Revista Geográfica Venezolana
ISSN: 1012-1617
regeoven@ula.ve
Universidad de los Andes
Venezuela

Ferrelli, Federico
Variabilidad pluviométrica y sus efectos sobre las coberturas del suelo al sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina
Revista Geográfica Venezolana, vol. 58, núm. 1, enero-junio, 2017, pp. 26-37
Universidad de los Andes
Mérida, Venezuela

Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=347753792003

Cómo citar el artículo
Número completo
Más información del artículo
Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Revista GEOGRÁFICA VENEZOLANA | Volumen 58(1)2017 enero-junio
ISSNp 1012-1617 /ISSNe 2244-8853
RECIBIDO: julio, 2016 ACEPTADO: noviembre, 2016
pp. 26–37

Variabilidad pluviométrica

y sus efectos sobre las coberturas del suelo al sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina

Rainfall variability and its effects on land-cover-changes in the south of Buenos Aires province, Argentina

Federico Ferrelli

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Instituto Argentino de Oceanografía. Bahía Blanca, Argentina
fferrelli@criba.edu.ar; **federicoferrelli@gmail.com**

Resumen

En las regiones de clima árido, la variabilidad de las precipitaciones modifica las actividades agropecuarias debido a que los cultivos son generalmente de secano. En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de las fluctuaciones de la precipitación sobre las coberturas del suelo al sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Para ello, se analizaron series mensuales de 3 estaciones meteorológicas (1966-2014) representativas del norte, centro y sur. Además, se aplicó el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI) para determinar períodos normales, secos y húmedos. A partir de entonces, se evaluaron los cambios de las coberturas del suelo mediante el análisis y el procesamiento de productos satelitales MODIS *Land Cover*. Como resultado se observó una alta correlación entre la variación del área de cultivos y pastizales con la cantidad de precipitación. La información generada en este estudio es de importancia para la orientación de futuros planes de manejo sustentable del territorio.

Palabras clave: variabilidad pluviométrica; SPEI; coberturas del suelo.

Abstract

In arid zones, rainfall variability could generate changes in agricultural activities because they are dry-farming. In this context, the aim of this study was to evaluate the effects of rainfall variability on land-cover-changes in the south of Buenos Aires province, Argentina. To carry it out, meteorological data from three stations (north, center and south) were analyzed for the period 1966-2014. Besides, the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) was applied to determine Normal, Dry and Wet periods. Land-cover-changes were evaluated from the analysis of Land Cover MODIS products. As a result, a strong correlation was observed between the crop and grassland area and the amount of annual precipitation. The information generated in this study is useful to guide future plans for sustainable land management.

Key words: *rainfall variability; SPEI; Land-cover-changes.*

1. Introducción

La variabilidad climática es uno de los elementos clave para comprender el funcionamiento de los sistemas naturales y su impacto sobre las actividades humanas. La misma se define como el conjunto de desviaciones de la tendencia climática general o de un estado estacionario. Se refiere a las variaciones del estado medio del clima (tales como la ocurrencia de eventos extremos) en todas las escalas temporales y espaciales. Se la considera como una fluctuación a corto plazo dentro de un cambio climático de mayor duración (Houghton, 2002). Los períodos secos y húmedos son uno de los componentes de esta variabilidad y constituyen los fenómenos climáticos de mayor impacto hidrológico y agropecuario en la región pampeana, Argentina (Bohn *et al.*, 2011).

Particularmente, América del Sur está influenciada por el fenómeno El Niño Oscilación Sur (ENSO), siendo un factor importante de la variabilidad climática y pluviométrica estacional (Aceituno, 1988; Grimm *et al.*, 2000). Existen numerosos trabajos en los que se ha demostrado que Argentina y en particular la región pampeana, presenta períodos lluviosos durante eventos El Niño y secos durante La Niña. Además, hay evidencias de que en la mitad de los estudios realizados, los eventos El Niño son precedidos por La Niña (Grimm *et al.*, 2000; Scian , 2002; Scian *et al.*, 2006; Aliaga *et al.*, 2016; Brendel *et al.*, 2016).

En la región pampeana se han realizado estudios que relacionan la variabilidad pluviométrica y sus impactos sobre las coberturas del suelo (Ferrelli *et al.*, 2012; Aliaga *et al.*, 2016; Brendel *et al.*, 2016). El área de estudio de este trabajo corresponde al sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina). La misma pertenece a las sub-regiones pampeanas de régimen pluviométrico seco y muy seco (Aliaga *et al.*, 2016). En lo referente a la división político-administrativa, está compuesta por los partidos de Villarino y Patagones que ocupan un área de 2,6 millones de hectáreas **(Figura 1)**. La mayor parte del área de estudio corresponde a una zona de cultivos de secano vulnerable a la variación de las precipitaciones; por ello, el objetivo de este estudio fue analizar los efectos de distintos eventos pluviométricos (El Niño y La Niña) sobre las coberturas del suelo, considerando también la evapotranspiración. En este contexto, se destaca que un análisis con datos meteorológicos actualizados y a escala regional, que considere el conocimiento de la dinámica temporal de distintas coberturas del suelo, podría contribuir a mejorar la calidad del ambiente y orientar las políticas destinadas al manejo sustentable del territorio.

2. Materiales y métodos

Se estudiaron series de precipitación correspondientes al período 1960-2014 para tres estaciones meteorológicas representativas del área de estudio, pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional (SMN, Argentina) y al Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina), **(Figura 1)**. La estación Bahía Blanca representó las condiciones del norte, Hilario Ascasubi del centro y Viedma del sur. Las series analizadas fueron diarias y mensuales. Se evaluó la calidad y validez de estos datos teniendo en cuenta la metodología aplicada en los trabajos de Rusticucci y Barrucand (2002), Aliaga *et al.* (2016) y Ferrelli *et al.* (2016). En ellos, se verificó la normalidad, su tendencia

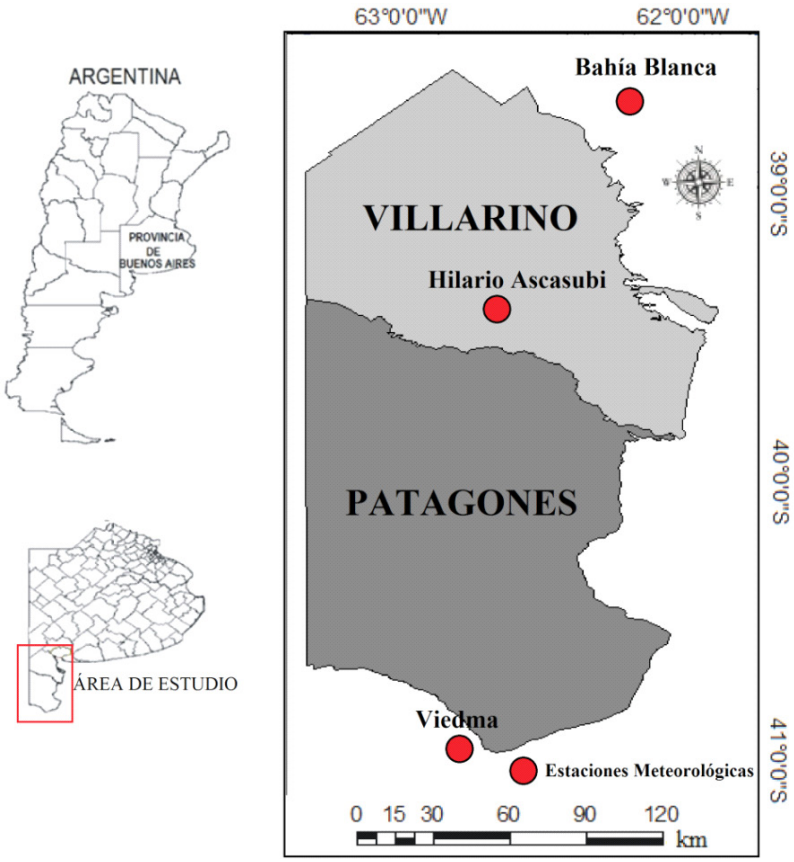

Figura 1 Localización del área de estudio y las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

y consistencia teniendo en cuenta la guía de control de calidad de datos climatológicos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en el Programa de Datos Climáticos de 1984 (Rusticucci y Barrucand, 2002).

Los datos se analizaron con el objetivo de caracterizar la variabilidad pluviométrica. Se calcularon anomalías de precipitación en períodos pluviométricamente distintos. Este análisis se realizó además considerando el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI, Vicente-Serrano *et al.*, 2010). La serie de datos fue obtenida de la página web http://sac.csic.es/spei/home.html para el período 1960-2014 a una escala espacial de 0,5º de longitud y latitud. Este índice considera la precipitación acumulada y la evapotranspiración potencial, por lo que es un buen indicador para estudiar los efectos de los períodos húmedos y secos sobre las coberturas del suelo. El mismo se aplicó en tres escalas temporales: mensual, estacional y anual y permitió caracterizar los años teniendo en cuenta el criterio presentado en el cuadro 1. El mismo se ha aplicado con éxito en otros estudios realizados en Argentina (p.e. Brendel *et al.*, 2016; Bohn *et al.*, 2016). Para su cálculo se consideró la siguiente ecuación:

$$SPEI = W - C0 + C1 + C2W21 + d1W + d2W2 + d3W3'$$

donde W = -2ln (P),
P es la probabilidad de exceder una D determinada, D es la diferencia entre la precipitación y la evaporación potencial, C y d son constantes: C_0 = 2,515517, C_1 = 0,802853, C_2 = 0,010328, d_1 = 1,432788, d_2 = 0,189269 y d_3 = 0,001308 (Vicente Serrano *et al.*, 2010).

Cuadro 1 Categorías del Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI)

SPEI	Clasificación
+2	Extremadamente húmedo
1,5 a 1,99	Muy húmedo
1,0 a 1,49	Moderadamente húmedo
-0,99 a 0,99	Normal
-1,0 a -1,49	Moderadamente seco
-1,5 a -1,99	Muy seco
-2	Extremadamente seco

Fuente: Modificado de Vicente-Serrano *et al.*, 2010

El análisis de la precipitación junto con la aplicación del SPEI permitieron identificar tres eventos: normal (2002), lluvioso (2004) y seco (2008). Los mismos se relacionaron con la ocurrencia e intensidad de eventos El Niño y La Niña, determinados por el Centro de Predicción Climática de Estados Unidos (http://www.cpc.ncep.noaa.gov/) a partir del índice Oceánico El Niño (*Oceanic Niño Index*, ONI). Dicho índice es utilizado por la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, Estados Unidos) para identificar eventos cálidos (El Niño) y fríos (La Niña) en el océano Pacífico tropical. Se calcula considerando la media móvil de tres meses de las anomalías de la temperatura del agua superficial del océano en la franja comprendida entre los 5º N-5º S y los 120ºW-170ºW (región El Niño 3.4), (Centro de Predicción Climática, http://www.cpc.ncep.noaa.gov/).

A partir de este conocimiento, se analizaron los efectos de la variabilidad pluviométrica sobre las distintas coberturas del suelo. Para ello, se procesaron digitalmente los productos MODIS *Land Cover* (MCD12Q1). El mismo contiene varios esquemas de clasificación que describen las propiedades de estas coberturas derivados de las observaciones obtenidas por el Satélite MODIS TERRA durante un año. El esquema identifica 17 clases definidas por el Programa Internacional Geosfera Biosfera (IGBP), que incluye 11 clases de vegetación natural, 3 desarrollados y mosaicos de clases de cobertura, y 3 clases sin vegetación **(Cuadro 2)**. Para simplificar la información presentada las categorías 1-5 se incluyeron bajo la denominación de Bosques. Las imágenes fueron obtenidas del sitio web de LAADS (*The level-1 and atmosphere archive and distribution system*) perteneciente a la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), (https://ladsweb.nascom.nasa.gov/). El período estudiado fue 2001-2008 (integrando los años seco, normal y lluvioso) y su resolución espacial es de 500 m. Las mismas se analizaron con el Software ENVI 4.3 con el que se obtuvieron polígonos correspondientes a cada cobertura. Los mismos fueron exportados en formato vectorial e importados en el Sistema de Información Geográfica *ArcGIS* 9.3 para la elaboración de documentos cartográficos y para el análisis espacio-temporal (mediante cálculos de áreas). Las coberturas más representativas del área de estudio fueron: Cultivos, Tierras Ganaderas, Montes Abiertos y Suelos al Descubierto, por lo que se detalló su análisis temporal y su relación con las variaciones pluviométricas.

Cuadro 2 Clases de cobertura discriminadas por el producto MODIS *Land Cover*

Categoría	Cobertura
0	Cuerpos de agua
1	Bosque siempre verde de hoja acicufoliada
2	Bosque siempre verde de hoja latifoliada
3	Bosque deciduo de hoja acicufoliada
4	Bosque deciduo de hoja latifoliada
5	Bosque mixto (latifoliada - acicufoliada)
6	Monte cerrado (>densidad de árboles)
7	Monte abierto (<densidad de árboles)
8	Sabanas
9	Sabanas arboladas
10	Pastizales
11	Humedales (salitrales)
12	Cultivos
13	Urbano construido
14	Vegetación natural y cultivo
15	Tundra (hielo y nieve)
16	Vegetación aislada
254	Sin clasificar
255	Sin dato

3. Resultados y discusión

El norte del área de estudio presenta una precipitación media anual de 645 mm (estación Bahía Blanca). El SPEI permitió analizar la ocurrencia de eventos secos y húmedos. Los períodos secos más intensos se observaron en el período 1962-1963 (SPEI = -1,64) y en 2008-2009 (SPEI = -2,23). El centro del área de estudio presenta una precipitación de 475 mm anuales. En ella se observó un comportamiento similar al del norte, pero con períodos secos más intensos. La mayor sequía ocurrió en 2008-2009 (SPEI = -1,93). El sur del área de estudio tiene una precipitación media anual de 370 mm. En ella se evidenciaron un mayor número de eventos secos que húmedos. Asimismo, la ocurrencia de estos fue simultánea con el resto del área de estudio, pero con una intensidad mayor **(Figura 2)**. Se coincide con lo expresado por Aliaga *et al.* (2016), quienes establecen que a medida que aumenta la aridez del ambiente pampeano, los períodos húmedos y secos son más intensos.

Del análisis de los períodos secos, húmedos y normales se obtuvo que durante 2000-2014, el año 2002 fue normal (según la clasificación del IEP) y según el índice ONI correspondió con un período El Niño de intensidad débil. En él se observaron registros anuales próximos al valor medio en Viedma (anomalía de -24 mm, año normal según el SPEI) e Hilario Ascasubi (anomalía 23 mm, normal según el SPEI) y más elevados en Bahía Blanca (anomalía 190 mm, Moderadamente Húmedo según el SPEI). En 2004 se produjo un evento El Niño de intensidad moderada, que generó que las precipitaciones anuales fuesen mayores que el valor medio en toda el área de estudio, con anomalías pluviométricas de +252 mm en el norte, +237 mm en el centro y +89 en el sur. El mismo produjo un año lluvioso de intensidad moderada según el SPEI. Finalmente, el año 2008 coincidió con un evento La Niña de intensidad moderada. Durante el mismo, las precipitaciones decrecieron, marcando anomalías negativas de -286 mm en Bahía Blanca, -223 mm en Hilario Ascasubi y -153 mm en Viedma. Según el SPEI, se trató de un año extremadamente seco.

A partir de este conocimiento, se procedió a evaluar los efectos de estas variaciones sobre las coberturas del suelo. De esta manera, en 2004 (año lluvioso), la cobertura de pastizales (áreas ganaderas) y cultivos representaron el 41 % del total del área de

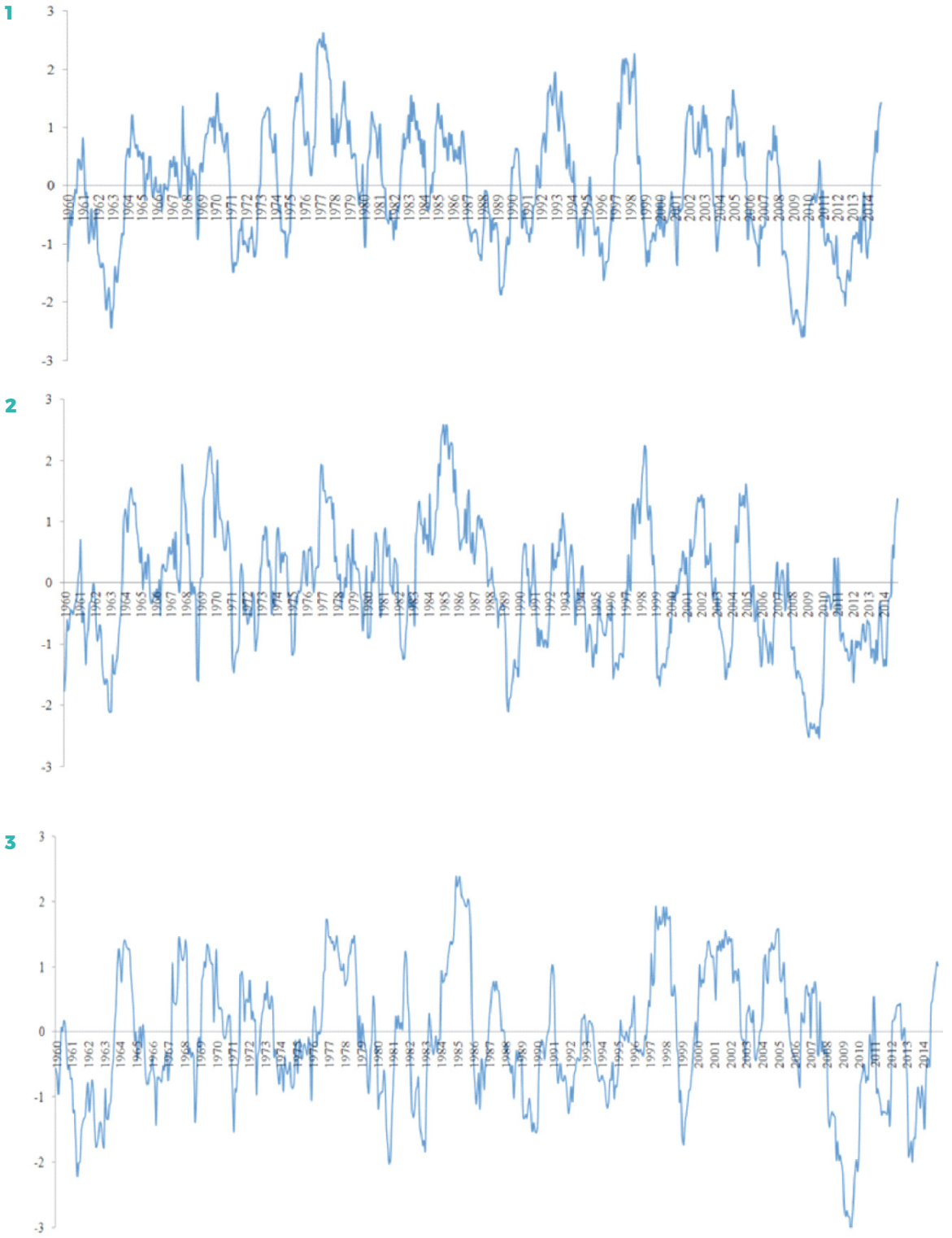

Figura 2 Resultados del SPEI en el **1.** Norte; **2.** Centro y, **3.** Sur del área de estudio

estudio, mientras que la vegetación aislada presentó 0,08 %. Durante este año, se observó un aumento del rendimiento de los cultivos (Brendel *et al.*, 2016). En 2008 (año muy seco) ambas coberturas sólo abarcaron el 9 % y la vegetación aislada el 0,14 % **(Figura 3)**. En 2008 se produjeron procesos intensos de erosión eólica producto de la mayor cantidad de suelos al descubierto (Ferrelli *et al.*, 2012). Durante 2002 (año normal), los cultivos cubrieron 28,2 % y los pastizales 14 % **(Figura 3)**.

En 2008 hubo un incremento significativo de la categoría de monte abierto con respecto a los años anteriores, manifestando 25,9 % frente a una cobertura promedio de 6 % durante los años previos. En el año 2007, se produjo un incremento del monte cerrado. Respecto de este fenómeno, se estima que debido a la resolución espacial de 500 m, la densidad de cobertura arbórea y la continuidad espacial afectaron la determinación de la cobertura. Es decir, la clasificación sobre la imagen satelital tuvo en cuenta que la mayor parte del pixel correspondía a la categoría de montes cerrados. Igualmente, hay evidencia de que durante un período seco se observaron pérdidas de cultivos y en el rendimiento de los mismos, así como también mortandad de ganado (Ferrelli, 2012; Brendel *et al.*, 2016), **(Figura 3)**.

El análisis de las variaciones de las coberturas del suelo se estudió en relación al fenómeno de la sequía y los períodos húmedos. De este modo, se analizaron con especial énfasis las clases más afectadas: cultivos, cultivos y vegetación natural, montes abiertos y pastizales. Los máximos

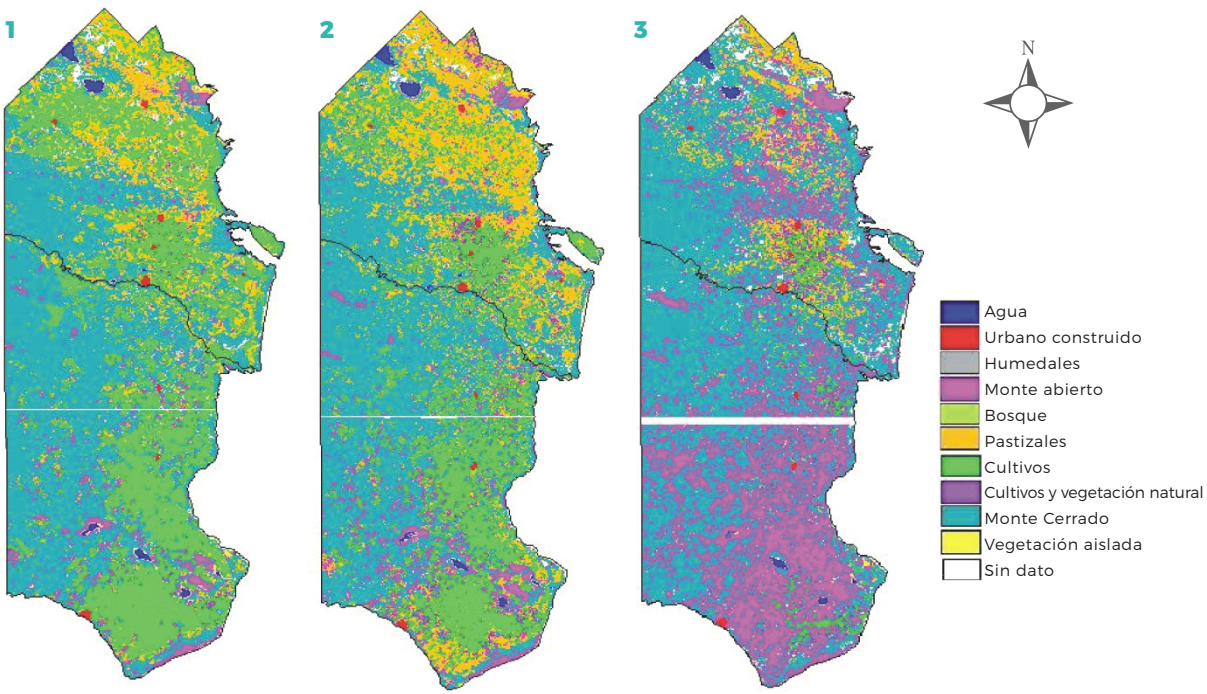

Figura 3 Coberturas del suelo en **1.** 2002 (El Niño Moderado); **2.** 2004 (Año Normal) y, **3.** 2008 (Año La Niña Moderado)

porcentajes de pastizales se encontraron en 2004 (año lluvioso), mientras que los mínimos en 2008 (año muy seco). Los cultivos y vegetación natural tuvieron una tendencia creciente durante el período 2002-2007 y decrecieron en 2008 (año seco). Las coberturas de pastizales y de cultivos mantuvieron una relación con la cantidad de precipitaciones registradas. Las mismas fueron mayores en 2004 y disminuyeron en 2008 **(Figuras 4 y 5)**. Por otro lado, los montes abiertos que representan los suelos expuestos a la erosión eólica presentaron un comportamiento temporal estable durante el período 2002-2007, manteniendo una extensión inferior al 9 % e incrementándose hasta 26 % en 2008 **(Figura 6)**.

Por otro lado, se observó que los cultivos no variaron de manera significativa durante el período 2002-2004, mientras que los pastizales aumentaron la superficie en un 6 % durante el mismo. Tras la comparación entre los años 2002 (normal) y 2008 (muy seco), se detectaron variaciones significativas: los pastizales se redujeron un 7 % y cultivos un 25 %. El mismo fenómeno fue observado entre 2004 (muy lluvioso) y 2008 (seco), donde las variaciones fueron de -17 % en cultivos y -13 % en pastizales.

Del análisis realizado es importante destacar que los eventos secos generan una pérdida del cultivo. La zona de estudio es sensible a la variabilidad pluviométrica. En años anteriores, se observaron pérdidas de superficies sembradas con trigo (cultivos de secano) durante eventos secos (Magrin y Travasso, 1997; Coma, 2010). En otras partes del mundo, se evidencia la pérdida de cultivo como consecuencia de las sequías, lo que demuestra la escasa adaptación de la población a la ocurrencia de eventos extremos pluviométricos (Iglesias *et al.*, 2003; Wandel, 2006). Asimismo, en el área de estudio se extendió la frontera agrícola en años lluviosos. En 1987, la zona de secano se incrementó 1 % y las tierras bajo riego se redujeron. Para el período 1975-1987, la expansión de la frontera agrícola fue menor que en el

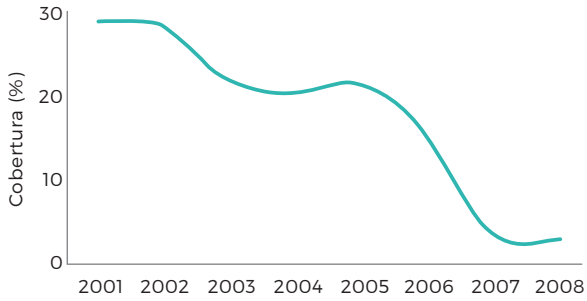

Figura 4 Variación temporal de los cultivos durante el período 2001-2008

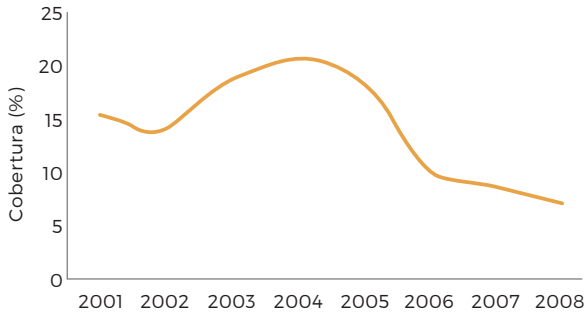

Figura 5 Variación temporal de las tierras ganaderas durante el período 2001-2008

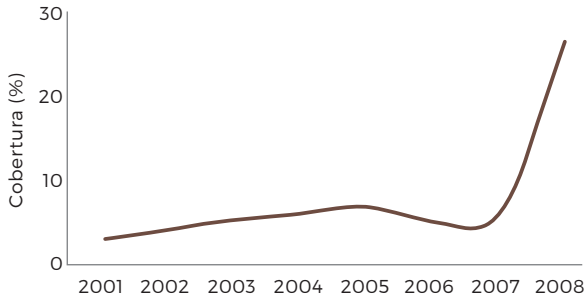

Figura 6 Variación temporal de montes abiertos y suelos al descubierto durante el período 2001-2008

período 1987-2005, en donde el área agrícola se extendió un 9 %. Entre 1975-2005, la zona de secano se incrementó 6 % sobre el área de montes debido a la expansión agrícola (Dumrauf, 2008).

En 1975, el área de cultivo en el partido de Patagones ocupó el 31,1 % del total de su superficie. En 1987 aumentó el área y superó el 45 %, mientras que en 2005, el porcentaje cubierto por cultivos fue de 60,7 %. Simultáneamente, se observó una disminución progresiva del monte nativo, el que redujo su superficie de 65,4 % en 1975 a 35,3 % en 2005 (Dumrauf, 2008). La mayor expansión correspondió a los cultivos de secano y bajo riego debido la construcción de canales de riego.

En años lluviosos se generó una disminución de los montes nativos. Los procesos de desmontes mecánicos ocasionaron la reducción de la biomasa arbustiva y aumentó la accesibilidad forrajera de pasturas para la cría del ganado y la implementación de cultivos (Pezzola *et al.,* 2004). Hay evidencia de que la biomasa del bosque del área de estudio se degradó a una tasa media anual de 3,7 %. Como consecuencia, se incrementaron los procesos de erosión eólica y se produjo un deterioro de la textura, composición química y desaparición del horizonte fértil (Pezzola *et al.,* 2004).

Finalmente, es destacable que la sequía ocurrida durante 2008-2009 fue la más intensa del período 1922-2009 (Ferrelli *et al.,* 2011). La misma ocasionó consecuencias sociales, económicas y medio ambientales. Son ejemplos la reducción de la demanda de mano de obra en las áreas rurales, pérdidas de cultivos y mortandad de ganado por falta de agua y aumento de la vulnerabilidad a procesos de erosión eólica (Ferrelli *et al.,* 2012).

4. Conclusiones

La aplicación del SPEI permitió conocer la sucesión de años pluviométricamente distintos en un área que se caracteriza por ser seca y tener tendencia a la aridez. El mismo permitió establecer tres eventos distintos: normal, seco y húmedo. Los mismos mantuvieron relación con la ocurrencia de eventos El Niño y La Niña.

Al considerar la evapotranspiración, el índice resultó útil para analizar las variaciones de las coberturas del suelo en un área que tiende a expandir las fronteras agrícolas durante eventos lluviosos. Se observó una coincidencia entre la disminución de la precipitación con la disminución del área cultivada. En contraposición, cuando la precipitación fue mayor, se observó un aumento del área de montes abiertos y suelos propensos a la erosión eólica.

Los productos satelitales MODIS *Land Cover* resultaron de gran utilidad al momento de analizar las variaciones de las distintas coberturas del suelo. Se profundizó el estudio de los cultivos, las áreas ganaderas y los suelos al descubierto dado que fueron las coberturas que se relacionan directamente con las principales actividades económicas del área de estudio. Se observó una clara relación entre la variación de éstas con las fluctuaciones pluviométricas y las del SPEI.

Del estudio realizado se concluye que la alternancia de períodos secos y húmedos genera una variación de las coberturas del suelo. La misma ha causado la reducción del bosque nativo, la pérdida de biodiversidad y la generación de áreas expuestas a procesos erosivos. Además, hay evidencias de que los rendimientos y el porcentaje de área sembrada mantienen una estrecha relación con

la cantidad de precipitación. Por lo tanto, para preservar la biodiversidad, mejorar la calidad ambiental y preservar el desarrollo de actividades agropecuarias de una región, es de suma importancia el conocimiento de la variabilidad pluviométrica. La información generada en este trabajo es relevante para la generación de futuros planes de manejo sustentable del territorio.

5. Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, Argentina). Además, al Servicio Meteorológico Nacional y al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria por la información pluviométrica. También al LAAD por la información satelital analizada en este trabajo. Finalmente, se destaca la colaboración de la Dra. María Cintia Piccolo y la Dra. Vanesa Yael Bohn para la obtención y el análisis de los resultados.

6. Referencias citadas

ACEITUNO, P. 1988. «On the functioning of the Southern Oscillation in the South American sector. Part I: Surface climate». *Monthly Weather Review*, 116: 505-524.

ALIAGA, V.; FERRELLI, F.; ALBERDI ALGARAÑAZ, E. D.; BOHN, V. Y. y M. C. PICCOLO. 2016. «Distribución y variabilidad de la precipitación en la región pampeana argentina». *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 42(1): 261-280.

BOHN, V. Y.; PICCOLO, M. C. y G. M. E. PERRILLO. 2011. «Análisis de los períodos secos y húmedos en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina)». *Climatología*, 11: 31-43.

BOHN, V. Y.; DELGADO, A. L.; PICCOLO, M. C. & G. M. E. PERILLO. 2016. «Assessment of climate variability and land use effect on shallow lakes in temperate plains of Argentina». *Environmental Earth Science*, 75: 1-15.

BRENDEL, A. S.; BOHN, V. Y. y M. C. PICCOLO. 2016. «Variabilidad de la precipitación y su relación con los rendimientos agrícolas en una región semiárida de la llanura pampeana (Argentina)». *Estudios Geográficos*, (en prensa).

COMA, C. 2010. *Trigo en el área de la EEA INTA BORDENAVE*. Informe Técnico. 1-19. Buenos Aires, Argentina.

DUMRAUF, M. V. 2008. *Evolución de la Frontera agrícola en los partidos de Villarino y Patagones, período 1975-2005 y su implicancia en el deterioro ambiental*. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. Tesis de grado de licenciatura en Geografía. Bahía Blanca, Argentina.

FERRELLI, F.; BOHN, V. Y. y M. C. PICCOLO. 2011. «Aplicación de geotecnologías al estudio de las precipitaciones y su relación con las coberturas del suelo (Pcia de Buenos Aires, Argentina)». *GeoFocus: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica,* 11: 355-74.

FERRELLI, F.; BOHN, V. y M. C. PICCOLO. 2012. Variabilidad de la precipitación y ocurrencia de eventos secos en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *IX Jornadas Nacionales de Geografía Física*. 15-28. Argentina.

FERRELLI, F.; BUSTOS, M. L.; PICCOLO, M. C.; HUAMANTINCO CISNEROS, M. A. y G. M. E. PERILLO. 2016. «Downscaling de variales climáticas a partir del Reanálisis NCEP/NCAR en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina)». *Papeles de Geografía*, 62, número abierto. (En prensa).

GRIMM, A. M.; BARROS, V. R y M. E. DOYLE. 2000. «Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events». *Journal of Climate*, 13: 35-58.

HOUGHTON, D. D. 2002. *Introduction to climate change: Lecture notes for meteorologists.* WMO-No. 926. Secretariat of the World Meteorological Organization Geneva, Switzerland.

IGLESIAS, E.; GARRIDO, A. & A. GÓMEZ-RAMOS. 2003. «Evaluation of drought management in irrigated areas». *Agricultural Economics,* 29: 211–229.

MAGRIN, G. y M. TRAVASSO. 1997. Potencial de producción del cultivo de trigo en la Región Pampeana argentina, *Reunión de Planificación Estratégica de Trigo*. Buenos Aires, Argentina.

NATIONAL WEATHER SERVICE. Cold and warm episodes by season. Disponible en: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/ [Consulta: 19 de junio de 2016].

PEZZOLA, A. ; WINSCHEL, C. y R. SANCHEZ. 2004. *Estudio multitemporal de la degradación del monte nativo en el partido de Patagones- Buenos Aires*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Hilario Ascasubi, Argentina.

RUSTICUCCI, M. M. y M. G. BARRUCAND. 2002. «Climatología sobre temperaturas extremas en la Argentina. Consistencia de datos. Relación entre la temperatura media estacional y la ocurrencia de días extremos». *Meteorológica*, 26(1-2): 65-79.

SCIAN, B. 2002. «Variabilidad de las condiciones hídricas en la región semiárida pampeana, Argentina». *GEOACTA*, 27: 30-52.

SCIAN, B.; LABRAGA, J. C.; REIMERS, W. y O. FRUMENTO. 2006. «Characteristics of large-scale atmospheric circulation related to extreme monthly rainfall anomalies in the Pampa Region, Argentina, under non-ENSO conditions». *Theoretical Applied Climatology*, 85: 89-106.

THE LEVEL-1 AND ATMOSPHERE ARCHIVE & DISTRIBUTION SYSTEM (LAADS). DISTRIBUTED ACTIVE ARCHIVE CENTER (DAAC), NASA. Disponible en: https://ladsweb.nascom.nasa.gov/ [Consulta: 8 de abril de 2016].

VICENTE-SERRANO, S. M.; BEGUERÍA, S. & LOPEZ-MORENO, AND J. I. 2010. «A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration, Index». *Journal of Climate,* 23(7): 1.696-1.718.

WANDEL, J. 2006. «Adaptation, adaptive capacity and vulnerability». *Global Environmental Change*, 16: 282-292.

Lugar y fecha de finalización:
Bahía Blanca, Argentina: julio, 2016