



ID de la contribución : 35

Tipo : no especificado

Análisis temporal de la susceptibilidad hídrica en la cuenca inferior de Río Negro.

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas son sistemas socioecológicos vulnerables ante la ocurrencia de eventos extremos (Brendel et al., 2017). Uno de los factores naturales más influyentes en la hidrología regional es la variabilidad climática con la alternancia de ciclos secos, normales y húmedos (Bohn et al., 2011; Brendel et al., 2017; Lu et al., 2020). La extensión de las zonas susceptibles a anegarse depende del régimen de precipitación y de las características del terreno y el uso de la tierra (Olivera et al., 2011).

En la literatura internacional se han realizado estudios para la delimitación exitosa de zonas sensibles a inundación o anegamiento. Olivera et al. (2011) delimita las áreas más susceptibles a anegarse en la cuenca de Guanabo (Cuba) con la aplicación de una evaluación multicriterio que conjuga características del terreno y datos pluviométricos. En Argentina, Bohn et al. (2011) identifican los periodos secos y húmedos en el suroeste de la provincia de Buenos Aires y correlacionan la extensión areal de lagunas someras de la región con la precipitación durante periodos secos, normales y húmedos. En 2020, Ferrelli realizó un estudio sobre variabilidad climática y sus efectos sobre las coberturas del suelo en seis cuencas hidrográficas de Argentina.

El área de estudio corresponde al sector inferior de la cuenca hidrográfica del Río Negro, en la Patagonia Argentina. A pesar de su carácter semiárido existen, para la región, reportes de inundaciones durante los últimos 120 años (Pérez Morando, 2005). Actualmente, en el lugar está habitado y es de interés económico. Sin embargo, no existen trabajos publicados actualizados que delimiten las zonas hídricamente susceptibles durante diferentes situaciones pluviométricas. Por ello, el objetivo del estudio es analizar la variación temporal de la susceptibilidad hídrica, sobre la base de una metodología previamente desarrollada para situaciones climatológicas normales (García Bu Bucogen et al., 2021), teniendo en cuenta los factores físico – geográficos de la cuenca inferior de Río Negro.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio incluye el sector inferior de la cuenca del Río Negro, Argentina. La zona está localizada entre los 40° - 41° S y 63° - 64° O, en el noreste de la región patagónica (Figura 1). Abarca ~2000 km², desde la localidad de Primera Angostura hasta el Océano Atlántico (SSRH-INA, 2002). Las unidades administrativas comprendidas en el lugar son Adolfo Alsina, Conesa (provincia de Río Negro) y Carmen de Patagones (provincia de Buenos Aires). La región posee 60.069 habitantes (INDEC, 2010).

Figura 1. Área de estudio: a) cuenca inferior del río Negro; b) localización relativa del área de estudio.

Los suelos del área son del orden de los Aridisoles, Entisoles y Fluviosoles (Coronato et al., 2017; Morello et al., 2012). En cuanto a la topografía, predominan los ambientes llanos y de mesetas (ECYT-AR, 2014). El clima es semiárido transicional a árido de estepa con una temperatura media anual de 15 °C y precipitaciones de 300 mm (Morello et al., 2012). La vegetación herbácea y cultivos intensivos bajo riego son las coberturas del suelo dominantes (SAGyP-INTA, 1990). Las actividades económicas que se desarrollan en el área son la agricultura, ganadería y turismo (ECYT-AR, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis de la variación temporal de la susceptibilidad hídrica, se aplicó la metodología de estimación de susceptibilidad hídrica desarrollada previamente (García Bu Bucogen et al., 2021) para el área con condiciones climáticas promedio. Se definieron periodos secos, húmedos y normales mediante el análisis de las

categorías del Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI) (Vicente-Serrano et al., 2010) (<http://spei.csic.es>) (Resolución 0.5°). La escala empleada fue la del SPEI de 12 meses, que es la recomendada para trabajar con humedales y/o cobertura de agua superficial (Bohn, 2011). La selección de las imágenes satelitales correspondió a los períodos previamente identificados. Los datos satelitales correspondieron a la base de datos de libre acceso del Servicio Geológico de Estados Unidos (en inglés, USGS) (<http://earthexplorer.usgs.gov>). El detalle de los mismos se brinda en la Tabla 1.

Tabla 1. Detalles referentes a las imágenes satelitales trabajadas, las mismas un nivel de procesamiento 2 (USGS, 2021).

La figura 2 describe la metodología empleada para identificar la cobertura de agua en la zona de estudio. Las características del terreno se obtuvieron de bases de datos previamente publicados por organismos oficiales:

a) Unidades Geomorfológicas (E: 1:500 000), Drenaje del suelo (E: 1:500 000), Textura del suelo (E: 1:500 000): Carta de Suelos de la República Argentina del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (SAGyP-INTA, 1990);

b) Relieve (E: 1:250 000), e Infraestructura de Datos Espaciales de Centros poblados (E: 1:250 000): de Infraestructura de Datos Espaciales del IGN (2017);

Figura 2. Metodología para la identificación de la cobertura de agua con el empleo de productos satelitales.

La susceptibilidad hídrica se estimó para los periodos secos, normales y húmedos previamente definidos mediante el índice climático SPEI, con la aplicación de una evaluación multicriterio. La jerarquización y posterior asignación de pesos se obtuvo en base al criterio de expertos previamente publicados para ambientes similares al área de estudio (Olivera Acosta et al., 2011 y Carrascal et al., 2018, García Bu Bucogen et al., 2021). La ecuación 1, propuesta por Olivera Acosta (2011) y aplicada en García Bu Bucogen et al. (2021), se empleó para calcular la suma lineal de la ponderación de cada criterio:

SUSCEPTIBILIDAD (S) = (Peso (P) 1 * variable (V) 1) + (P2 * V2) +... (PN * VN) (Ecuación 1)

donde los P ponderados fueron multiplicados por las ponderaciones correspondientes a las variables (V) (Ecuación 1). La cartografía de los resultados y porcentaje del área ocupada por cada categoría de susceptibilidad se calculó con el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) QGIS (QGIS.org).

RESULTADOS

Selección de imágenes para los periodos secos, normales y húmedos.

De acuerdo a los valores del SPEI y a la disponibilidad de imágenes, se seleccionaron y procesaron 12 imágenes satelitales correspondientes a las fechas descriptas en la Tabla 2. Los meses de enero de 2010, mayo de 2013, agosto y octubre de 2009, fueron elegidos para representar condiciones secas (Figura 3a). Los valores del SPEI durante el verano, invierno y primavera presentaron valores de SPEI inferiores a -2,00 (condiciones extremadamente secas); mientras el otoño fue moderadamente seco.

Los meses de enero, mayo, julio y septiembre de 2019 fueron seleccionados para representar condiciones hídricas normales (Figura 3b). En cambio, el 2015 fue elegido para estudiar un régimen más húmedo (Figura 3c). Hasta agosto de este año, las condiciones fueron extremadamente húmedas y muy húmedas para el resto del periodo.

Figura 3. Categorías y duración de SPEI: (a) periodo seco, (b) periodo normal y (c) periodo húmedo.

Susceptibilidad hídrica estacional según el periodo pluviométrico.

Tras la selección de las imágenes satelitales, las mismas fueron procesadas digitalmente de acuerdo a la metodología descripta en la figura 2 y la ecuación (1), previamente enunciada por García Bu Bucogen et al. (2021), para la estimación de la susceptibilidad. Como resultado, se halló que la extensión de las áreas no susceptibles y con susceptibilidad baja fueron similares en los tres periodos de estudio y durante todas las estaciones del año. Las diferencias en cuanto a la extensión de las subzonas con susceptibilidad alta y media fueron advertidas en la mayoría de los periodos de estudio. El verano fue la estación con menos contrastes espaciales en cuanto a la extensión de las superficies con susceptibilidades media y alta (1,2 % del área total tuvo susceptibilidad alta) (Figura 4a). Se hallaron diferencias superficiales en zonas con susceptibilidad media y alta durante condiciones secas y húmedas para el resto de las estaciones (Figura 4 b, c y d).

Figura 4. Distribución en porcentaje del área de estudio de las subzonas de susceptibilidad hídrica media y alta. (a) verano, (b) otoño, (c) invierno y (d) primavera.

El otoño fue la estación en la cual se evidenciaron las diferencias más importantes en cuanto a la susceptibilidad entre periodos secos y húmedos (Figura 4b). La superficie con susceptibilidad alta fue del 0.9 % (24,7 km²) en condiciones secas. Mientras, para épocas húmedas, el área con susceptibilidad alta fue el 2.2 % (61,1 km²). Las figuras 5b y c muestran el desarrollo de pequeñas lagunas y cursos de agua durante los periodos normal y húmedo de la temporada otoñal. Mientras, en el mapa de susceptibilidad hídrica correspondiente al periodo

seco (Figura 5a), se observa la reducción y desaparición de estas extensiones, razón por la cual decrece el área con susceptibilidad alta.

Figura 5. Subzonas de susceptibilidad hídrica en la cuenca inferior del Río Negro durante la estación otoñal. (a) periodo seco, (b) periodo normal y (c) periodo húmedo.

La localidad de Zanjón de Oyuela (Figura 1) posee una susceptibilidad hídrica alta durante condiciones húmedas, esta situación no se repite en otros períodos. Viedma, La Boca, General Vitter, General Simone, Cubanea y Primera Angostura (Figura 1) están localizados en zonas de susceptibilidad media. Carmen de Patagones está en un área de susceptibilidad baja. La extensión areal promedio de las zonas con susceptibilidad media y alta fue del 46.6% (1304 km²) del área estudiada.

CONCLUSIONES

El principal aporte del trabajo es la adición de la variable temporal a la metodología previamente desarrollada para el estudio de situaciones normales de susceptibilidad hídrica en el área de estudio (García Bu Bucogen et al., 2021). El uso de datos de libre acceso en esta investigación permite la actualización constante de los resultados, así como también la realización de estudios retrospectivos. El estudio demuestra que existe un efecto del balance hídrico de la región (representado por el SPEI, a escala 12 meses) sobre las extensiones susceptibles a inundarse. El aumento de dicha susceptibilidad se manifestó a través del desarrollo de pequeñas lagunas y modificaciones a lo largo del curso de agua principal. En cambio, durante la época de sequía, estas extensiones de agua no se desarrollan o disminuyen su extensión. Este comportamiento fue más significativo durante las estaciones de otoño, invierno y primavera. Las mayores diferencias superficiales entre las distintas categorías de susceptibilidad hídrica se hallan durante la temporada otoñal. En particular, la localidad de Zanjón de Oyuela posee una susceptibilidad alta durante condiciones húmedas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional del Sur y al CONICET. Los autores reconocen, también, por la provisión de datos de libre acceso a las siguientes instituciones y/o proyectos: National Aeronautics and Space Administration (NASA), el Langley Research Center (LaRC), al Servicio Geológico de Estados Unidos (en inglés, USGS), al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), a la Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SRHN) y al Instituto Geográfico Nacional (IGN).

BIBLIOGRAFÍA:

Bohn, V. Y, Piccolo, M. C & Perillo, G. M. E. (2011). Análisis de los periodos secos y húmedos en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista de Climatología*, Vol. 11, pp 31-43. ISSN 1578-8768.

Brendel, A. S., Bohn, V. Y & Piccolo, M. C. (2017). Variabilidad de la precipitación y su relación con los rendimientos agrícolas en una región semiárida de la llanura pampeana (Argentina). *Estudios Geográficos*, Vol. LXXVIII (282), pp. 7-29. doi: 10.3989/estgeogr.201701

Carrascal, C. N., Bohn, V. Y., Piccolo, M. C. & Perillo, G.M.E. (2018). Análisis de la susceptibilidad hídrica en una cuenca de llanura (Buenos Aires, Argentina). XII Jornadas Nacionales de Geografía Física Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Red Argentina de Geografía Física, Trelew, Argentina.

Coronato, A., Mazzoni, E., Vazquez, M., & Coronato, F. (2017). Patagonia: una síntesis de su geografía física (1^{ra} ed.). UNPA Edita. ISBN 978-987-3714-40-5

García Bu Bucogen, G., Piccolo, M. C. & Bohn, V. Y (2021). Estimación de la susceptibilidad a inundaciones en la cuenca inferior de Río Negro (Argentina). *FINISTERRA*, en prensa.

ECYT-AR. (2014). Instituto de Desarrollo del Valle Inferior del Río Negro «Comandante Luis Piedra Buena». La enciclopedia de ciencias y tecnologías en Argentina. Consultado el 20 de noviembre de 2020.

https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Instituto_de_Desarrollo_del_Valle_Inferior_del_Rio_Negro_«Comandante_Luis_Piedra_Buena»

Farr, T.G., Rosen P.A., Caro, E., Crippen R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paller, M., Rodríguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., Oskin, M., Burbank, D., & Alsdorf, D. (2007) The Shuttle Radar Topography Mission. *Rev. Geophys*, vol. 45 (2), 1-33. doi:10.1029/2005RG000183.

Ferrelli, F. (2020). Efectos de la variabilidad climática sobre las coberturas del suelo de distintas cuencas hidrográficas de Argentina. *Revista Geográfica Digital*, Vol. 17 (34), pp 2-17. E-ISSN: 1668-5180.

Gao, B. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 58 (3), pp 257-266.

[https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3)

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). (2010). Censo 2010. Consultado el 20 de mayo de 2020. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-2-41>

Lu, J., Carbone, G. J., Huang, X., Lackstrom, K., & Gao, P. (2020). Mapping the sensitivity of agriculture to drought and estimating the effect of irrigation in the United States, 1950–2016. *Agricultural and Forest*

Meteorology, Vol 292–293.
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108124>

Morello, J., Mattereducci, S. D., Rodriguez, A. F. & Mariana, S. (2012). Ecorregiones y complejos ecosistemicos argentinos (1ra ed.). Orientación Gráfica Editora. ISBN 978-987-1922-00-0

Olivera Acosta, J., Morales G., García Rivero, A., Salgado, E., López M., Estrada, R. & Campos Dueñas, M. (2011). El uso de los SIG y la evaluación multicriterio (EMC) para la determinación de escenarios peligrosos de inundaciones en cuencas fluviales. Estudio de caso cuenca Guanabo. *Proyección*, vol. 10, 143 – 163. ISSN 1852-0006

Pérez Morando, H. (2005, 24, octubre). Inundaciones y mudanzas de pueblos. *Diario Rio Negro*. [https://www.rionegro.com.ar/inundaciones-y-mudanzas-de-pueblos-FFHRN05102416241401/Robles Iriarte, M. \(2019\). Riesgos naturales en medios semiáridos: caso Quebrada Santa Gracia afluente. Revista Dos Puntas, vol 19, 16-41. ISSN: 1853-9297](https://www.rionegro.com.ar/inundaciones-y-mudanzas-de-pueblos-FFHRN05102416241401/Robles Iriarte, M. (2019). Riesgos naturales en medios semiáridos: caso Quebrada Santa Gracia afluente. Revista Dos Puntas, vol 19, 16-41. ISSN: 1853-9297)

SAGyP-INTA. (1990). Suelos de la República de Argentina. Proyecto PNUD ARG/85/019, Instituto de Suelos y EEAs del INTA. Consultado el 18 de noviembre de 2020. <http://www.geointa.inta.gob.ar/2013/05/26/suelos-de-la-republica-argentina/>

SSRH-INA. (2002). Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República de Argentina. Consultado el 15 de noviembre de 2020. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/mapa_cuencas_ssrh_130x91cm_ed2017.jpg

USGS. (2021). U.S. Geological Survey. Consultado el 20 de mayo de 2021. <https://www.usgs.gov>

Vicente-Serrano M., Beguería, S. & López-Moreno, J. I. (2010). A multi-scalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index – SPEI. *Journal of Climate*, Vol. 23(7), pp 696-1718. <http://dx.doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>.

Primary author(s) : Mrs GARCÍA BU BUCOGEN, Grethel (Instituto Argentino de Oceanografía); Dr YAEL BOHN, Vanesa (Universidad Nacional del Sur); Dr PICCOLO, María Cintia (Instituto Argentino de Oceanografía)

Presenter(s) : Mrs GARCÍA BU BUCOGEN, Grethel (Instituto Argentino de Oceanografía)

Clasificación de la sesión : E-3. TIG aplicada a procesos físico-ambientales

Clasificación de temáticas : E-3. TIG aplicada a procesos físico-ambientales