

INUNDACIONES Y EMERGENCIA AGROPECUARIA: UNA MIRADA A TRAVES DE LOS SENSORES REMOTOS

Lorena Verónica, Carreño

EEA INTA Anguil

Ruta 5 Km 580 (CC11, 6326) Anguil, TE 2954 495057 int 412, carrenio.lorena@inta.gob.ar

Resumen

Los objetivos de este trabajo fueron: 1) monitorear la evolución de áreas inundadas en el departamento Maracó (La Pampa), durante un período de 25 años (1993-2017) y, 2) elaborar un mapa de riesgo de inundación (probabilidad) a escala de lote catastral. Este último punto es importante ya que en la zona muchos productores poseen explotaciones por debajo de la unidad económica que, sumado a la pérdida del área productiva por inundaciones, agrava la problemática. Para Maracó, la provincia fijó una magnitud base superficial para la unidad económica agraria de 250 hectáreas sin desperdicios (títulos catastrales rurales). La caracterización de los TCR según el área afectada, presentó los siguientes resultados: 1) 452 TCR (49,29%), con área afectada máxima < 20%; 2) 264 TCR (28,79%), con área afectada máxima entre 20,1 y 40,0%; 3) 113 TCR (12,32%), con área afectada máxima entre 40,1 y 60,0%; 4) 45 TCR (4,91%), con área afectada máxima entre 60,1 y 80,0% y; 5) 18 TCR (1,96%), con área afectada máxima > 80%. La disponibilidad de esta información en formato digital mediante un Sistema de Información Geográfica constituye una poderosa herramienta para la planificación, la toma de decisiones y el ordenamiento territorial a nivel público y privado.

Palabras clave: anegamiento, precipitación, título catastral rural, afectación

Introducción

Las inundaciones constituyen procesos esenciales para el flujo de energía y el ciclo de nutrientes, fundamentales en el mantenimiento de humedales y ecosistemas costeros. Sin embargo, cuando nos referimos a agroecosistemas, estas perturbaciones naturales causan efectos apreciables tanto sobre las comunidades vegetales y animales, como sobre los asentamientos urbano-rurales presentes en la región, afectando la economía, el transporte y la infraestructura local asociada a los mismos (Aragón et al. 2010).

Particularmente en el caso del NE de La Pampa, durante los años 1999 y 2001, se registraron precipitaciones extraordinarias que dieron lugar a situaciones de inundación y anegamiento severos afectando una importante superficie productiva. El incremento de las precipitaciones, agravado por la escasa pendiente del terreno, provocó la inundación y anegamiento de vastas extensiones, siendo los departamentos más afectados de la provincia de La Pampa: Capital, Catrilo, Chapaleufú, Conhelo, Maracó, Quemú-Quemú, Realicó y Trenel (Martinez Uncal 2015). Otra situación de anegamiento de tierras ocurrió desde la primavera de 2016 hasta la primavera de 2017. Hacia octubre de 2016 se registraron en la provincia de La Pampa precipitaciones por encima de la media, debido al efecto “Niño” presente en la región desde el verano anterior. Posteriormente, entre el 26 de marzo y el 30 de abril de 2017 llovieron 650 mm en los departamentos del Noreste y Este provincial (esto siempre en términos generales). Las lluvias consideradas ocurrieron sobre un suelo ya seco, pero con un nivel freático muy elevado y entrando en el otoño, lo cual agravó la situación. Un informe técnico de la estación experimental Anguil del INTA, indicó una superficie inundada de alrededor de 600.000 has para el NE provincial y de 1.400.000 has anegadas. El mismo informe indicó que el 50% de la tierra apta para la agricultura se vio afectada directamente por el desastre natural, mientras que la restante superficie (principalmente lomas) era inaccesible por la imposibilidad de transitar por caminos y potreros (Vázquez 2017).

Los objetivos de este trabajo fueron: 1) monitorear la evolución de las áreas inundadas en el departamento Maracó (provincia de La Pampa), durante un período de 25 años (1993-2017) y, 2) elaborar un mapa de riesgo de inundación (probabilidad) a escala de lote catastral. Este último punto es muy importante ya que en la zona de estudio muchos productores poseen explotaciones que se encuentran por debajo de la unidad económica que, sumado a la pérdida del área productiva provocada por las inundaciones, agrava la problemática. En base a la bibliografía consultada, la hipótesis de trabajo es que en el departamento Maracó, al menos el 50 % de los títulos catastrales rurales vio afectada su producción por las inundaciones, en algún momento del período estudiado.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El departamento Maracó se encuentra localizado hacia el NE de la provincia de La Pampa, entre los 35°39'09" de latitud S y los 63°45'29" de longitud O (Figura 1), abarcando una superficie de 2555 km². Posee una población de alrededor de 60.000 habitantes (CNPYV 2010), siendo su localidad cabecera General Pico.

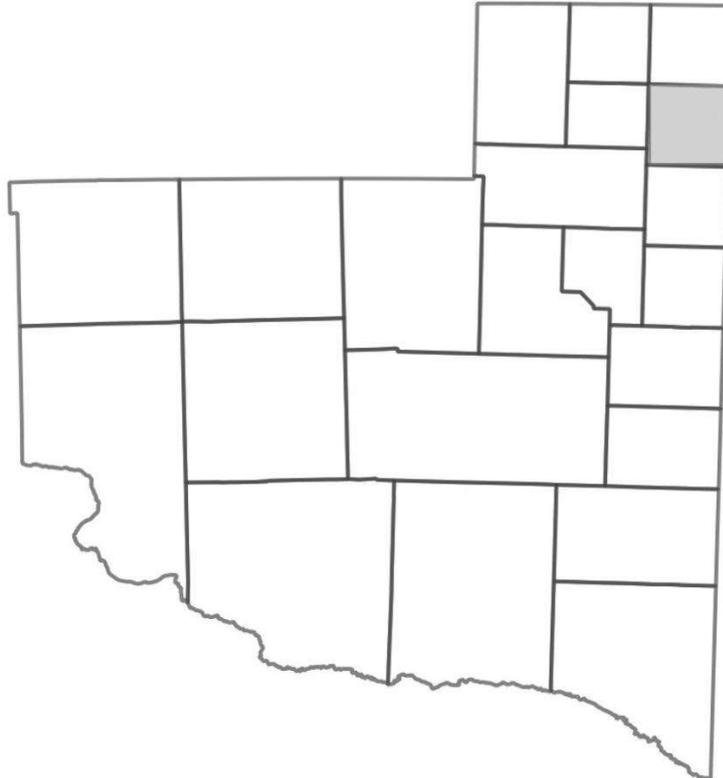


Figura 1. Localización del departamento Maracó (color amarillo) en la provincia de La Pampa.

Cálculo del área inundada

Para el cálculo del área inundada del departamento Maracó, se siguieron tres pasos principales: 1) obtención y procesamiento de las imágenes satelitales, 2) cálculo del área inundada y, 3) cálculo de la evolución del área inundada. A continuación, se detalla cada uno.

1-Obtención y procesamiento de imágenes satelitales

En esta etapa se procede a obtener las imágenes satelitales correspondientes al área de estudio para el periodo comprendido entre 1993-2017. Se analizaron imágenes del satélite Landsat 5 TM (1993-2011) y Landsat 8 OLI/TIRS (2013-2017), comprendiendo siempre que fuera posible, dos imágenes por año, una en primavera y otra en otoño. La de primavera, se corresponde con la estación de mayores precipitaciones en la región, y la de otoño donde si bien las precipitaciones son más escasas, las ETP son menores y por lo tanto pequeñas variaciones en los registros de lluvia en esta época pueden generar notables efectos sobre el terreno. La imagen utilizada corresponde al path & row 228/85 porque involucra el departamento estudiado en su totalidad.

Es necesario aclarar que en la zona de estudio durante la primavera del año 2012 ocurrieron precipitaciones elevadas que provocaron inundaciones en algunas

localidades. Sin embargo, y como ya fue explicado en la sección Materiales y Métodos esta inundación no fue analizada debido a que las imágenes Landsat 7 de ese año disponibles en los servidores gratuitos presentan un bandeo que genera gaps o líneas de ausencia de información. Con el fin de que todas las superficies de agua calculadas en esta sección sean comparables entre sí a lo largo del período de estudio, es que se optó por descartar del análisis las imágenes Landsat de ese año.

Los pasos seguidos para la obtención y procesamiento de las imágenes fueron los siguientes:

- Selección de imágenes satelitales y descarga de las mismas: luego de analizar las imágenes satelitales disponibles en el período de estudio, se seleccionaron aquellas que presentaban menor cantidad de nubes, mayor nitidez y que fueran aproximadamente de las mismas fechas para todos los años. Una vez seleccionadas, se procedió a la descarga de las mismas desde dos servidores gratuitos: a) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) de Brasil (<http://www.inpe.br/>), y b) Servicio Geológico de los Estados Unidos- USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).
- Reproyección: las imágenes satelitales fueron re proyectadas de la proyección UTM zona 20 S (código: 32720) a coordenadas planas Gauss Krüger faja 3 (código 22183), utilizando el software libre y gratuito gvSIG (versión ejecutable 1.1.2). Esto responde a que la mayor parte de la información disponible de la provincia de La Pampa se encuentra en dicha faja.
- Recorte del área de estudio: seguidamente se procedió a utilizar el área de estudio (departamento) como área de recorte de cada imagen.

2- Cálculo del área inundada

Se realizó el procesamiento digital de las imágenes satelitales para la identificación de las áreas inundadas visibles en ellas. Este proceso requirió llevar a cabo previamente la clasificación no supervisada de las imágenes (clustering). En la clasificación se trabajó con la composición multi-banda en falso color compuesto de los canales RGB 453 del Landsat 5 TM y RGB 564 para Landsat 8 OLI/TIRS. Estas combinaciones de bandas permiten una visualización de los sectores ocupados por agua, en distintas tonalidades que van del azul al negro, lo que facilita distinguir claramente el agua del resto de las cubiertas naturales. La clase 1 representa área inundada.

Los raster obtenidos en cada clasificación fueron convertidos al sistema vectorial (polígonos). En cada capa, resultado del proceso de clasificación, se seleccionó la clase 1, correspondiente a la clase agua y se procedió a guardarla como “capa agua”.

Luego en cada tabla de atributos de cada capa, se calculó la superficie de cada polígono. De esta forma quedaron constituidos 38 capas de superficie inundada del área de estudio.

3- Evolución del área inundada

Seguidamente, a través del comando de unión se calculó el área máxima inundada.

Para obtener los cambios en el área inundada, se procedió a calcular la diferencia entre las coberturas de agua (shapefile) obtenidas en la etapa anterior, entre fecha y fecha. Al shapefile resultante se lo reclasificó en tres categorías: a) 1-1 sin

cambios; b) 1-0 decrecimiento del área; c) 0-1 incremento del área. Seguidamente se procedió a determinar las superficies de dichas categorías, en términos de porcentaje sobre la superficie total.

Como último paso se elaboró una gráfica de vulnerabilidad o riesgo. Para ello se utilizó el shapefile de máxima área inundada y la división a nivel de lote catastral del departamento, estimándose así, para cada lote, la probabilidad de anegamiento. De esta forma es posible identificar aquellos títulos que estuvieron en situación de emergencia agropecuaria (entre 50-79% de su superficie inundada) y, aquellos en situación de desastre agropecuario (> 80% de su superficie inundada). Ambos grupos acceden a los beneficios que establece la ley de emergencia provincial.

Resultados y Discusión

Frecuencia de inundación (lote y título catastral rural)

Con la información obtenida en el punto anterior, se procedió a elaborar un mapa de riesgo de inundación, para identificar la frecuencia a nivel de lote catastral. El departamento Maracó pertenece a la Sección I, Fracción C, y abarca 25 lotes de una superficie aproximada de 10.000 has cada uno. El máximo número de veces fue 38 porque esta es la cantidad de fechas de imágenes satelitales analizadas. En la Figura 4 se muestra con una gama de tonos azules, el mapa resultante (a medida que el color es más intenso, mayor es la frecuencia de inundación).

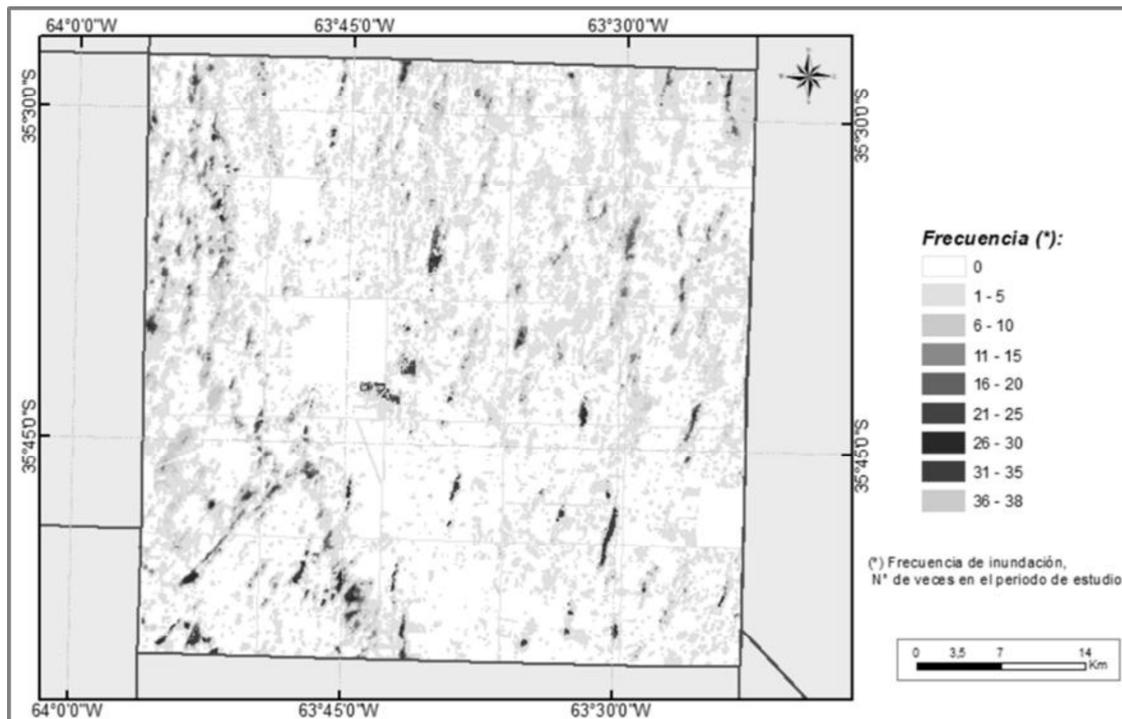


Figura 4. Frecuencia de inundación (n° de veces) del departamento Maracó, período 1993-2017. Nótese que no se tuvieron en cuenta las superficies ocupadas por zona urbana.

En la provincia de La Pampa, el fraccionamiento de los predios catastrales rurales se rige por la ley N° 468 “Fijando Normas para el Fraccionamiento de Predios Rurales” (Cámara de Diputados de la provincia de la Pampa 1973). Según la misma, el fraccionamiento deberá responder a las normas de la Unidad Económica Agraria, entendiéndose por tal: “el predio que por su superficie, calidad de la tierra, ubicación, mejoras y demás condiciones de producción, racionalmente trabajado por una familia agraria tipo, que aporte la mayor parte del trabajo y desarrolle las actividades

corrientes de la zona, le permita alcanzar un nivel de vida digno y evolucionar favorablemente” (es necesario aclarar que un productor puede tener más de un título catastral o incluso, la mitad de uno).

Para el departamento Maracó, la provincia fijó una magnitud base superficial para la unidad económica agraria de 250 hectáreas sin desperdicios. Teniendo en cuenta esto, el departamento Maracó está representado por 917 títulos catastrales rurales (TCR). El 31,3 % (287) se encuentra por encima de la unidad económica establecida por la ley, y el 68,7 % restante (630) por debajo (Figura 5). Esto implica que una reducción pequeña del área productiva, debido por ejemplo a una inundación, se traduzca en una situación económica desfavorable para el grupo familiar. Es por ello, que se consideró importante superponer los TCR a la máxima área inundada, para tener una noción de la máxima superficie afectada por título en todo el período.



Figura 5. Lotes catastrales rurales del departamento Maracó. En tonalidad celeste los TCR con superficie > 250 has. En tonalidad naranja los TCR con superficie < 250 has.

Se observó que el 2,73 % de los TCR (25) nunca presentó zona inundada alguna, mientras que el 97,27 % restante sí vio afectada su producción, en algún momento del período estudiado. Posteriormente, se clasificaron los TCR en 5 categorías, según el grado de afectación: a) < 20,0 %, b) 20,1 a 40,0 %, c) 40,1 a 60,0 %, d) 60,1 a 80,0 % y, e) > 80,0 %. Así fue posible analizar la magnitud del evento (Figura 6).

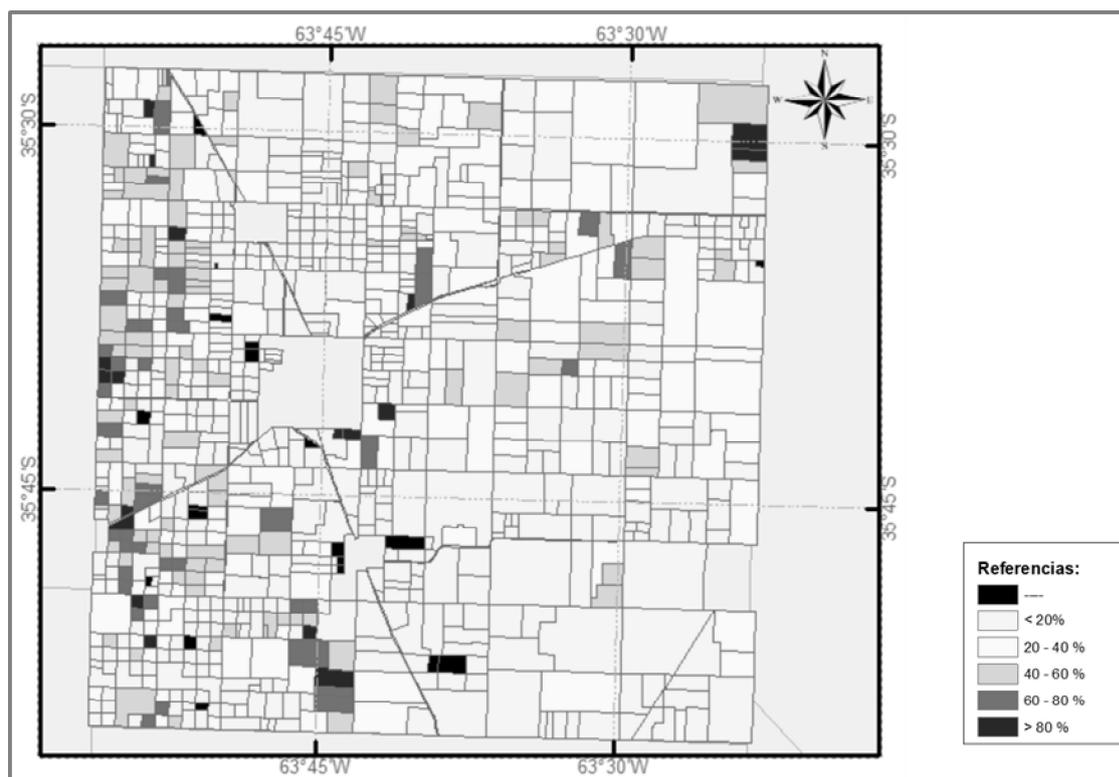


Figura 6. Títulos catastrales rurales (TCR) del departamento Maracó según el grado de afectación (%). El área en tonalidad blanca representa el área de influencia de la zona urbana.

La caracterización de los TCR según el área afectada, presentó los siguientes resultados:

- 1) 452 TCR (49,29 %), con un área afectada máxima < 20 %
- 2) 264 TCR (28,79 %), con un área afectada máxima entre 20,1 y 40,0 %
- 3) 113 TCR (12,32 %), con un área afectada máxima entre 40,1 y 60,0 %
- 4) 45 TCR (4,91 %), con un área afectada máxima entre 60,1 y 80,0 %
- 5) 18 TCR (1,96 %), con un área afectada máxima > 80 %

En la provincia, la ley N° 1785 “Emergencia Agropecuaria” en su artículo 2 declara: “El Poder Ejecutivo Provincial podrá declarar por un tiempo determinado en estado de Emergencia Agropecuaria a una región delimitada catastralmente, cuando por factores de origen climático, meteorológico, telúrico, físico o biológico no previsible o inevitables e inimputables al productor, resulte afectada la producción o la capacidad productiva de las parcelas agropecuarias de dicha región, en por lo menos un cincuenta por ciento (50%).”

Mientras que el artículo 3 de dicha ley establece: “Cuando la producción o la capacidad productiva afectada por las causales mencionadas en el artículo anterior superara el ochenta por ciento (80%), la autoridad de aplicación declarará a la región en Estado de Desastre Agropecuario por tiempo determinado”. En el primer caso el beneficio al propietario consiste en una prórroga de 150 días para el pago del impuesto inmobiliario rural, mientras que, en el segundo caso, la prórroga se extiende a 240 días. Además, los propietarios afectados pueden acceder a créditos especiales y otro tipo de asistencia (Cámara de Diputados de la provincia de la Pampa 1998).

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó una caracterización con dichos límites porcentuales para determinar cuántos TCR presentaron alguna de esas dos

situaciones, en el período estudiado. El 10,25% de los títulos (94), estuvieron alguna vez en situación de emergencia agropecuaria, mientras que 18 títulos (1,96%), se encontraron en situación de desastre agropecuario, alguna vez durante el período 1993-2017. Esto no es un dato menor si tenemos en cuenta que aproximadamente el 70% de los TCR del departamento se encuentran por debajo de la unidad económica.

Consideraciones finales

La teledetección ha demostrado ser una herramienta importante para el estudio de las inundaciones, debido al amplio contraste electromagnético que existe entre el agua y el resto del paisaje. La elaboración de un diagnóstico a través de un estudio multitemporal mediante imágenes satelitales apoyadas en un SIG como el aquí planteado, permitió relevar el grado de afectación del área inundada en el período 1993-2017.

Los resultados hallados en este estudio, refuerzan la hipótesis de trabajo, ya que en el departamento Maraco, más del 50 % de los títulos catastrales rurales fueron afectados por inundaciones (alrededor del 97 %), en algún momento del período 1993-2017.

La importancia de esta problemática impone un abordaje integrado que permita implementar diferentes estrategias para identificar con precisión el área afectada. Esto permitirá delinear un plan de recuperación del sector involucrado y un adecuado ordenamiento del territorio.

Bibliografía

Aragon R., Jobbágy E.G. y Viglizzo E. 2010. *Surface and groundwater dynamics in the sedimentary plains of the Western Pampas (Argentina)*. Ecohydrol. DOI: 10.1002/eco.149

Asociación gvSIG. 2009. gvSIG 2.5. [Software]. Recuperado de <http://www.gvsig.com/es/productos/gvsig-desktop/descargas>

Cámara de Diputados de la provincia de la Pampa. 1973. *Ley Provincial N° 468 "Fijando normas para el fraccionamiento de predios rurales"*.

Cámara de Diputados de la provincia de la Pampa. 1998. *Ley Provincial N° 1785 "Emergencia Agropecuaria"*.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). 2010. *Censo Nacional de Población y Vivienda 2010*. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-135>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2017. *Catálogo de imagens Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações*. Brasil. Recuperado de: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>

Martínez Uncal C. 2015. *Monitoreo de tierras anegadas al Noreste de la provincia de La Pampa, Argentina*. Tesis de Maestría en Análisis y Procesamiento de Imágenes. Universidad Nacional de Córdoba. 102 pp.

U.S. Geological Survey (USGS). (s.f.). *Earth explorer*. Recuperado el (18 de julio de 2020) de <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Vázquez, P. 2017. *Emergencia agropecuaria en la provincia de La Pampa. Inundaciones período 19 de abril-21 de mayo 2017*. Informe Técnico. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/informe_inundaciones_20170521.pdf