

# ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA EXTENSIÓN DE HUMEDALES LAGUNARES A PARTIR DEL ÍNDICE NDWI

Acosta R.<sup>1,2</sup>, Carol E.<sup>1,2</sup>, Borzi G.<sup>1,2</sup>, Leal P.<sup>1,2</sup>, Alvarez M.P.<sup>3</sup>

1. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, (UNLP), La Plata, Argentina

2. Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET – UNLP), La Plata, Argentina

3. Instituto Patagónico para el Estudio de los Ecosistemas Continentales (CENPAT – CONICET), Puerto Madryn, Argentina

racosta@cig.museo.unlp.edu.ar

## Introducción

En el sudoeste de la Región Pampeana existen numerosos humedales lagunares asociados a cuencas endorreicas, los cuales presentan un comportamiento hidrológico que depende principalmente de las condiciones climáticas y de la descarga de agua subterránea (Dangavs, 2005). La hidrología de dichos humedales responde no solo a procesos locales, sino también a fenómenos globales, como por ejemplo el fenómeno ENSO (El Niño – Oscilación del Sur), que se relaciona con la variabilidad climática en América Latina (Piccolo et al., 2002; Bohn et al., 2011).

El objetivo de este trabajo fue utilizar el índice de agua de diferencia normalizada (NDWI) para analizar variaciones en la extensión areal de humedales lagunares en un sector de la Región Pampeana, aledaño a la localidad de Rivera, en el oeste de Buenos Aires (Fig. 1).



Figura 1.- Ubicación del área de estudio

## Metodología

La variabilidad climática de la región se estudió a partir del análisis de datos de precipitaciones y temperaturas procedentes de la estación Bordenave (37,84°S, 63,02°O), perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) mediante los cuales también se estimó la evapotranspiración mediante el método de Thornthwaite y Mater (1957). Asimismo, se efectuó un análisis del índice Estandarizado de Precipitación – Evapotranspiración (SPEI) a escala 12 meses durante el período 2000 – 2020. En base a estos estudios, fueron seleccionados 3 años como representativos de régimen hídrico en periodo normal, seco y húmedo.

Posteriormente, se calculó el NDWI utilizando el software QGIS 3.16.5 en imágenes Landsat 5 TM y 7 ETM+ (Path/Row 227/086) calibradas radiométricamente, seleccionando una imagen representativa de cada periodo. Una vez calculado el índice, se procedió a realizar la binarización del mismo en cada imagen utilizando el umbral 0,1 para clasificar las áreas cubiertas por agua y cuantificarlas.

## Resultados

En el periodo 2000-2020 la precipitación media anual es de 686 mm con extremos entre 410 y 1079 mm, mientras que la evapotranspiración media anual es de 749 mm, con mínimos de 660 mm y máximos de 800 mm. Por su parte, la temperatura media anual es de 14,5°C, con extremos entre 3,5 y 24,4°C. El análisis de la variación temporal en el SPEI para el mismo periodo (Fig. 2) permite identificar la existencia de periodos moderadamente húmedos a extremadamente húmedos (SPEI > 1) en donde la precipitación domina por sobre la evapotranspiración, y periodos secos a extremadamente secos (SPEI < -1), donde la evapotranspiración supera a la precipitación (Fig. 2).

En base a esto fue que se seleccionó el año 2002 como representativo de un periodo húmedo, dado que se alcanzan valores de SPEI cercanos a 2, y precipitaciones muy por encima del valor medio, las cuales superan ampliamente a la evapotranspiración. Por otro lado, el 2005 se seleccionó para un periodo normal, con valores de precipitación y evapotranspiración cercanos al valor medio, y valores de SPEI entre 0 y 1. Por último, debido a los bajos valores de SPEI (-3) asociados a escasas precipitaciones y alta evapotranspiración, se seleccionó el 2009 para representar a un periodo seco.

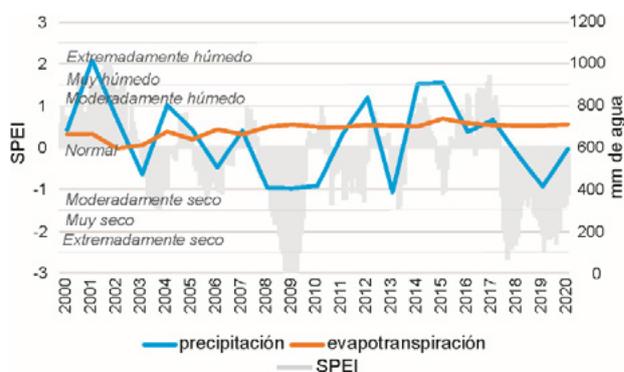


Figura 2.- SPEI a escala 12 meses, precipitación anual y evapotranspiración anual para el periodo 2000-2020.

El cálculo de NDWI en las imágenes Landsat para los años 2002, 2005 y 2009 muestra que en las áreas en las que los píxeles cuyo valor es  $\geq 0,1$  hay presencia de agua, mientras que en aquellos en donde el valor es menor, no se registra la presencia de agua. No obstante, existen diferencias sustanciales entre las áreas cubiertas por agua para cada año analizado.

La binarización de las imágenes utilizando el valor de umbral de NDWI 0,1 muestra que en 2002 existen más sectores cubiertos por agua, y esto se refleja tanto en el tamaño de los humedales como en la cantidad de los mismos (Fig. 3 a), disminuyendo progresivamente para el 2005 (Fig. 3 b) y existiendo una diferencia contrastante con el 2009, en donde tanto el tamaño y como la cantidad de humedales es mínima (Fig. 3 c).

Las cuantificaciones realizadas muestran que en un año hidrológico normal (2005) el área de humedales cubierta por agua fue de 66,06 km<sup>2</sup>, mientras que en el año húmedo (2002) el área fue de 83,66 km<sup>2</sup> y en el año seco (2009) fue de tan solo 39,46 km<sup>2</sup>.

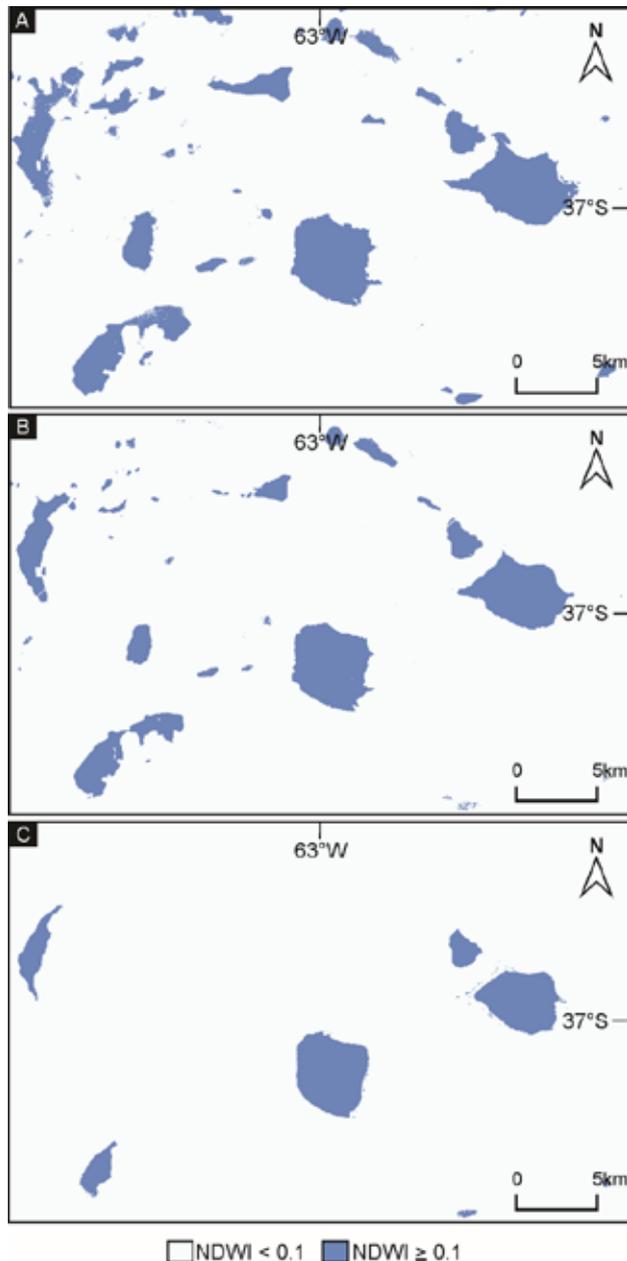


Figura 3.- Binarización del índice NDWI utilizando el umbral 0.1 para (a) 2002, (b) 2005 y (c) 2009.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos ponen en evidencia la fuerte dependencia de las condiciones climáticas que tienen los humedales estudiados y el impacto que puede tener en su desarrollo areal. Tanto el NDWI, como la clasificación y cuantificación de las áreas cubiertas por agua son herramientas importantes para observar y cuantificar el cambio que presentan los cuerpos de agua como consecuencia de la variabilidad en el régimen hídrico. Siendo la región estudiada un área afectada por las variaciones climáticas del fenómeno ENSO es de esperar que su funcionamiento hidrológico natural se caracterice por marcados cambios en la extensión de los humedales.

## Referencias

- Bohn, V., 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: 31-43.
- Dangavs, N. V.** (2005). *Los ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires*. Relatorio XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata. Capítulo XIII: 219-236.
- Piccolo, M. C., Capelli, A., Campo, A.** (2002). *La sequía de 1995 en el sur de la región pampeana argentina*. Desastres Naturales en América Latina, Fondo de Cultura económica, pp. 189-206.
- Thornthwaite, C. W., Mather, J. R.** (1957). *Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance*. Publication in Climatology, 10: 185-311.