que se asemejan a otros eventos extremos de estiaje que sucedieron durante el siglo pasado (COMIP, 2021; La Voz, 2021).

El Río Paraná se caracteriza por transportar enormes cantidades de caudal de agua, que en promedio a la altura de la ciudad de Corrientes-Argentina rondan los 17000 m³/s al año, aunque los mismos presentan variaciones estacionales que responden a

distintos factores (naturales y antrópicos). Algunos autores sostienen que el Paraná es un curso fluvial complejo que merece un análisis integral por sectores, ya que en él pueden encontrarse dinámicas hidrológicas diferentes (Popolizio y Serra, 1980). Asimismo, este imponente río que actúa como colector principal de muchos otros, se sitúa en la cuenca hidrográfica del Plata que abarca casi 3.2 millones de Km² y se extiende en cinco países (Bolivia, Brasil, Paraguay, Argentina y Uruguay), siendo que los primeros cuatro de ellos son atravesados por el Paraná.

A partir de tal premisa, son los cuatro países involucrados quienes le prestan mayor atención al Paraná, no sólo por los importantes recursos hídricos que le brindan a la sociedad, sino también porque incurre en la navegación fluvial, el comercio y transporte de mercancía, y la comunicación entre dichos países (Barros y otros, 2006). Entonces, dadas las variaciones que pudiera tener el Paraná y que, consecuentemente, afectarían a la economía regional, es menester realizar investigaciones que permitan comprender el dinamismo del curso fluvial para generar estrategias de adaptación ante episodios de crecientes y/o bajantes extremas (Weber y otros, 2010).

En relación a la variabilidad a lo largo del año del Paraná y considerando la bajante extraordinaria de los años 2020-2021 como episodio hidrológico extremo, un tópico importante de estudiar entre los principales rasgos del Paraná es su estacionalidad (Berbery y Barros, 2002; Saurral, 2010; Gulizia y otros, 2015; Gulizia y Camilloni, 2021). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es analizar el ciclo estacional del Río Paraná a la altura de Corrientes-Argentina durante eventos de bajantes históricas registrados en los últimos 111 años (1910-2021).

Datos y método

En la investigación se utilizaron datos medios mensuales de caudal absoluto (metros cúbicos por segundo, m³/s) y altura hidrométrica (metros, m) durante el período comprendido desde julio/1910 hasta junio/2021 para la estación de aforo 3805-Corrientes. Dicha estación forma parte de la Red Hidrometeorológica Nacional y se ubica en el tramo medio del Río Paraná, específicamente en la ribera norte que bordea la ciudad de Corrientes, la cual se localiza hacia los 27°27'S-58°49'O y corresponde a la capital de la provincia homónima situada en el noreste de la República Argentina (Figura 1). Los datos fueron extraídos del sitio web del Sistema Nacional de

Información Hídrica (SNIH, por sus siglas en español), dependiente de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica del Ministerio de Obras Públicas de la Nación.

Figura 1: Ubicación geográfica de la estación de aforo 3805-Corrientes en la ciudad homónima y la República Argentina. Fuente: Extraído del sitio web del SNIH (2021).



A partir del caudal y la altura hidrométrica es posible analizar el comportamiento hidrológico de los ríos a través del tiempo, especialmente si se cuentan con datos para una serie de más de 100 años, como en el caso de Corrientes (Meis y Llano, 2019). En efecto, la primera variable se refiere al volumen de agua que es escurrido sobre el cauce de un curso fluvial en función del tiempo, mientras que, la segunda de ellas se entiende como la elevación de la superficie de agua que se registra en una estación determinada respecto a un origen de referencia establecido arbitrariamente (Bruniard, 1992). Por lo tanto, en este trabajo se estudió la cantidad de agua que fluye en el Paraná a la altura de Corrientes y el nivel que se ha registrado en dicha localidad durante los eventos de bajantes históricas.

En primer lugar, a los fines comparativos, se analizó la onda media anual de las variables mencionadas para el período 1910-2021, cuya idea es mostrar la variabilidad normal o promedio a lo largo del año. Sin embargo, previamente se consideró emplear el concepto de año hidrológico, que inicia en el mes de julio y culmina en junio del año siguiente para el hemisferio sur, dado que no es conveniente dividir a la fase de altas

aguas – que ocurre preferentemente de octubre a marzo – en dos años distintos, de tal manera que se representaron gráficamente los datos en función de dicho criterio.

En segundo lugar, se examinó la estacionalidad de las variables durante los eventos de bajantes extraordinarias del Río Paraná en Corrientes, los cuales fueron registrados durante los últimos 111 años (1910-2021). No obstante, previo a ello se estableció el siguiente criterio para definir cuándo una bajante es “extraordinaria o histórica”: si en un momento dado los valores medios anuales de caudal y altura hidrométrica han sido inferiores a sus respectivas cifras del percentil 10 simultáneamente, entonces a este evento se lo considera como excepcional o con baja probabilidad de ocurrencia. Tal enfoque estadístico es útil para la detección de episodios extremos, ya que se basa en una discriminación objetiva a partir de datos empíricos y toma en cuenta el comportamiento de la variable de estudio (Fabre y otros, 2008).

En el Río Paraná en Corrientes, dado que el percentil 10 del caudal medio anual es de 12563 m³/s y de la altura hidrométrica media anual es de 2.25 metros, todos aquellos valores por debajo de los mismos podrían corresponderse con un evento de bajante histórica. Sin embargo, a pesar de que las variables trabajadas presentan cierta relación, a veces sucede que una disminución o aumento del valor de alguna de ellas no coincide con el comportamiento de la otra, y viceversa, a tal punto de que cuando en una se registra un número inferior al percentil 10 puede ocurrir que no sea así para la otra variable. Por tal motivo, si bien se detectaron 13 eventos en la serie completa, no todos ellos se corresponden con bajantes extraordinarias, por lo que se indicaron los períodos en los que se produjeron simultáneamente cifras medias anuales menores al percentil 10 para el caudal y la altura hidrométrica. Los eventos de bajantes extraordinarias del Río Paraná en Corrientes que cumplen con el criterio establecido son nueve en total (Tabla 1).

Tabla 1: Eventos de bajantes extraordinarias con sus valores medios anuales de caudal y altura hidrométrica. Se indica la media de ambas variables considerando los eventos de bajantes históricas y la media del período 1910-2021. Los datos en rojo superaron al percentil 10 de cada variable.

Períodos ¹	Caudal medio anual (m ³ /s)	Altura hidrométrica media anual (m)	¿Cumple el criterio para considerarse una bajante extraordinaria?
1910-1911	10996	2.21	Si
1916-1917	12096	2.07	Si
1917-1918	11957	2.02	Si
1924-1925	11402	1.88	Si
1933-1934	12081	2.12	Si
1934-1935	12629	2.16	No
1944-1945	9984	1.46	Si
1963-1964	12424	2.41	No
1967-1968	11092	2.03	Si
1968-1969	10843	1.90	Si
1969-1970	12267	2.36	No
2019-2020	12700	2.12	No
2020-2021	11336	1.67	Si
Promedio de eventos < P10 ²	11310	1.93	-----
Promedio 1910-2021	17256	3.50	-----

¹ Cada período está comprendido desde julio del primer año hasta junio del segundo año. Por ejemplo, julio de 1910 hasta junio de 1911, julio de 1916 hasta junio de 1917, y así sucesivamente.

² El promedio de eventos < P10 se calculó sólo con los nueve casos que cumplieron con el criterio establecido para determinar si una bajante es extraordinaria o no. Los demás períodos donde sólo se registraron valores inferiores al P10 en una variable u otra no se consideraron en el cálculo.

Una vez identificadas las bajantes extraordinarias, para cada caso se representó la onda anual del caudal y de la altura hidrométrica en sus respectivas unidades de medida. También, para los nueve eventos se graficaron las anomalías mensuales de ambas variables respecto al promedio 1910-2021, las cuales fueron calculadas como la diferencia entre el dato mensual de cada episodio de bajante histórica y el promedio mensual de período completo (1910-2021). Asimismo, a modo de síntesis del comportamiento anual promedio durante las bajantes extremas del Paraná, se construyó la onda media para tales eventos considerando sólo aquellos momentos que han cumplido con el criterio establecido.

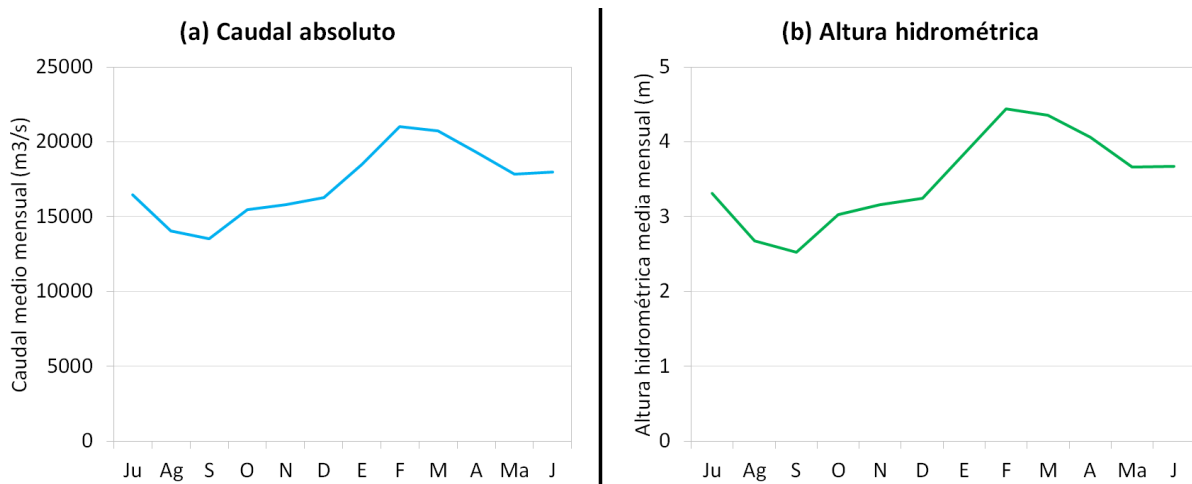
Resultados

Estacionalidad media del Río Paraná

La estacionalidad media del Río Paraná en Corrientes para el período 1910-2021 presenta un máximo caudal y nivel hidrométrico a finales del verano (febrero), cuyos valores rondan los 20000-21000 m³/s y los 4-4.5 metros. Posteriormente, las cifras de ambas variables disminuyen hasta principios de la primavera (septiembre), alcanzando mínimos de 13000 m³/s y 2.5 metros, para luego incrementarse durante dicha estación (octubre-noviembre) y el verano (diciembre-enero). Entre el máximo y el mínimo de caudales hay una diferencia aproximada de 7500 m³/s, lo que representa una variación relativa de 35.7%; mientras que en el caso de la altura del río es de 1.9 metros, que en términos relativos sería un 43.2% (Figura 2a y 2b). Esta situación demuestra que tales variables crecen más rápidamente desde octubre hasta febrero y decrecen paulatinamente desde marzo hasta septiembre. En tal sentido, el temperamento hidrológico del Paraná en Corrientes podría asociarse al régimen de precipitaciones líquidas, concentradas preferentemente entre octubre y abril (Berbery y Barros, 2002; Barros y Camilloni, 2020), las cuales se encargan de alimentar al curso fluvial, como así también por aportes de las aguas subterráneas que mantienen el caudal y nivel del río. No obstante, se debe considerar que las represas hidroeléctricas ubicadas aguas arriba de la capital correntina en distintos tramos de los ríos Paraguay y del Paraná modulan el comportamiento del sistema hidrográfico, lo cual también influye en la onda anual de las variables hídricas (Meis y Llano, 2016; Gómez, 2020).

Figura 2: Onda media anual del caudal (a) y la altura hidrométrica (b) del Río Paraná en

Corrientes-Argentina para el período 1910-2021.



Referencias

- Caudal medio mensual (m³/s)
- Altura hidrométrica media mensual (m)

Estacionalidad del Río Paraná durante eventos de bajantes históricas

Al prestar especial atención a los períodos de ocurrencia de bajantes históricas del Paraná en Corrientes, se observa que antes de 1970 se registraron ocho eventos de este tipo y que después de dicho año se dio tan solo un estiaje extraordinario (2020-2021). En efecto, se ha estimado que el 80% de los caudales más altos sucedieron desde 1966 en adelante, mientras que la totalidad de los más bajos fueron antes de 1950 (Barros y otros, 2006). En el Paraná no sólo se han producido las mayores crecidas, sino también las bajantes relativamente más intensas, cuyos débitos han fluctuado entre 15000-20000 m³/s y entre 500-1000 m³/s, respectivamente (Barros y otros, 2006).

Las bajantes extremas del Paraná han tenido una duración de un año hidrológico, pero ha habido dos casos en los que ese período se prolongó a dos años consecutivos: uno fue desde junio de 1916 hasta julio de 1918 y otro desde junio de 1967 hasta julio de 1969 (Tabla 1). En consideración de que, en promedio anual, el volumen de agua escurrido y el nivel del río han permanecido al menos dos años seguidos por debajo del percentil 10, se entiende a dichos eventos como “penetrantes” en términos de que su larga persistencia favoreció un lento y progresivo efecto sobre el caudal y la altura hidrométrica (Valiente, 2001). Al mantenerse en niveles tan bajos, el Paraná ha experimentado en el último siglo al menos dos episodios de sequía hidrológica de larga duración (Sosa Sarmiento, 2016).

En cuanto a la frecuencia de bajantes históricas, a medida que se transcurre hacia la actualidad son menos recurrentes: entre la bajante de 1910-1911 y las de 1916-1917-1918 hay 5 años de diferencia, entre la de 1917-1918 y la de 1924-1925 hay 6 años, entre la de 1924-1925 y la de 1933-1934 hay 8 años, entre la de 1933-1934 y la de 1944-1945 hay 10 años, entre la de 1944-1945 y las de 1967-1968-1969 hay 22 años, y entre la de 1968-1969 y la de 2020-2021 hay 51 años. Probablemente, dicha condición se asocie a la influencia del ser humano en la regulación del temperamento hidrológico del Paraná y sus afluentes dado por la construcción de represas, en especial a partir de la década de 1980 con la puesta en funcionamiento de las represas Itaipú y Yaciretá (Gómez, 2020); sin embargo, tal idea se constituye como hipótesis que debería ponerse a prueba en futuras investigación.

Los ciclos anuales de caudal y altura hidrométrica del Paraná en Corrientes para las nueve bajantes extraordinarias han mostrado ciertas similitudes y diferencias (Figuras 3a-3i y 4a-4i). Si bien una bajante se denota por débitos y niveles del curso fluvial por debajo de lo normal, se advirtió que las fluctuaciones anuales de las variables pueden ser distintas entre los distintos.

En los años 1910-1911, 1916-1917, 1933-1934, 1944-1945, 1967-1968 y 2020-2021, la onda anual de caudal y altura hidrométrica (Figuras 3a, 3b, 3e, 3f, 3g, 3i y 4a, 4b, 4e, 4f, 4g, 4i) se caracterizó por un máximo entre febrero y abril y un mínimo entre septiembre y noviembre. Entre el estiaje y la creciente se observó un crecimiento pronunciado de las variables mencionadas, mientras que luego del mayor valor ambos casos disminuyen paulatinamente. Para algunos eventos (1910-1911, 1916-1917, 1944-1945), los caudales fluctuaron entre 5000 y 20000 m³/s, mientras que para otros (1933-1934, 1967-1968, 2020/21) sólo fue entre 10000 y 18000 m³/s. En cuanto al nivel del río, la mayoría de los casos ha registrado variaciones entre 0 y 4.5 metros, exceptuando a 1944-1945 con cifras entre -1 y 5 metros. Esta última bajante ha tenido valores medios mensuales por debajo de 0 metros entre septiembre y octubre.

En relación a períodos cercanos a la actualidad, la variabilidad anual de la bajante del 2020-2021 es bastante similar a la de 1967-1968, donde se encuentra un período prolongado de estiaje desde julio hasta diciembre con guarismos alrededor de los 10000 m³/s y 1-2 metros, que se incrementan rápidamente hasta llegar a un máximo en febrero (cerca de 18000 m³/s y 4 metros, respectivamente) y, luego, disminuyen hasta finalizar el año hidrológico. En tal sentido, las anomalías del año 2020-2021

respecto al promedio 1910-2021 exhiben que la mayor magnitud de la bajante se dio entre octubre y diciembre (alrededor de 5000 m³/s y 2 metros por debajo de lo normal), y entre abril y julio (aproximadamente 8000 m³/s y 2-3 metros por debajo de la media). De acuerdo con este comportamiento, la bajante histórica del 2020-2021 es considerada como un evento extremo significativo (INA, 2021), el cual se estima que está asociado a la sequía meteorológica y déficit persisten de precipitaciones al sur de Brasil que desencadenó una reducción en el escurrimiento fluvial de los ríos del noreste argentino (Servicio Meteorológico Nacional, 2021).

Por la forma de su onda anual, algunos casos particulares han sido los años 1917-1918, 1924-1925 y 1968-1969 (Figuras 3c, 3d, 3h y 4c, 4d, 4h). En los mismos se observó que el caudal y la altura hidrométrica ha presentado dos o tres máximos (uno principal en verano y los otros secundarios en diferentes estaciones del año) y un breve período de estiaje entre el invierno y la primavera. En términos absolutos, los débitos de tales eventos han variado entre 5000 y 17000 m³/s y el nivel del río fue entre 0 y 4 metros. No obstante, sus anomalías mensuales respecto al promedio 1910-2021 muestran que los caudales y alturas fueron entre 5000-10000 m³/s y 1-3 metros por debajo de lo normal, respectivamente. Las mayores intensidades de las bajantes sucedieron desde noviembre hasta enero para el caso de 1917-1918 y de julio a septiembre y de enero a abril para los episodios de 1924-1925 y 1968-1969 (en estos últimos dos eventos, el estiaje se desdobló gracias a un breve período en que las alturas y el caudal tuvieron un repunte hacia valores cercanos a los normales).

Figura 3: Onda anual del caudal y sus anomalías mensuales para eventos de bajantes extraordinarias del Río Paraná en Corrientes-Argentina (período 1910-2021).

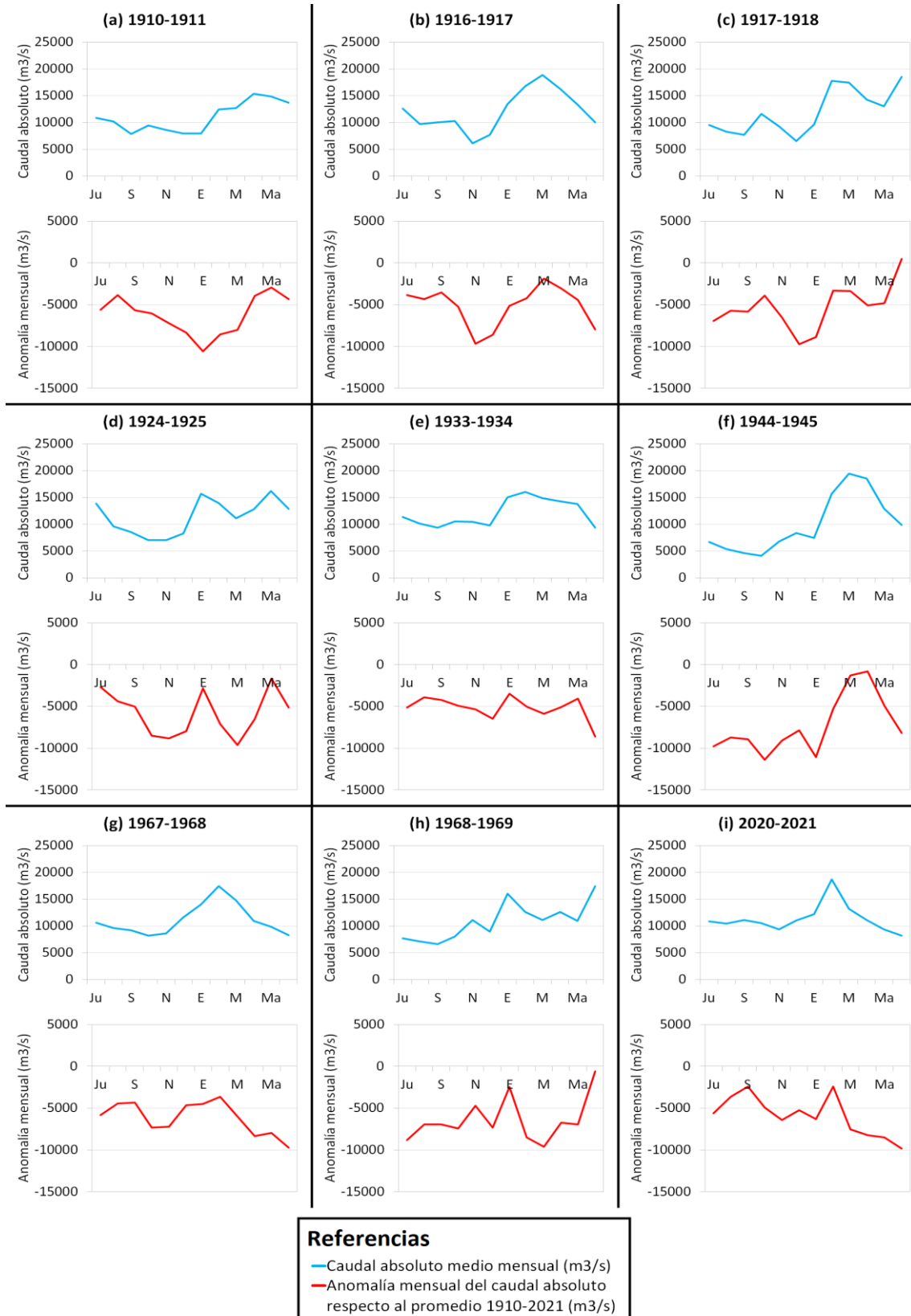
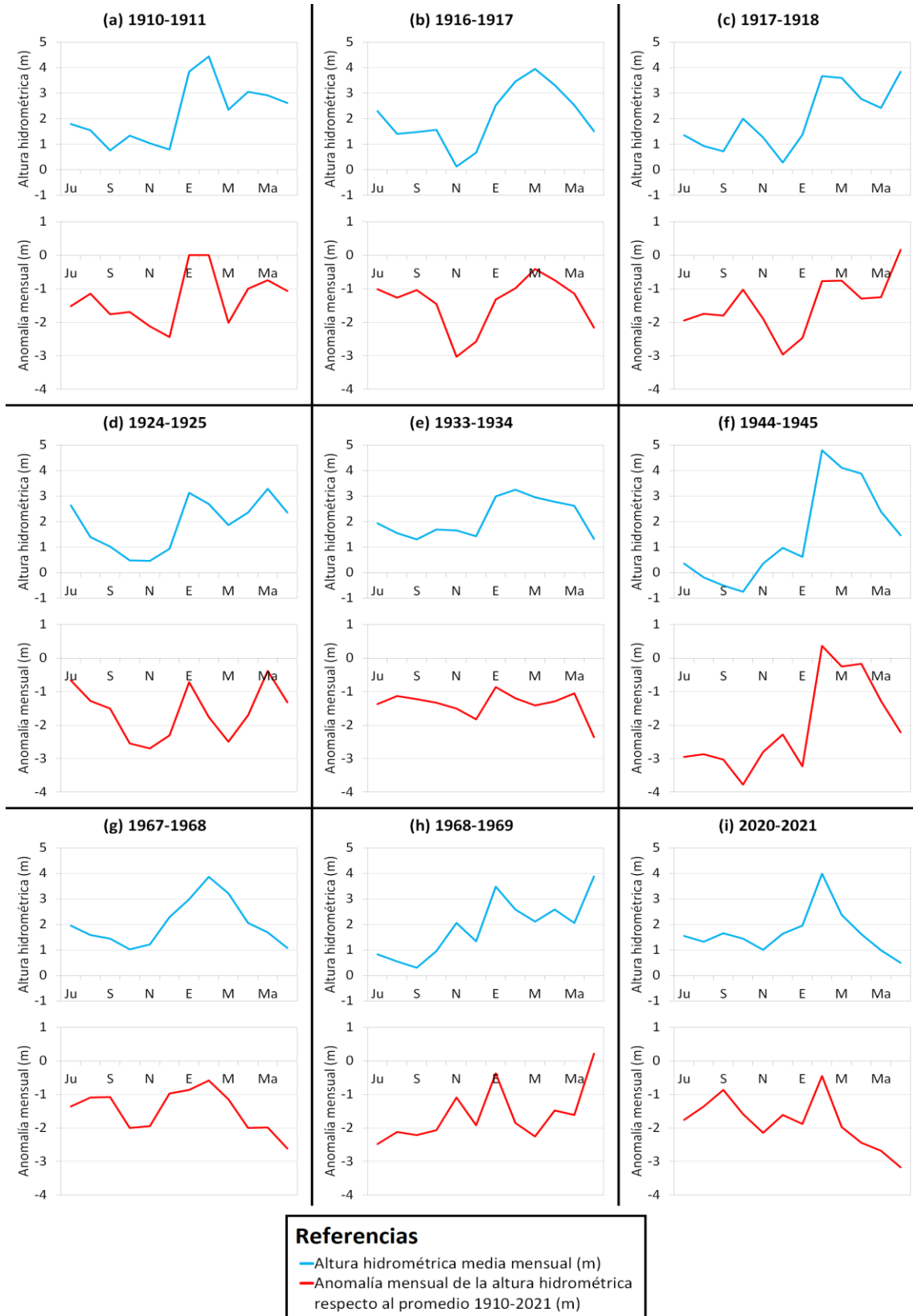


Figura 4: Onda anual de la altura hidrométrica y sus anomalías mensuales para eventos de bajantes extraordinarias del Río Paraná en Corrientes-Argentina (período 1910-2021).



Estacionalidad media del Río Paraná durante eventos de bajantes históricas

A modo de sintetizar el comportamiento del ciclo anual del Río Paraná durante las bajantes históricas registradas en el período 1910-2021, se estimó la estacionalidad media de las variables hidrológicas trabajadas mediante el promedio mensual de julio a junio con base en los nueve eventos de estiaje extraordinario.

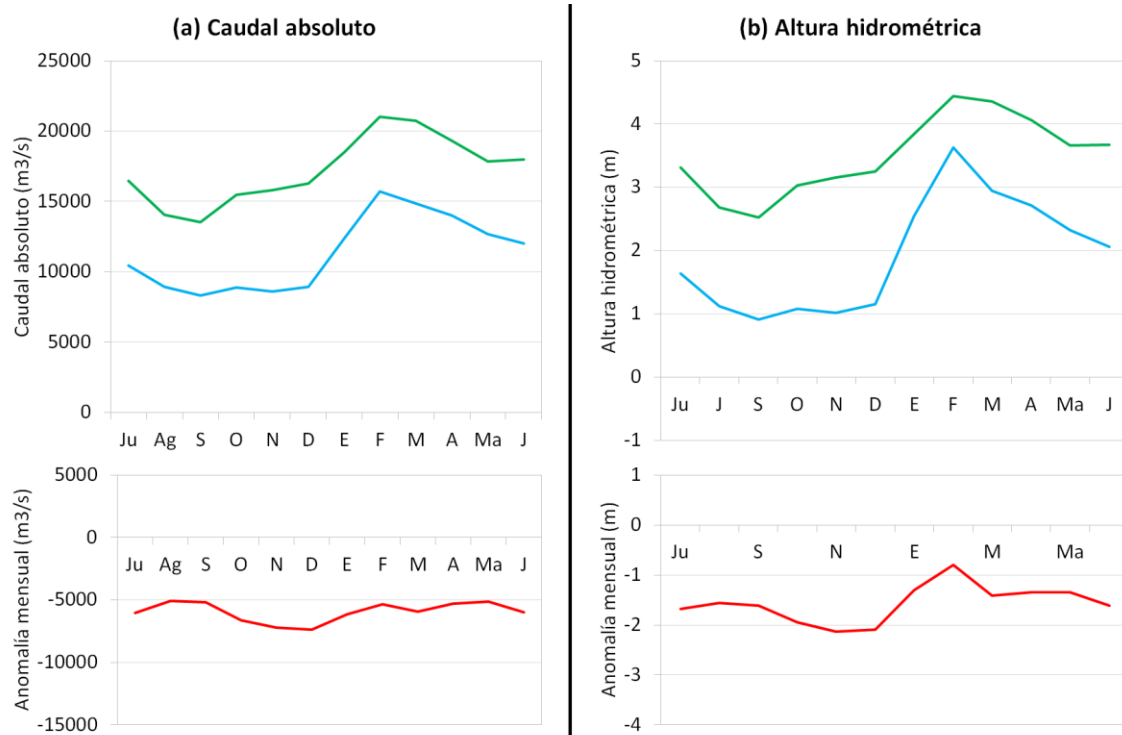
La onda media anual del caudal y la altura hidrométrica del Paraná considerando sólo los episodios de bajantes históricas siguen el mismo comportamiento que el promedio del período 1910-2021 (Figuras 5a y 5b). Sin embargo, los valores en términos absolutos son más reducidos respecto al comportamiento típico durante todo el año. Si bien dicha idea resulta lógica porque el fenómeno de estiaje implica cifras de débitos y niveles del agua por debajo de lo normal, una cuestión de especial interés es la forma que adoptan las curvas de ambas variables hidrológicas, ya que un incremento o disminución de las mismas en la onda media del período 1910-2021 se condice con un crecimiento o decrecimiento de los valores medios para las bajantes extraordinarias.

La estacionalidad promedio del Paraná considerando sólo las bajantes extremas se caracteriza por bajos valores de caudales y alturas hidrométricas en agosto-septiembre, que se incrementan progresivamente hasta llegar a cifras máximas en febrero-marzo, para decaer de manera lenta desde abril hasta septiembre. Como la onda media anual del período 1910-2021 y la de las bajantes históricas son muy similares entre sí, es probable que tales fluctuaciones se vinculen al modo de alimentación del Paraná, cuyo régimen depende exclusivamente de las precipitaciones líquidas. En efecto, ante un déficit pluviométrico prolongado, podría desarrollarse un debilitamiento de los cursos fluviales alimentados por las lluvias, dado que ni las aguas subterráneas serían capaces de mantener por tanto tiempo los caudales y niveles del río, especialmente de aquellos con un abundante transporte de caudal (Pardé, 1933). Por ello, en los gráficos se observa que las variables hidrológicas poseen cifras por debajo de los valores normales que persisten a lo largo del año, incluso en los meses donde las mismas indican un repunte (de diciembre a febrero).

Al examinar las anomalías de la estacionalidad media de las bajantes históricas respecto el promedio 1910-2021, se advierten los momentos del año que normalmente fueron más afectados por el estiaje. En general, los caudales y las alturas del río han

variado por debajo del promedio a lo largo del año entre 5000-6000 m³/s y entre 1-2 metros, respectivamente. Para ambos casos se observa que noviembre y diciembre han sido los meses que sufrieron la mayor intensidad del estiaje. En resumen, las bajantes históricas del Paraná en Corrientes tienen como rasgo principal que los caudales y los niveles del río se mantienen por debajo de lo normal durante todo el año, lo cual resulta interesante a los efectos de poder pronosticar de antemano la variación a través del año en caso de que ocurran bajantes extremas en el futuro.

Figura 5: Onda media anual del caudal (a) y la altura hidrométrica (b) para eventos de bajantes extraordinarias del Río Paraná en Corrientes-Argentina. En cada caso se muestra la onda media anual del período 1910-2021 y las anomalías medias mensuales respecto dicho periodo completo.



Referencias

- Promedio mensual de eventos de bajantes extraordinarias
- Promedio mensual del período completo 1910-2021
- Anomalías medias mensuales para eventos de bajantes extraordinarios respecto al promedio 1910-2021

Conclusiones

En la investigación se analizó el ciclo estacional del Río Paraná en Corrientes-Argentina, tanto para el período 1910-2021 como para eventos de bajantes históricas registradas durante los últimos 111 años. En general, la estacionalidad media de variables hidrológicas del curso fluvial (caudal y altura hidrométrica) para período

completo se caracteriza por máximos a finales del verano (febrero), que disminuyen progresivamente hasta principios de la primavera (septiembre), para luego incrementarse durante dicha estación (octubre-noviembre) y el verano (diciembre-enero). Esta situación se replica para el promedio de los eventos de bajante extraordinaria, aunque los valores en términos absolutos son más reducidos respecto al comportamiento típico durante todo el año, es decir, los débitos y los niveles del río han variado por debajo de lo normal a lo largo del año (alrededor de 5000-6000 m³/s y 1-2 metros menos que el promedio, respectivamente).

Al examinar la onda anual de cada episodio de bajante histórica por separado, se advirtió que entre los nueve eventos identificados hay ciertas similitudes y diferencias en cuanto a la forma de variabilidad anual. Por ejemplo, para seis años se observó que los caudales y las alturas hidrométricas han tenido mayores valores entre febrero y abril y menores entre septiembre y noviembre, mientras que para tres casos la estacionalidad de las mismas variables se caracterizó por dos o tres máximos (uno principal en verano y los otros secundarios en diferentes estaciones del año) y un breve período de estiaje entre el invierno y la primavera.

En relación a la bajante del Paraná durante el año 2020-2021, se detectó que su ciclo anual fue bastante parecido al del episodio de 1967-1968, donde se encuentra un período prolongado de estiaje desde julio hasta diciembre con guarismos alrededor de los 10000 m³/s y 1-2 metros de altura, que se incrementan rápidamente hasta llegar a un máximo en febrero y, luego, disminuyen hasta finalizar el año hidrológico. De acuerdo con tal comportamiento, la bajante de 2020-2021 debe ser considerada como un evento histórico, ya que su estacionalidad se asemeja a la de otra bajante sucedida en el pasado. Por esta razón, el conocimiento del ciclo anual de los débitos y los niveles del río durante bajantes extremas resulta muy útil, en especial para los tomadores de decisiones, a los efectos de poder pronosticar de antemano la fluctuación de variables hidrológicas a través del año en caso de que ocurran bajantes extraordinarias en el futuro.

Referencias bibliográficas

- Administración Provincial del Agua – APA (2021). *Informe Hidrometeorológico. Septiembre 2019 - agosto 2021*. Recuperado de <http://apachaco.gob.ar/site/index.php/datos-hidrometeorologicos/informes>
- Barros, V., Clarke, R. y Silva Días, P. (2006). *El cambio climático en la Cuenca del Plata*. Buenos Aires, Argentina: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), 1° ed.
- Barros, V., y Camilloni, I. (2020). *La Argentina y el cambio climático: de la física a la política*. Buenos Aires, Argentina: Eudeba, 2° ed.
- Berbery, E. H., y Barros, V. R. (2002). The hydrologic cycle of the La Plata basin in South America. *Journal of Hydrometeorology*, 3(6), 630-645.
- Bruniard, E. (1992). *Hidrografía: procesos y tipos de escurrimiento superficial*. Buenos Aires, Argentina: CEYNE.
- Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del Río Paraná – COMIP (2020). *Situación Hidrológica del Río Paraná – Bajante extraordinaria 20/01/2020*. Recuperado de <https://comip.org.ar/wp-content/uploads/2021/01/Informe20-01.pdf>
- Fabre, M. S., Ojeda, A. O., y Tena, M. V. L. (2008). El río Guadalaviar: su comportamiento hidrológico. *Rehalda: Revista del Centro de Estudios de la Comunidad de Albarracín*, (7), 37-52.
- Gómez, C. V. (2020). Las represas internacionales y su influencia en la dinámica temporal del curso medio del Río Paraná. *Párrafos Geográficos*, 19(1), 89-99.
- Gulizia, C., Hannart, A., y Camilioni, I. (2015). Caracterización de la variabilidad temporal de los caudales de los grandes ríos y de la precipitación en la cuenca del Plata. En Saurral (Presidencia), *Hacia una mayor inserción de la meteorología y la oceanografía en la sociedad*. Ponencia llevada a cabo en el XII Congreso Argentino de Meteorología (CONGREGMET XII), Mar del Plata.
- Gulizia, C. y Camilloni, I. (2021). Relationship between rainfall and streamflow in the La Plata Basin: annual cycles, interdecadal and multidecadal variability. *Atmósfera*, *En prensa*. Recuperado de <https://www.revistascca.unam.mx/atm/index.php/atm/article/view/53013>

- Instituto Nacional del Agua – INA (2021). *CUENCA DEL PLATA. Bajante 2021: situación actual y perspectivas*. Recuperado de https://www.ina.gov.ar/archivos/alerta/Situacion_Bajante_2021abr05.pdf
- La Voz (13/07/2021). *La bajante del Paraná, al borde de alcanzar a la de 1944: la peor registrada en la historia*. Recuperado de <https://www.lavoz.com.ar/agro/actualidad/la-bajante-del-parana-al-borde-de-alcanzar-a-la-de-1944-la-peor-registrada-en-la-historia/>
- Meis, M. y Llano, M. P. (2016). Análisis hidroclimático en estaciones centenarias del Río Uruguay y Paraná. *3° Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos*. Encuentro llevado a cabo en Instituto Nacional del Agua – Sede Ezeiza, Buenos Aires.
- Meis, M. y Llano, M. P. (2019). Hydrostatistical study of the Paraná and Uruguay Rivers. *International Journal of River Basin Management*, 17(1), 1-12.
- Pardé, M. (1933). *Fleuves et rivières*. Paris, Francia: Collection Armand Colin, section de Géographie, 5° éd.
- Popolizio, E. y Serra, P. (1980). *Bases fisiográficas para el estudio de las crecientes e inundaciones de la Mesopotamia Argentina*. Resistencia, Argentina: Centro de Geociencias Aplicadas UNNE, Serie C – Investigación Vol.15 N°1-3.
- Saurral, R. I. (2010). The hydrologic cycle of the La Plata Basin in the WCRP-CMIP3 multimodel dataset. *Journal of Hydrometeorology*, 11(5), 1083-1102.
- Servicio Meteorológico Nacional – SMN (04/09/2021). *El NEA, con sequía y excepcional bajante de los ríos*. Recuperado de <https://www.smn.gov.ar/noticias/el-nea-con-sequ%C3%ADa-y-excepcional-bajante-de-los-r%C3%ADos>
- Sistema Nacional de Información Hídrica – SNIH (2021). *Sistema Nacional de Información Hídrica* [Base de datos]. Secretaría de Infraestructura y Políticas Hídricas, Ministerio de Obras Públicas de la Nación. Recuperado de <http://snih.hidricosargentina.gob.ar/>
- Sosa Sarmiento, J. D. (2016). *Análisis de sequías hidrológicas en el Perú* (Tesis de grado). Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Valiente, Ó. M. (2001). Sequía: definiciones, tipologías y métodos de cuantificación. *Investigaciones Geográficas (España)*, (26), 59-80.

Weber, J. F., Dasso, C. M., y Jorquera, E. (2010). Desarrollo y calibración de un modelo hidrológico de simulación mixta. *Mecánica computacional*, 29(39), 4013-4037.