

# ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES ANUALES DE PRECIPITACIÓN EN EL SUROESTE BONAERENSE, ARGENTINA<sup>✓</sup>

Campo, Alicia M.<sup>1,2</sup>; Ramos, María B.<sup>1,3</sup>; Zapperi, Paula A.<sup>1,2</sup>

1 - Universidad Nacional del Sur; 2 – CONICET; 3 - CIC

## Resumen:

En el Suroeste de la provincia de Buenos Aires, las precipitaciones medias varían entre 841,1 mm al Este y 380 mm al Oeste. Las lluvias, no siempre suficientes en los sectores occidentales para el cultivo de secano, otorgan un carácter subhúmedo a esta variedad de clima templado, denominado también de transición. En trabajos anteriores se estudiaron las características de las lluvias según la estación del año en la que se produjeron y se advirtieron importantes diferencias en los montos anuales y mensuales de precipitación para los años analizados. En el área de estudio la actividad agrícola y ganadera es fundamental y se ve fuertemente afectada por estas variaciones. Por lo expuesto, el objetivo del trabajo es analizar las variaciones en el comportamiento anual de las precipitaciones ocurridas en el Suroeste bonaerense para el período 1970-2008.

Se analizaron datos pluviométricos de distintas localidades del área y se realizaron mapas de anomalías con respecto a la media anual de precipitación. Se advirtió que la variabilidad de precipitaciones es característica de la región y que es causada no sólo por factores locales sino que se correlaciona con fenómenos globales.

**Palabras Clave:** precipitaciones, variabilidad anual, Suroeste bonaerense.

## Abstract

In the Buenos Aires' province Southwest, the annual average of precipitations changes between 840 mm in the East and 380 mm in the West. In this area usually the rains aren't enough for the rural activities. Previously, rain's characteristics were studied and important seasonal differences were found. The aim of this research is to analyze the annual precipitations variability in the Southwest of Buenos Aires during the 1970-2008 period. The amounts of precipitations were analyzed and maps that present the behaviour of this variability were made. The precipitations variability is a typical characteristic of this area. Besides the influence of local factors, global events are another cause of these variations.

**Key Words:** precipitations, anual variability, SW of Buenos Aires province.

## Introducción

El agua aportada por las precipitaciones es un recurso esencial para las actividades humanas, en particular para las agrícola-ganaderas. En agosto de 2008, en Argentina, la provincia de Buenos Aires fue declarada bajo emergencia agropecuaria por sequía junto con las provincias de Santa Fe, Córdoba, La Pampa y Chaco. En trabajos previos al

---

<sup>✓</sup> El presente trabajo se realizó en el marco del proyecto de investigación "La Geografía Física del Sur de la provincia de Buenos Aires. Relaciones entre el hombre y el medio natural", 24/G043, subsidiado por SGCyT, UNS. [amcampo@uns.edu.ar](mailto:amcampo@uns.edu.ar)

presente se estudiaron las características de las lluvias según la estación del año en la que se produjeran (Zapperi *et al.*, 2006; Zapperi *et al.*; 2007; Gil *et al.*, 2008) y se advirtieron importantes diferencias en los montos anuales y mensuales de precipitación para los años analizados. Asimismo, el estudio de las lluvias, su variación temporal y efectos sobre distintas actividades es un objetivo de trabajo de varios autores en el país (Krepper *et al.*, 1987; Hoffman, 1989; Sierra *et al.*, 1995; Ravelo *et al.*, 2005; Asbornó *et al.*, 2006; Vergara *et al.*, 2008). Di Leo y Aragón (2001) estudiaron la variabilidad de las precipitaciones de Azul, Buenos Aires y determinaron que allí el mes de marzo es el de menor variabilidad y el que presenta las mayores precipitaciones, en tanto que en los meses invernales se presentan coeficientes de variación más altos. A nivel internacional también existen publicaciones referidas a las causas y consecuencias de la variabilidad de las lluvias. Por ejemplo, Liles (2003) ha trabajado en Nueva Méjico y Wang *et al.*, (2006) ha analizado la influencia de estas fluctuaciones en los balances hídricos para Europa, Africa y América del Sur.

Actualmente, en el Suroeste bonaerense se han producido importantes pérdidas económicas a causa de los bajos rendimientos en las cosechas y la muerte del ganado. Entre los años 1987 y 1988 se produjo un importante déficit de lluvias, lo que demuestra que este tipo de fenómeno meteorológico presenta ciclos de ocurrencia en la zona. Sin embargo, años después los montos de precipitación superaron los valores medios y también se produjeron inconvenientes, aunque de distinto tipo, como por ejemplo la inundación de rutas y caminos vecinales.

Por sus características climáticas, el Suroeste bonaerense está comprendido en la franja planetaria de climas templados con veranos e inviernos bien marcados y primaveras y otoños moderados. A lo largo de esta faja climática se presentan variaciones espaciales en las temperaturas y en las precipitaciones. Ellas guardan relación con la continentalidad, exposición a los flujos de aire dominantes, orientación de la costa y corrientes oceánicas. Los valores medios anuales están comprendidos entre 14 °C y 20 °C. Durante la estación cálida son frecuentes los registros que llegan a valores extremos y superan los 40 °C. Los inviernos suelen presentar marcadas olas de frío que ocasionan perjuicios a la población y las actividades económicas en general. En esta zona donde existe una alternancia permanente de masas de aire de distinta índole, la característica esencial es la variabilidad en las condiciones de tiempo, hecho que se pone de manifiesto en todas las estaciones del año. Las lluvias, no siempre suficientes en los sectores occidentales para el cultivo sin riego, otorgan un carácter subhúmedo a esta variedad de clima templado, denominado también de transición.

El clima templado de transición tiene su origen en el desplazamiento de grandes masas de aire que surgen de los centros de acción del hemisferio Sur: éstos son denominados anticiclón semipermanente del Atlántico Sur y anticiclón semipermanente del Pacífico Sur. El avance o penetración de masas de aire no reviste límites precisos pero genera, en relación con la cordillera de los Andes y la baja térmica del Noroeste, la “diagonal árida argentina”. Este nombre identifica la franja de escasas lluvias que atraviesa en forma sesgada el continente, desde el Norte de Perú hasta la costa patagónica sobre el océano Atlántico (Bruniard, 1982). Esta es una verdadera divisoria climática pues señala el límite e influencia de los vientos húmedos del Atlántico y de las áreas sometidas al régimen de vientos del Oeste (Capelli y Campo, 1994; Campo *et al.*, 2004). En el espacio analizado se verifica una disminución de precipitaciones de Este a Oeste. Por otra parte, las lluvias en la región no sólo están influidas por el desplazamiento de las

masas de aire que surgen de los centros de acción del hemisferio Sur, sino que también se ven alteradas por los fenómenos climáticos que actúan a escala planetaria como por ejemplo El Niño/Oscilación Sur (ENOS).

A su vez, del análisis de las situaciones sinópticas generadoras de lluvia se advirtió que el avance de frentes es la causa que genera la mayor cantidad de precipitaciones. Se identificaron también otras condiciones de inestabilidad derivadas de las altas temperaturas que generan tormentas de masas de aire. El régimen de precipitaciones presenta máximos en primavera y en otoño y mínimos en invierno, sin embargo en los últimos años se observó un incremento en los montos durante los meses de verano, mientras en los meses de otoño el milimetraje tuvo una distribución irregular. Este comportamiento manifiesta las características distintivas de las precipitaciones en los climas dependientes del movimiento de diferentes masas de aire y pone en evidencia la existencia de variaciones espaciales generadas por las condiciones de sitio (Gil *et al.*, 2008). Por ello, el objetivo del presente trabajo es analizar las variaciones espaciales y temporales de precipitación en el Suroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina para el período 1970 - 2008.

### **Área de estudio**

El área de estudio corresponde al Suroeste de la provincia de Buenos Aires (Fig. 1). Según sus características geomorfológicas pertenece a la llanura pampeana, la cual presenta una suave inclinación Norte – Sur desde Sierra de la Ventana hasta la costa. Dentro de este cordón serrano se destaca como mayor altura el Cerro Tres Picos de 1.234 m sobre el nivel del mar. De este sistema nacen cursos fluviales que desembocan sus aguas en el Mar Argentino. Tal es el caso del río Sauce Grande y de los arroyos Sauce Chico y Napostá Grande, este último atraviesa el casco urbano de Bahía Blanca. El declive hacia el mar es salvado a través de rupturas de pendiente, la última de las cuales bordea a la ciudad mencionada.

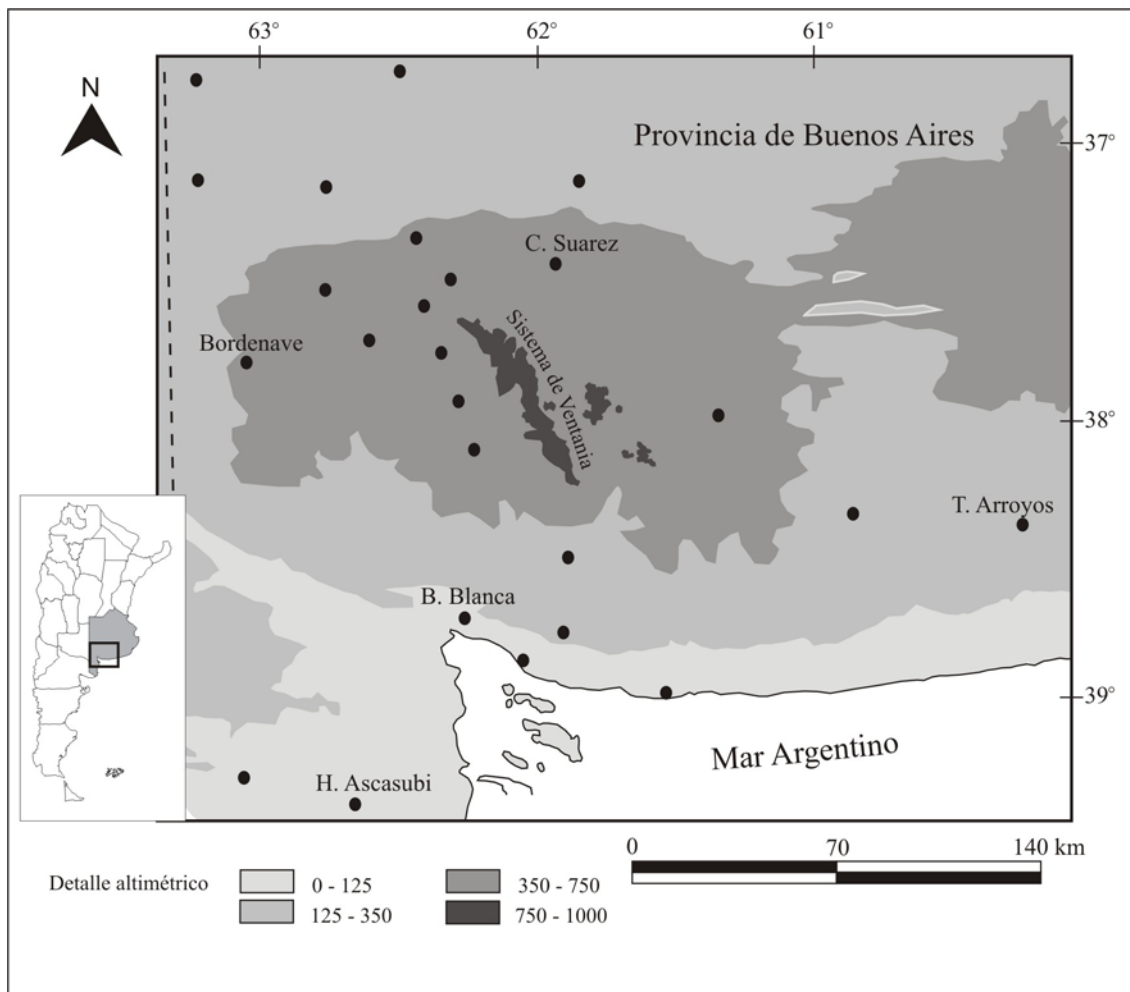


Figura 1. Área de estudio. Localización de estaciones meteorológicas.

## Métodos y materiales

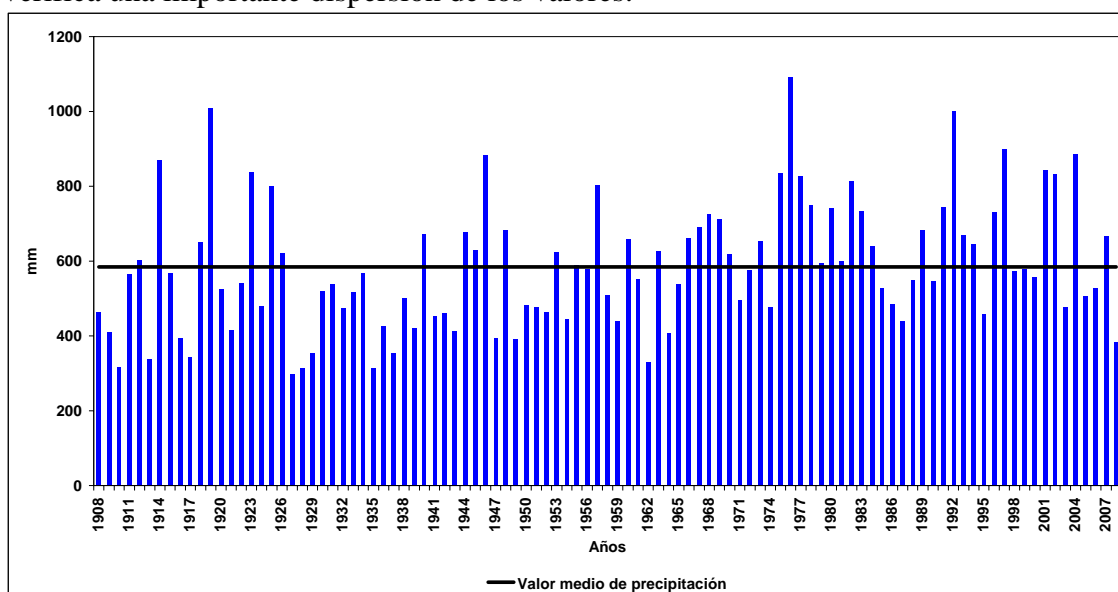
Se utilizaron los datos de distintas estaciones meteorológicas de la región pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional (SMN): Bahía Blanca, Coronel Suárez, Hilario Ascasubi, Pigüé, Tres Arroyos, Bordenave. También se consultaron los datos pluviométricos publicados por la estación experimental de INTA Bordenave que comprende las localidades de Huanguelén, Leubucó, Rivera, Carhué, Arroyo Corto, Espartillar, Saavedra, Dufaur, Goyena, Bordenave, Puan, Casbas, Salliqueló, Cnel. Pringles, Tornquist, Indio Rico, Cabildo, Pehuen Có y Bajo Hondo. Los datos correspondientes a la ciudad de Punta Alta fueron obtenidos de la estación meteorológica perteneciente al Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur. Los datos de precipitación fueron tratados por métodos estadísticos estándar. Para conocer la magnitud de las variaciones en los montos anuales se trabajó con las anomalías con respecto a los valores medios. Estos valores fueron introducidos en un GIS (ArcGIS 9.1) para conocer su distribución espacial en la región.

Por otra parte, a partir de los valores mensuales de precipitación se aplicó el Índice de Precipitación Estandarizado (IPE). Este índice cuantifica las condiciones de déficit o exceso de precipitación en un lugar, para un lapso determinado de tiempo el cual varía, generalmente, entre 1 y 24 meses. Fue desarrollado por McKee *et al.*, (1993) con la

finalidad de mejorar la detección del inicio de las sequías meteorológicas y su ulterior monitoreo. La sequía meteorológica está en función de la precipitación únicamente, sin considerar la temperatura ni las variables del suelo. Para cualquier escala temporal, un período seco comienza cuando el IPE se hace negativo por primera vez y finaliza cuando se torna positivo. En el caso que el IPE sea continuamente negativo y alcance el valor -1 ó menor, se considera que la deficiencia de agua es suficientemente importante como para definir una "sequía meteorológica". La misma puede alcanzar distinta severidad en las diferentes escalas temporales (Skasi *et al.*, 2006). Cuando el valor del IPE sea menor a -2 se trata de un período extremadamente seco (sequía extrema), de -1,50 a -1,99 muy seco (sequía severa), de -1,00 a -1,49 moderadamente seco (sequía moderada), de -0,50 a -0,99 ligeramente seco, entre 0,49 a -0,49 normal, 0,50 a 0,99 ligeramente húmedo, 1,00 a 1,49 moderadamente húmedo, 1,50 a 1,99 muy húmedo, mayor a 2 extremadamente húmedo.

## Resultados y discusión

Los registros pluviométricos de la ciudad de Bahía Blanca dan muestra de la variabilidad en los totales anuales de lluvia caída. En la figura 2 se observa que si bien históricamente hubo años en los que se superaron los 1.000 mm (1919, 1976 y 1992) también se dieron registros con valores menores a los 300 mm como el año 1927 o más recientemente 383 mm en 2008. Si se toma como valor de referencia a la media de precipitaciones anuales para el período de 1908-2008 (584 mm) el 57% de los registros queda por debajo de la misma mientras que el restante 43% lo supera. Esto hecho verifica una importante dispersión de los valores.



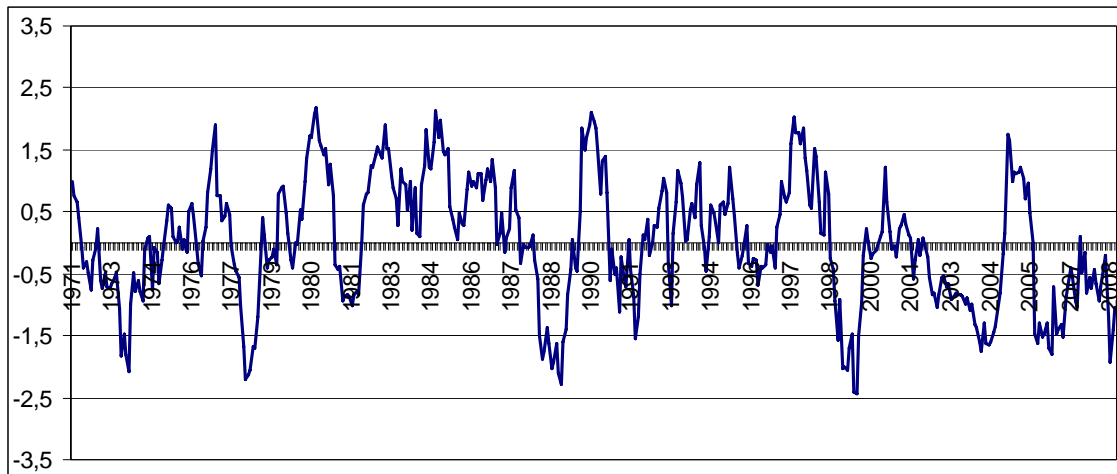
Elaboración propia sobre la base de información del Servicio Meteorológico Nacional

Figura 2. Montos anuales de precipitación para la ciudad de Bahía Blanca (1908 – 2008)

Es de destacar que a la variabilidad temporal se suma la variabilidad espacial en la región del Suroeste bonaerense. Como se dijo anteriormente los rasgos de continentalidad aumentan de Noreste a Suroeste ya que hay una disminución notoria de los montos de precipitación. Así, por ejemplo, en el sector Norte, Coronel Suárez registra valores superiores a los 800 mm anuales y hacia el Este Tres Arroyos 795; en

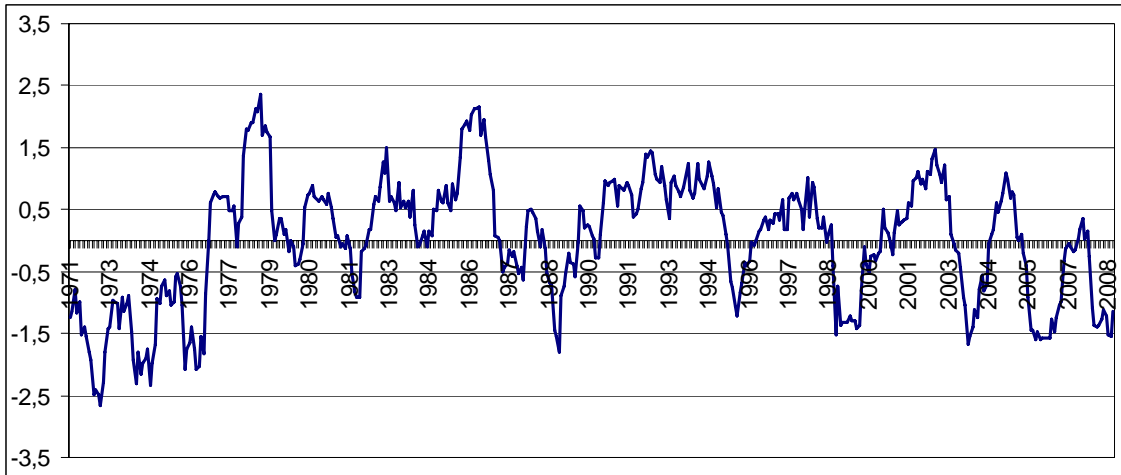
tanto que hacia el Oeste y Sur, Bahía Blanca cuenta con 685 mm y Ascasubi con 524 mm.

En las figuras 3, 4, 5 y 6 se observa la variabilidad temporal de las precipitaciones a través del comportamiento del IPE a escala anual. Se advierte en las graficaciones la alternancia de períodos secos y húmedos para cuatro localidades de la región. Los valores de Hilario Ascasubi son los que menos fluctúan y en general se mantienen constantes en valores que rondan 0 y 1. Para el resto de las localidades se dan coincidencias en los períodos de ocurrencia de estos ciclos húmedos y secos. Hasta noviembre de 1976 los valores del índice son negativos. En el caso de Coronel Suárez y Bordenave el índice clasifica el valor en sequía extrema. A partir de esa fecha comienza un período de mayor humedad en la región. Sin embargo, en Tres Arroyos en el año 1978 el IPE alcanzó valores menores a -2. Esta situación de leve humedad comenzó a profundizarse al comienzo de la década del noventa. Ejemplo de esto son los valores de Bordenave para 1991, año en que los mismos fueron superiores a 2. Estas condiciones de mayor humedad se interrumpen en 1995, cuando el índice toma valores negativos, para volver a ascender hasta 1999, año en que se da un breve período de sequía. Luego existe un aumento del valor del índice pero no llega a ser un período húmedo.



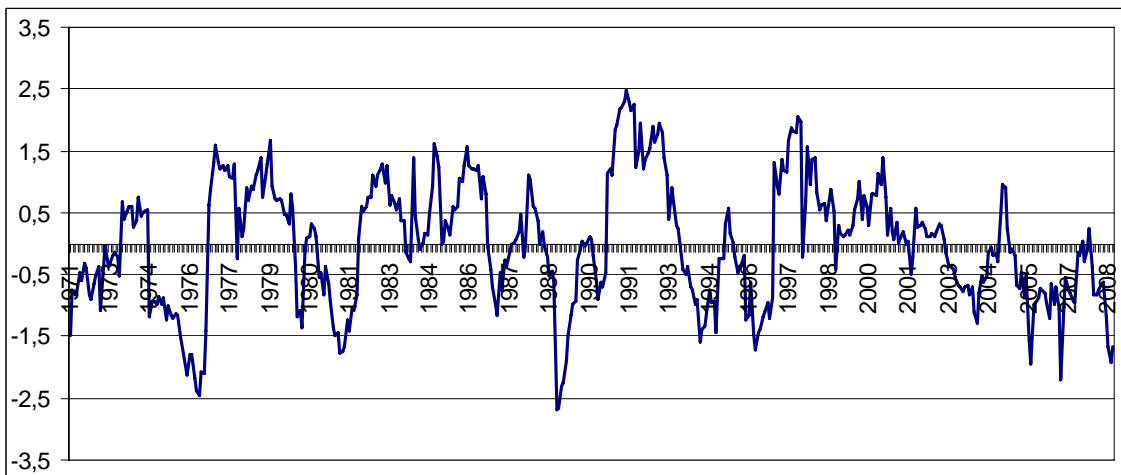
Elaboración propia sobre la base de la información del SMN

Figura 3. IPE a escala anual para Tres Arroyos



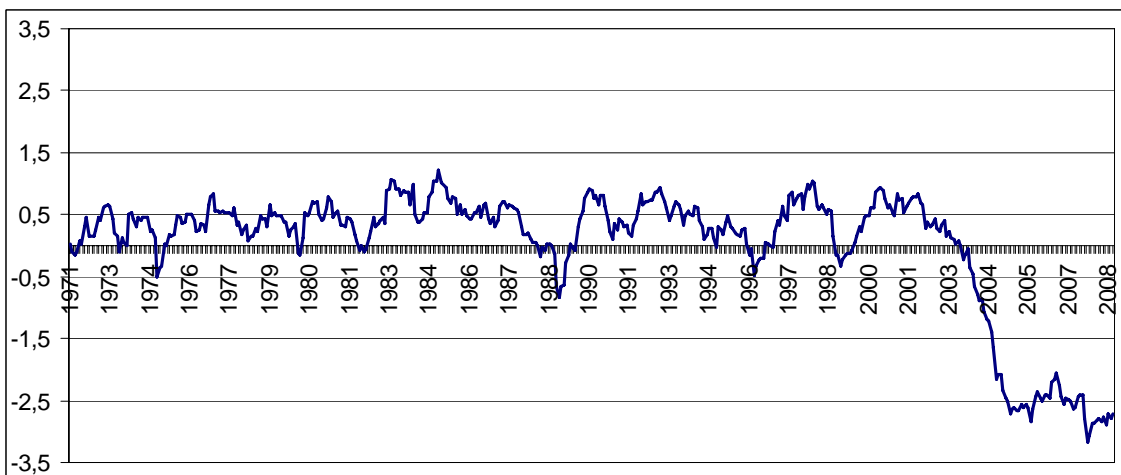
Elaboración propia sobre la base de la información del SMN

Figura 4. IPE a escala anual para Coronel Suárez



Elaboración propia sobre la base de la información del SMN

Figura 5. IPE a escala anual para Bordenave



Elaboración propia sobre la base de la información del SMN

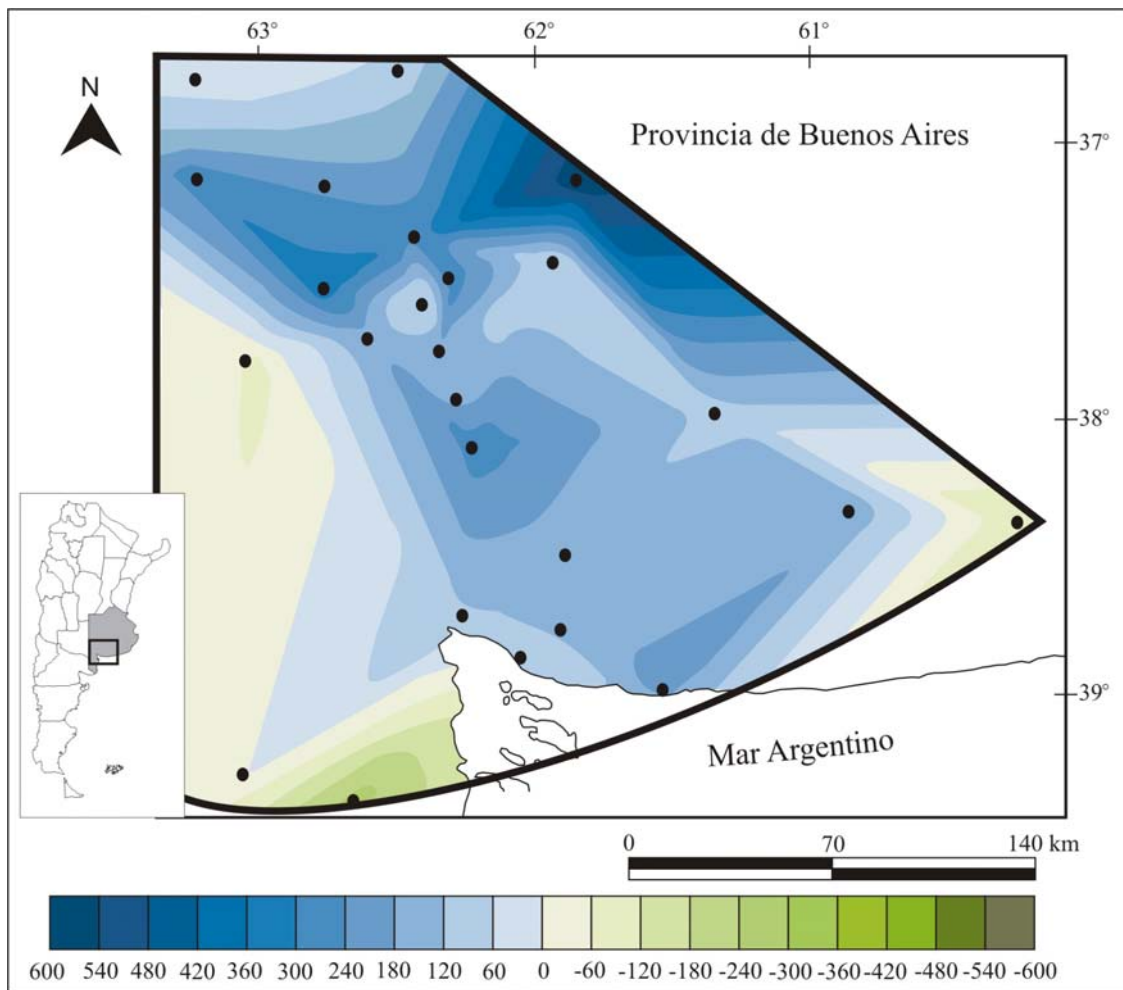
Figura 6. IPE a escala anual para Hilario Ascasubi

En las cuatro estaciones a partir de 2002 se da el comienzo de un período de sequía si bien en Tres Arroyos se corta por los valores positivos del índice para fines de 2005 y principios de 2006. En cuanto a los montos de precipitación 2004 superó la media sin embargo no se revirtió la tendencia de sequía que ya había comenzado.

Si bien sobre el clima de la región las condiciones de sitio tienen fuerte influencia, se advirtió una importante correlación con fenómenos globales, tal es el caso de El Niño/Oscilación Sur (ENOS). Se observa que durante la ocurrencia de períodos húmedos se producen eventos Niño como también eventos Niña mientras se desarrollaban condiciones de sequía. Durante el período seco que tiene lugar hasta 1976 se han reconocido dos eventos Niñas en los años 1973 y 1975. Mientras que los eventos Niño de 1976, 1982 y 1986 quedan englobados en el período húmedo que se dio entre 1976 y 1988 el de los años 1992 y 1997 están comprendidos en el período húmedo de los noventa.

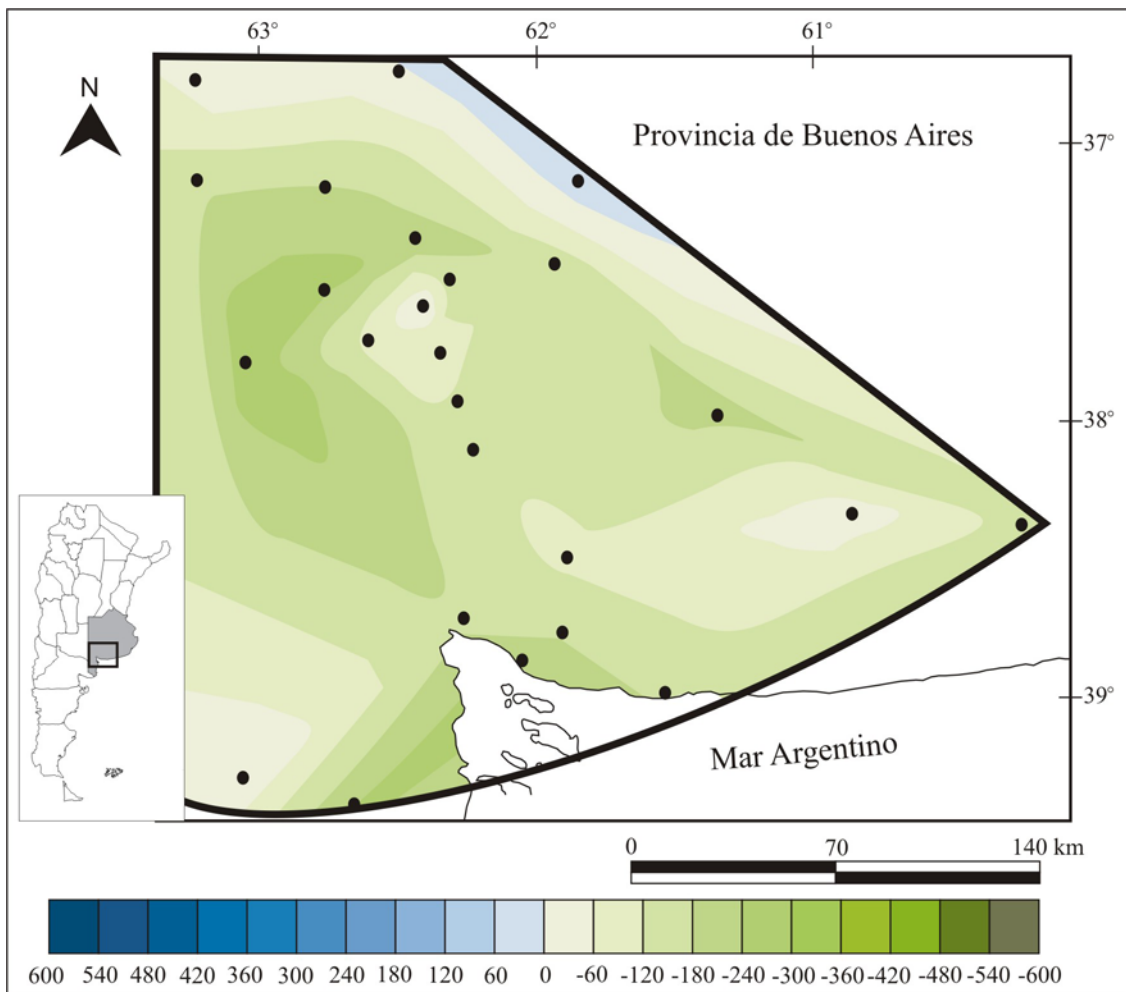
Con respecto a la variabilidad espacial, a modo de ejemplo, se realizaron los mapas de anomalías para los años 2007 – 2008 (Figs. 7 y 8). Para este análisis, se consideraron 25 localidades del Suroeste bonaerense en las que se destaca el año 2007 en que predominaron las anomalías positivas sobresaliendo Huanguelén (586,6 mm), Puán (338,1 mm) y Rivera y Espartillar con 383 mm aproximadamente. Es de destacar que en gran parte de los casos la magnitud de las anomalías de este signo sobrepasa los 100 mm.





Elaboración propia sobre la base de datos del SMN e INTA

Figura 7. Mapa de anomalías de precipitación anual con respecto a la media. Año 2007



Elaboración propia sobre la base de datos del SMN e INTA

Figura 8. Mapa de anomalías de precipitación anual con respecto a la media. Año 2008

En el sector Norte del área de estudio se produjeron los mayores montos de lluvia. Sólo en cinco localidades la precipitación anual de 2007 fue inferior a la media reflejándose en las anomalías anuales: Hilario Ascasubi (-270 mm), Tres Arroyos (-125,5 mm), Bordenave (-82,7 mm) y Salliqueló (-3,8 mm). Este comportamiento negativo tuvo lugar no sólo en el sector occidental del área, donde las precipitaciones suelen ser escasas, sino que también en Tres Arroyos, ciudad que registra la mayor precipitación media anual de la zona. En el año 2008, el signo de las anomalías se invierte. Se acrecienta la falta de agua para las localidades que desde el año anterior tienen tendencia negativa (Bordenave y Ascasubi). Es de destacar que la mayoría de los valores de las anomalías negativas superan los 100 mm ampliamente, principalmente en el sector Oeste del área que llega a los 283 mm en Bordenave. Se observa claramente en el mapa que la tendencia de sequía en lugar de revertirse se ha profundizado. Además de los inconvenientes para el sector agropecuario que esto acarrea, otra problemática que se da en la actualidad a raíz de la sequía es la relacionada con el suministro de agua potable a las ciudades. Para el caso de las localidades de Bahía Blanca y Punta Alta, la cota del embalse desde donde se realiza la provisión de agua, el dique Paso de las Piedras, se encuentra cerca de la cota más baja de su historia. En los últimos meses su volumen disminuyó en un 45% respecto de la última crecida de 2000 (Diario La Nueva Provincia, 13 de noviembre de 2008 y 2 de enero de 2009). Por otra parte los habitantes

de Villa Ventana, en el partido de Tornquist, se movilizaron dado que llegaron a tener sólo una hora de agua por día en sus casas (Diario Clarín, 8 de febrero de 2009).

## Conclusión

A partir del trabajo realizado se concluye que la característica distintiva para el Suroeste bonaerense es la variabilidad de la precipitación, tanto temporal como espacial. Tener conocimiento de este comportamiento oscilatorio es fundamental para la planificación de las actividades que se llevan a cabo en la región. Esto significa que es importante encontrar opciones para la adaptación a estos cambios de manera que se mitiguen los impactos negativos de los mismos.

A su vez, la ocurrencia de las precipitaciones no sólo se ve influida por la variabilidad característica de la región impuesta por el movimiento propio de las masas de aire, sino que fenómenos meteorológicos a escala global también contribuyen a las fluctuaciones periódicas en el monto de las lluvias.

## Bibliografía

- Asbornio M. y Pardi M. 2006. Variación climática de las lluvias registradas en Los Hornos. *La Agrometeorología y el Desarrollo Local* 1ª Edición. Universidad Nacional de La Plata, 1. Agrometeorología CDD 630.251 5. ISBN 950-34-0374-X.
- Campo, A.; Capelli de Steffens, A y Diez, P., 2004. *El clima del Suroeste bonaerense*; Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo. 105 pp.
- Capelli de Steffens, A. y Campo, A., 1994. *La transición climática en el Sudoeste bonaerense*; En: SIGEO, Bahía Blanca; Sección de Investigación del Departamento, U.N.S de Geografía N° 5. 75 pp
- Di Leo, C. y Aragón, A. 2001. *Variabilidad de las precipitaciones de Azul, provincia de Buenos Aires*. Revista Brasileira de Agrometeorología, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 299-303. ISSN 0104-1347
- Diario Clarín, Sociedad, 8 de febrero de 2009. *La sequía ya golpea a las ciudades y seguirá hasta abril*.
- Diario La Nueva Provincia, 13 de noviembre de 2008. *Agua: preocupa la baja tensión de la red*.
- Diario La Nueva Provincia, 2 de enero de 2009. *Paso de las Piedras: hacia la cota más baja*.
- Gil, V.; Zapperi, P.; Campo, A.; Iuorno, Ma.V.; Ramborger, Ma.A. 2008. *Análisis de las precipitaciones de otoño y primavera en el Suroeste bonaerense*. VII Jornadas de Geografía Física. Universidad Católica de Santiago del Estero. San Salvador de Jujuy.
- Hoffmann J., Nuñez S. y Gómez A. 1987. *Fluctuaciones de la precipitación en la Argentina en lo que va del siglo*. II Cong. Interamericano de Meteorología. Buenos Aires
- INTA, Estación Experimental Bordenave, <http://www.inta.gov.ar/bordenave/>
- Krepper C., Sian, B. y Pierini, J. 1987. *Variabilidad de la precipitación en la región sudoccidental pampeana*. II Cong. Interamericano de Meteorología. Buenos Aires, 1987.
- Liles, C. 2003. *Variability in New Mexico-Some Causes and Consequences*. National Weather Service.

- Pérez, M., 2005. *Fluctuaciones extremas de los montos anuales de precipitación en el Nordeste Argentino durante el período 1951/1990*. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Instituto de Geografía. Facultad de Humanidades.
- Ravelo, A.; Irastorza, R., y Zanvetor, R., 2005. *Zonificación de la región pampeana argentina según tendencias de series pluviométricas (1931-2000)*. RADA 2005.
- Scian, B. 1997 Comparación entre el Índice de Precipitación Estandarizado y otros Índices Hidrológicos para la Región Pampeana. Meteorológica. Volumen 22(2):37-47
- Servicio Meteorológico Nacional [www.smn.gov.ar](http://www.smn.gov.ar)
- Sierra, E.; Hurtado, R; Spescha, L.; Barnatan, I., y Messina, C., 1995. Corrimiento de las isoyetas semestrales medias decenales (1941-1990) en la región pampeana. Rev. Fac. Agr. UBA, 15(2-3): 137-143.
- Skansi, M., Núñez, S., Barríos Cáceres, S. y Podestá G. 2006. *Un nuevo producto operacional para monitorear la ocurrencia y duración de períodos secos y húmedos, usando el Índice de Precipitación Estandarizado*. Revista Agrometeorología.
- Vergara, G., Casagrande, G. y Arnaiz J. 2008. *Caracterización agroclimática de las sequías (1970/2005) en tres localidades de la provincia de La Pampa, Argentina*. Agronomía Tropical, Vol. 58(01):77-80
- Wang, D., Anagnostou E. y Wang G..2006. *The effect of sub-grid rainfall variability on the water balance and flux exchange processes resolved at climate scale: the European region contrasted to Central Africa and Amazon rainforests*. Advances in Geosciences, 7, 269–274. SRef-ID: 1680-7359/adgeo/2006-7-269
- Zapperi, P., Casado, A., Gil, V., y Campo, A. 2006. *Caracterización de las precipitaciones invernales en el Suroeste bonaerense*. IV Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense. Universidad Nacional del Sur.
- Zapperi, P.; Ramos, M.; Gil, V. y Campo, A., 2007. *Caracterización de las precipitaciones estivales en el Suroeste bonaerense*. Contribuciones Científicas, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos 68 Semana de Geografía.