

MORFOMETRÍA DE LOS HUMEDALES ANTRÓPICOS DE LA MESETA MERCEDEÑA (CORRIENTES, ARGENTINA)

Humberto Smichowski

Centro de Ecología Aplicada del Litoral CONICET – UNNE
cepismichowski@gmail.com

Félix Ignacio Contreras

Centro de Ecología Aplicada del Litoral CONICET – Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura – UNNE
figcontreras@hotmail.com

Recibido 06/09/20, Aceptado 22/11/2020

Resumen	<p>La expansión arrocera ocurrida en el departamento de Mercedes de la provincia de Corrientes en los años '90, desplazó la tradicional producción ganadera, la cual fue posible por los acuerdos comerciales generados en el marco de la creación del Mercosur. Esto permitió el ingreso de capitales privados, principalmente brasileros cuya transferencia de tecnología, se evidenció en el surgimiento de las represas de contención de agua para riego, como modelo predominante desarrollado en Brasil hace 30 años con similares características geográficas. Las represas se ubican en arroyos, aprovechando las llanuras de inundación propias de los cursos encajados en la meseta basáltica, generando embalses de morfologías características de los paisajes que las contienen. En este contexto, el objetivo del trabajo es conocer la distribución y morfometría de los humedales antrópicos. Con el apoyo de técnicas geoespaciales, se analizaron imágenes del Landsat 8 OLI correspondientes al año 2019 y se aplicaron herramientas de análisis espacial para obtener los valores buscados. Los resultados demostraron que a diferencia de otros cuerpos de agua lénticos de la provincia, los embalses o humedales artificiales demostraron ser principalmente triangulares a irregulares simples. Si bien todavía no se poseen resultados concluyentes de cómo estos humedales artificiales impactan en el paisaje, conocer su distribución y morfometría es un paso preliminar en el ordenamiento territorial y toma de decisiones futuras sobre sus estados y regulación.</p> <p>Palabras claves: <i>Humedales antrópicos, embalses arroceros, meseta mercedeña</i></p>
----------------	--

Resumo	<p>A expansão do arroz ocorrida no departamento de Mercedes, na província de Corrientes, na década de 1990, deslocou a tradicional pecuária, possibilitada pelos acordos comerciais gerados no marco da criação do Mercosul. Isso permitiu a entrada de capital privado, principalmente brasileiro, cuja transferência de tecnologia foi evidenciada no surgimento de barragens para conter água para irrigação, como o modelo predominante desenvolvido pelo país vizinho há 30 anos, devido às características geográficas semelhantes. As barragens localizam-se em riachos, aproveitando as planícies aluviais típicas dos cursos inseridos no planalto basáltico, gerando reservatórios com morfologias características das paisagens que os contêm. Nesse contexto, o objetivo do trabalho é conhecer a distribuição e morfometria de áreas úmidas antrópicas. Com o apoio de técnicas geoespaciais, imagens Landsat 8 OLI correspondentes ao ano de 2019 foram analisadas e ferramentas de análise espacial foram aplicadas para obter os valores buscados. Os resultados mostraram que, ao contrário de outros corpos lênticos na província, os reservatórios ou pântanos artificiais provaram ser principalmente triangulares a simplesmente irregulares. Embora ainda não existam resultados conclusivos sobre como essas áreas úmidas construídas impactam a paisagem, conhecer sua distribuição e morfometria é uma etapa preliminar no planejamento do uso da terra e na futura tomada de decisões sobre seu status e regulamentação.</p> <p>Palavras-chave: <i>Pantanaís antrópicos, reservatórios de arroz, planalto Mercedeña</i></p>
---------------	--

Abstract	<p>The rice expansion that occurred in the department of Mercedes in the province of Corrientes in the '90s displaced the traditional livestock production, which was made possible by the commercial agreements generated within the framework of the creation of Mercosur. This allowed the entry of private capital, mainly Brazilians whose technology transfer was evidenced in the emergence of water containment dams for irrigation, as a predominant model developed by the neighboring country 30 years ago, due to the similar geographical characteristics. The dams are located in streams, taking advantage of the floodplains typical of the courses embedded in the basaltic plateau, generating reservoirs of morphologies characteristic of the landscapes that contain them. In this context, the objective of the work is to know the distribution and morphometries of the anthropic wetlands. With the support of geospatial techniques, images of Landsat 8 OLI corresponding to the year 2019 have been analyzed and spatial analysis tools were applied to obtain the desired values. The results showed that unlike other lentic water bodies in the province, artificial reservoirs or wetlands proved mainly triangular to irregular simples. Although there are still no conclusive results on how these</p> 
-----------------	---

artificial wetlands influence the landscape, knowing their distribution and morphometry is a preliminary step in territorial planning and future decision making about their states and regulation.

Key words: *Anthropic wetlands, rice reservoirs, mercedeña plateau*

1.- Introducción

La provincia de Corrientes se caracteriza por contener una gran riqueza hídrica tanto superficial como subterránea. La envuelven casi en su totalidad, los ríos Paraná y Uruguay, sumado a una gran cantidad de ríos y arroyos menores que desaguan en ellos (Alarcón e Insaurralde, 2011; Bogado *et al.*, 2012). En su interior es posible encontrar multiplicidad de lagunas, esteros y cañadas, sobresaliendo la presencia de los Esteros del Iberá, el segundo humedal más grande del mundo y una fuente inmensa de biodiversidad y recursos naturales. A su vez, todo esto se asienta sobre el Acuífero Guaraní, reserva de agua dulce de gran importancia.

En cuanto a la diversidad de cuerpos de agua lénticos en la provincia de Corrientes, Contreras y Paira (2015) mencionan que existen al menos cuatro tipos de lagunas:

1- *Grandes lagunas ubicadas en esteros*, las cuales son espejos de agua libres de macrófitas flotantes o embalsados, que, al no ser cuerpos de agua cerrados, poseen conexión directa con los esteros circundantes y por lo tanto existe libre entrada y salida de agua. Sin embargo, constituyen las lagunas de mayor importancia geográfica en esta provincia, pensando en investigaciones científicas como en la explotación turística del recurso.

2- *Lagunas de llanuras aluviales*: Estas lagunas ubicadas en los valles de los ríos, no sólo se caracterizan por ser las “más jóvenes”, sino que su dinámica geomorfológica se encuentra asociada a los pulsos hidrosedimentológicos (Neiff, 2003) de los ríos; con lo cual su sistema se reinicia con cada creciente del río o la inundación del valle.

3- *Lagunas de lomadas arenosas*: Estas lagunas tienen un comportamiento completamente diferente de las anteriores, puesto que la presencia de sus aguas depende exclusivamente de las precipitaciones locales. Si bien en la provincia de Corrientes son más numerosas que las anteriores y comparten los espacios con ciudades, rutas y actividades económicas como la agricultura y forestación, las mismas pasan desapercibidas por la población en general, principalmente en las localidades que poseen contacto con algún río.

4- *Lagunas de lomadas arenosas que en la actualidad se encuentran conectadas con esteros*, constituyen lagunas cuyo dinamismo presentan características de los distintos tipos ya mencionados. Por un lado, al igual que las lagunas de valles aluviales, éstas pueden sufrir cambios en la calidad de sus aguas con aquella que proveniente de los esteros, ya sea en períodos húmedos de abundantes precipitaciones o por inundaciones de los ríos principales y sus respectivos tributarios. Se diferencian de las grandes lagunas de los esteros, por poseer formas alargadas, paralelas a las lomadas arenosas, las cuales actúan como límite definido sobre la porción que toma contacto con ella, mientras que el límite restante lo establece la presencia de macrófitas acuáticas.

En lo que respecta a la cantidad de lagunas, las más abundantes se hallan sobre las lomadas arenosas con un total de 38.926 cubetas, de las cuales el 72% de las lagunas poseen una forma circular (27996 lagunas), seguidas de las subcirculares 14% (5494), triangulares 13% (4991), irregulares simples 1% (451), dendríticas (49) e irregulares complejas (12) (Contreras y Contreras, 2017). En cuanto a las lagunas de valles aluviales, existe un predominio de formas alargadas que evolucionan a formas ovales o circulares como resultado de la terrenalización. A su vez, el predominio de las lagunas con forma de gotas (triangulares) se debe mediciones del perímetro y la superficie en aguas medias y bajas, momento en el que existe mayor presencia de dichas formas. No obstante, en períodos de inundación, el paisaje fluvial puede renovarse y con ello, las lagunas logran sus formas alargadas originales (Contreras y Paira, 2015). A estos 4 tipos de cuerpos de agua naturales característicos de la provincia de Corrientes, se incorpora un tipo de laguna artificial de reciente aparición, la cual es generada por el embalsamiento de canales de ríos y arroyos autóctonos, distribuidos en toda la meseta mercedaña, y concentrados principalmente en el departamento de Mercedes.

Estos llamados humedales antrópicos (Frazier 1998, Schnack *et al.* 2000), surgieron durante los años 90, de la mano de los acuerdos comerciales firmados en el marco de la creación del MERCOSUR, donde la provincia de Corrientes experimentó una expansión arrocerá basada en el creciente intercambio tecnológico con Brasil y Uruguay, países limítrofes con larga tradición en este tipo de producción, que generó cambios en la estructura productiva local (Ramos, 2008). La cercanía al mercado brasileño, permitió la instalación de nuevos agentes productores de capital privado que realizaron grandes inversiones, incorporando un sistema de riego por represa, desarrollado y muy expandido en el sur de Brasil y adecuado para la región centro sur - oriental de Corrientes dada la

magnitud de sus cuencas y su similitud topográfica y geográfica (De los Reyes, 2013).

De esta manera, las empresas tradicionalmente ganaderas, comenzaron a desarrollar los primeros proyectos arroceros pensados a largo plazo, con agua para riego proveniente de estas represas (Báez *et al.*, 2015). Los sectores arroceros ubicados en la margen del río Paraná quedaron relegados ante el dinamismo de las nuevas áreas de producción, a la vez que se reemplazaba la tradicional ganadería de la zona (Domínguez *et al.*, 2010). Esto propició la propagación masiva de lagunas artificiales para contención y almacenamiento de agua para riego, teniendo en cuenta la necesidad de grandes volúmenes de agua que requiere el cultivo de arroz (Alarcón e Insaurrealde, 2015). En este sentido, las obras hidráulicas (presas, estaciones de bombeo, canales de riego, de drenaje, etc.) destinadas a la actividad arrocera, se concentran en la región centro sur y en la costa del Río Uruguay, en virtud a la gran oferta hídrica y la similitud geomorfológica con el sector sur de Brasil donde se desarrolló el sistema (Bogado *et al.*, 2012), y constituye uno de los aprovechamientos más importantes de los recursos hídricos de la provincia (Domínguez *et al.*, 2010), siendo el departamento de Mercedes el de mayor desarrollo.

La aparición de este nuevo tipo de humedales y su rápida expansión y concentración, pueden generar transformaciones en el paisaje natural, por lo que es importante estudiarlos. La caracterización morfométrica aporta información valiosa de base para la realización de estudios posteriores orientados al ordenamiento y planificación territorial (Cruz Romero *et al.*, 2015). Como indica Fornerón (2010) la caracterización morfométrica de un cuerpo de agua debe ser el punto de partida de las investigaciones limnológicas. A partir de ésta se puede determinar la ubicación de las estaciones de recolección de manera metódica y adicionalmente generar una idea general sobre el funcionamiento del sistema teniendo en cuenta las áreas de interfase agua –aire y agua–sedimento (Montoya-Moreno, 2005, Fornerón 2010).

También son de gran ayuda para calcular la forma y las dimensiones de las lagunas, que influyen sobre variables relacionadas con la erosión, sedimentación, carga de nutrientes y características físico-químicas, entre otras (Contreras *et ál.*, 2017). Junto con el clima y el tipo de suelo de su cuenca de drenaje, la forma y dimensión son de los principales determinantes de su productividad biológica (Quirós, 2004). Es por esto que la caracterización morfométrica de sistemas lacustres puede ser de gran importancia para crear medidas de conservación adecuadas,

cuantificar y gestionar de manera eficiente los recursos hídricos (Mayorga 2020).

La determinación de características geométricas de los cuerpos de agua, puede realizarse de forma rápida y con bajo coste a partir de la utilización de herramientas geoespaciales. Los procesamientos de imágenes satelitales utilizando sistemas de información geográfica permiten reconocer, aislar y registrar elementos que consideramos importantes para el análisis (Gonzalez 2020).

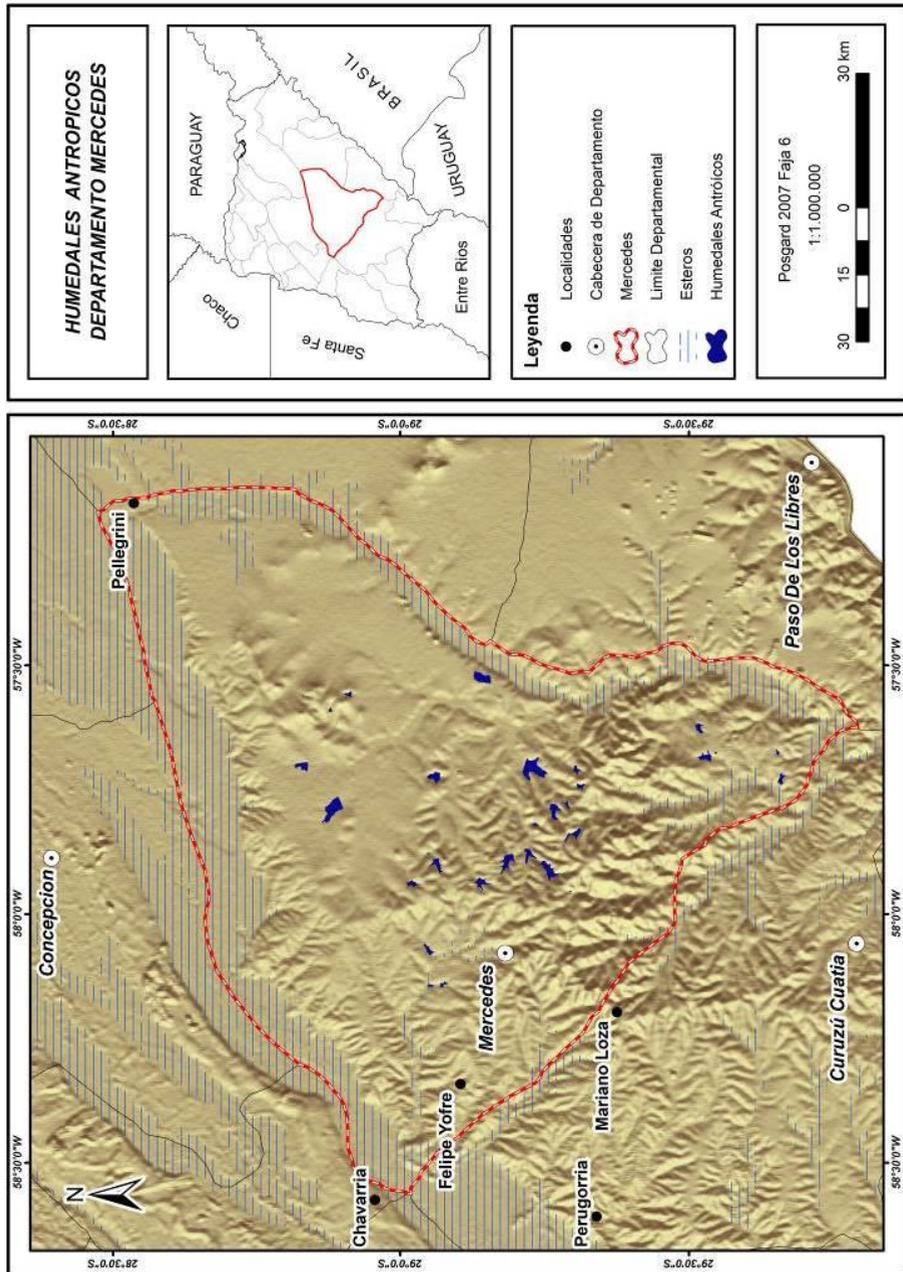
En base a lo expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo identificar los humedales antrópicos presentes en el departamento de Mercedes de la provincia de Corrientes a través de herramientas geoespaciales (Teledetección y GIS), describir su ubicación, distribución y cantidad, para posteriormente medir tamaño, forma y perímetro con el fin de realizar un análisis morfométrico de las mismas y compararlas con otros tipos de humedales naturales.

2.- Metodología

2.1- Área de estudio

El área de estudio comprende al departamento Mercedes ubicado en el centro de la provincia de Corrientes (Figura 1), teniendo como límite occidental a los Esteros del Iberá y sobre el oriente a los Malezales del Aguapei y Miriñai, región que se caracteriza por tratarse de una planicie sobre elevada anegadiza. Mercedes se encuentra en la región conocida como Meseta Mercedense o Paiubre, lugar donde comienza la provincia fitogeográfica del espinal. Este departamento siempre se caracterizó por la actividad ganadera, principalmente ovinos. Por otro lado, también existen canteras para la extracción de basaltos, materiales utilizados para la construcción, así como y areniscas rojizas y rocas de aplicación.

Figura 1. Área de estudio



Fuente: USGS e IGN.

2.2 - Adquisición de Imágenes

Atendiendo a los objetivos y la escala de análisis se consideró la utilización de imágenes Landsat 8 del sensor OLI, debido a que cuentan con resolución espacial, radiométrica, temporal y espectral, apropiadas para el análisis a realizar. Las imágenes fueron adquiridas del Servicio Geológico de los Estados Unidos (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), a través del portal Earth Explorer que contiene la serie Landsat completa para descargar de manera gratuita. Se seleccionaron y descargaron imágenes Landsat 8 de los Path/Row 225/80 y 225/81, dentro de los que se encuentra el área de estudio, del 15 de noviembre de 2019, imagen más actual disponible al momento de la búsqueda, sin cobertura nubosa que interfiera con el análisis.

2.3 - Pre-procesamientos

Para conocer la distribución de los embalses antrópicos en el departamento de Mercedes (Corrientes) se utilizaron imágenes Landsat. Éstas, se presentan en una cuadrícula de 185 x 185 kilómetros, codificadas en Path/Row (filas y columnas). El departamento de Mercedes abarca 2 imágenes de diferente Path/Row (225/80 y 225/81), por lo que se realizó un mosaico banda por banda uniendo así ambas imágenes para trabajarlas como una sola imagen de mayor tamaño.

Una vez generados los mosaicos para cada banda espectral, se realizó el procedimiento de agrupamiento y organización de las bandas en una única escena, lo que se conoce como *Layer Stacking*. Esto permite trabajar con un único archivo para distinguir de manera más detallada las cubiertas de interés en la posterior clasificación (Smichowski y Contreras 2020).

2.4 Procesamiento

Para la identificación de los humedales antrópicos y medición de las variables de análisis se realizó una clasificación supervisada, operación que permite establecer categorías en un área de estudio a partir de una serie de variables (Olaya, 2014). La Clasificación Supervisada, a diferencia de la No Supervisada, se basa en la extracción de muestras de coberturas previamente distinguidas, las cuales se presentan en la imagen como áreas homogéneas (Chuvieco, 2008). Las muestras se obtuvieron a partir de la generación de Áreas de Interés (ROIs) en forma de polígonos, que se utilizaron para definir la clase determinada. El algoritmo de clasificación,

estudia las celdas de las capas de entrada que caen dentro de los polígonos de cada clase y con sus valores intenta definir los rasgos generales de esas clases que permiten identificar clases similares en otros puntos (Olaya, 2014).

Luego se vectorizó la clasificación exportándola a formato *Shapefile*, para el tratamiento en la plataforma SIG. Esto permitió integrar la información que resulta de los procesos de teledetección con variables vectoriales, con el fin de obtener una visión más sintética de las características de un territorio determinado (Chuvieco, 2008).

Con el Software ArcGis 10.1 se realizó una corrección con herramientas de *Start Editing*, y se procedió a Reproyectar la capa a coordenadas planas correspondientes al área de estudio (POSGAR 2007, Zona 6) para calcular el área, el perímetro y el desarrollo de la línea de costa (D_L) de cada humedal identificado, datos necesarios para el análisis morfométrico.

2.5 Análisis Morfométrico

El análisis morfométrico se realizó en base al cálculo del D_L mediante la siguiente fórmula:

$$D_L = P / 2 \sqrt{(A \cdot \pi) 0,5}$$

Donde P: es igual al perímetro de la laguna y

A: es el área de la misma

De acuerdo con la clasificación de formas de lagos propuesta por Timms (1992) en función de los valores de D_L , Contreras y Contreras (2017) adaptaron los resultados a las formas de lagunas someras de la provincia de Corrientes, las cuales serán utilizadas en este trabajo. Según los autores se forman dos grandes grupos. Por un lado, lagunas de Formas Simples, que agrupan a las lagunas Circulares (1 – 1,14), Subcirculares (1,15 – 1,29) y Triangulares (1,3 – 1,99) y por el otro, las lagunas de Formas Complejas, que comprenden a las lagunas Irregulares Simples (2 – 2,99), Dendríticas (3 – 3,99) e Irregulares Complejas (≥ 4).

3.- Resultados y discusión

A los efectos de generar un criterio de clasificación morfométrica teniendo en cuenta el tamaño, se han clasificado de la siguiente manera: En muy pequeños (< 10 ha), pequeñas (10 – 100 ha), moderadamente pequeñas (100 – 200 ha), moderadamente grandes (200 – 300 ha), grandes (300 – 400) y muy grandes (> 500 ha). La superficie promedio de las lagunas es de 200 ha, variando entre 4 ha y 1027 ha. Predominan los humedales antrópicos de muy pequeños a medianos (63 % se encuentra por debajo de la media), de los cuales 7, no superan las 10 ha de superficie (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación por tamaño de los humedales antrópicos de la provincia de Mercedes (Corrientes)

Cantidad por tamaño	
Muy pequeños	7
Pequeños	9
Moderadamente pequeño	6
Moderadamente grandes	8
Grandes	2
Muy grandes	3

Fuente. Elaboración Propia

En cuanto al perímetro, el valor medio es de 7,2 km, variando entre 0,8 km y 21,1 km. En concordancia con los valores del área, el 54 % de los embalses antrópicos posee un perímetro inferior al valor medio. En relación con el D_L , el valor medio es de 1,62 (el 57 % es inferior al promedio), variando entre 1,08 y 2,24 D_L (Tabla 2). El 71 % de los humedales antrópicos tuvieron valores de D_L correspondientes a la forma triangular (1,3 – 1,99 D_L).

Tabla 2. Morfometría de los humedales antrópicos de la provincia de Mercedes (Corrientes)**2019**

	Perímetro (m)	Superficie (m2)	DL
1	11986	2890101	1,99
2	8876	1757538	1,89
3	21095	10270990	1,86
4	1231	76731	1,25
5	1412	135908	1,08
6	7127	1596043	1,59
7	9689	5168093	1,20
8	6322	834246	1,95
9	972	54413	1,17
10	1491	73197	1,55
11	839	38363	1,21
12	3439	431045	1,48
13	7520	1556380	1,70
14	1008	49965	1,27
15	10223	2599511	1,79
16	7495	1730191	1,61
17	3023	411871	1,33
18	4449	891332	1,33
19	4269	511323	1,68
20	11455	2687672	1,97
21	12580	2763583	2,13
22	16695	4421978	2,24
23	8858	3125411	1,41
24	11763	2666719	2,03
25	14943	4926746	1,90
26	11799	2457970	2,12
27	4019	528868	1,56
28	11727	3595014	1,74
29	4360	694802	1,48
30	6206	1178879	1,61
31	5450	1056176	1,50

32	1734	125466	1,38
33	1659	76867	1,69
34	887	36887	1,30
35	16746	8928404	1,58
PROMEDIO	7238	2009962	1,62
MÁXIMO	21095	10270990	2,24
MÍNIMO	839	36887	1,08

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a las formas obtenidas del Desarrollo de la Línea de Costa, del total de 35 embalses analizados el 71 % corresponde a triangulares en respuesta a la represa artificial que actúa como una base en línea recta, como también por la morfología de los valles de los cursos de agua que se vuelven más angostos hacia el vértice, es decir la naciente del mismo. Valles amplios generarán formas más redondeadas, mientras que aquellos que son más angostos, de mayor extensión hacia su vértice o bien por la presencia de un número significativo de tributarios menores, determinarán un aumento en los valores de D_L y por lo tanto de formas irregulares (Tabla 3).

Tabla 3. Morfología de los embalses antrópicos

Cantidad de embalses según su Forma	
Circulares	1
Subcirculares	5
Triangulares	25
Irregulares Simples	4

Fuente. Elaboración Propia

La forma circular, la cual representa el 70 % de las lagunas de lomadas arenosas (Contreras y Contreras, 2017), se reducen en este paisaje significativamente al 1 %. Esta situación incluso comparándola con las lagunas del valle aluvial del río Paraná (Contreras y Paira, 2015) constituyen un valor muy bajo. No obstante, este valor prácticamente nulo se debe a diferentes motivos: 1- Por tratarse de cuerpos de agua relativamente nuevos, por lo cual mantienen su forma de origen, 2- un gran desarrollo de la base y un largo superior a la anterior, lo que genera un mayor desarrollo del perímetro respecto de la superficie, 3 - El predominio de valles angostos. Con el tiempo y sin un mantenimiento adecuado, los procesos de erosión causados por el oleaje, sumado a la sedimentación y

colmatación de los apéndices y/o tributarios de estos embalses, disminuirán el desfasaje entre el perímetro y la superficie, logrando así una disminución del D_L y con ello formas más próximas a las circulares. Por el contrario, si el D_L aumenta aproximándose a formas más complejas, se estaría en presencia de un aumento en el volumen de agua de embalse.

Figura 2. Principales formas de los embalses antrópicos según sus valores de Desarrollo de Línea de Costa



A: Circulares, B: Subcirculares, C: Triangulares y D: Irregulares simples
Fuente. World Imagery

Esta última información es fundamental para el ordenamiento territorial, ya que no sólo se puede hacer un seguimiento del número y distribución de los humedales antrópicos, sino también en cuestiones vinculadas a la ecología acuática y principalmente con la gestión de riesgo de inundaciones, debido a que, de superar la capacidad de carga de cada

embalse en períodos muy lluviosos, podrían liberarse grandes volúmenes de agua y potenciar la amenaza de inundaciones por el desborde de arroyos.

4.- Conclusiones

El desarrollo económico regional vinculado con la producción de arroz, conllevó a la generación de 35 embalses arroceros, hoy llamados humedales antrópicos, los cuales no han sido estudiados en profundidad, desconociéndose el impacto que puedan tener sobre el ambiente de la región. Estos embalses se concentran principalmente en el departamento de Mercedes (Corrientes) ubicados sobre pequeños cursos de agua autóctonos, para el mayor aprovechamiento del agua.

A diferencia de otros cuerpos de agua, como ser las lagunas de lomadas arenosas, estos embalses antrópicos son de mayor tamaño y de forma triangulares. Esta característica es propia del paisaje que los contiene en primer lugar, seguido a sus condiciones como cuerpos de agua de reciente formación, donde los procesos de redondeamiento todavía no han modificado los embalses.

Si bien este trabajo es descriptivo y solo indica variables como la distribución y sus principales morfometrías, constituye la base para futuras investigaciones y hasta incluso genera aportes en el ordenamiento territorial, gestión de los recursos hídricos y alerta temprana de riesgo de inundaciones. En futuras investigaciones se pretende lograr cálculos de volúmenes de cada humedal como así también el análisis de la calidad de agua de los mismos.

5.- Agradecimientos

El trabajo fue parcialmente financiado por los proyectos PICT-2018-00636-DT. y PI 19Q002 de la SGCyT – UNNE.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, M., y Insaurralde, J. (2011). “Recursos hídricos y aprovechamiento de la cuenca del río Miriñay, provincia de Corrientes, Argentina”. *Contribuciones científicas GAEA*. 23, 21-36.
- Báez, S., Cortizas, L., y Gauna, S. (2015). *Transformaciones y conflictos territoriales a partir del avance de la producción de arroz en la provincia de Corrientes (Argentina)*. En XVII

Jornadas de Geografía (Ensenada, 11 y 12 de noviembre de 2015).

▪ Bogado, G. N., Sosa, M., y Rujana, M. R. (2012). *Obras hidráulicas para el riego de cultivo de arroz en la provincia de Corrientes-Argentina*. Primer encuentro de investigadores en formación de Recursos Hídricos. Ezeiza, 16.

▪ Contreras, F. I. y Contreras, S. A. (2017). "La Incidencia de la Pendiente en la Distribución de las Morfologías de las Lagunas sobre Lomadas Arenosas (Corrientes, Argentina)". *Anuario do Instituto de Geociencias – UFRJ*. 40 (1), 15-25.

▪ Contreras F. I. y Paira A. R. (2015). "Comparación morfométrica entre lagunas de la planicie aluvial del río Paraná Medio y la Lomada Norte (Corrientes, Argentina)". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*. 24 (1): 61-71.

▪ Contreras, F. I., Meza, J. C., Scipioni, N., Hernández, D. R., & Ruiz-Díaz, F. J. (2017). Cambios morfométricos de lagunas aluviales del río Paraná y su incidencia en la diversidad ictica. *Revista veterinaria*, 28(1), 51-55.

▪ Chuvieco Salinero, E. (2008) *Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio*. 3ra.edición. Barcelona - España. Editorial Ariel.

▪ Cruz Romero Bartolo, Gaspari Fernanda J., Rodríguez Vagaría, Alfonso M., Carrillo González Fátima M., y Téllez López Jorge (2015)

Análisis morfométrico de la cuenca hidrográfica del río Cuale, Jalisco, México. *Investigación y Ciencia*, 23 (64): 26-34.

▪ De los Reyes, F. I. (2013). *Instauración del extractivismo en la provincia de Corrientes. La nueva producción arrocerá y sus consecuencias socioambientales*. X Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

▪ Domínguez, J., Pagliettini, L., Stortini, M., y Robles, D. (2010). Cambios en la estructura agraria del departamento de Mercedes, provincia de Corrientes (Argentina), al difundirse el arroz en la zona. Análisis de la subcuenca del arroyo Ayuí. *Revista Ambiente y Desarrollo*, Vol. XIV no. 26, enero-junio.

▪ Fornerón, C. F., Piccolo, M. C., y Carbone, M. E. (2010) Análisis morfométrico de la laguna Sauce Grande (Argentina), *Huellas*, 14(23), 11-30.

▪ Frazier, S. (1998) *Visión General de los Sitios Ramsar. Una Sinopsis de los Sitios Ramsar*. Wetlands International, Convención Sobre los Humedales, Wageningen, Holanda. 42 pp

▪ González, E. L., y Martínez, F. (2020) *Morfometría de Lagunas Chilenas mediante Tratamiento de Imágenes*.

▪ Mayorga, R., Martínez, F., y Manríquez, H. (2020) Morfometría y distribución de los lagos de Chile.

- Neiff, J. (2003) “Los Ambientes Acuáticos y Palustres del Iberá”. En: Poi de Neiff A. (Ed.) *Limnología del Iberá: Aspectos físicos, químicos y biológicos de las Aguas*. EUDENE.
- Olaya, V. (2014) “Sistemas de Información Geográfica.” Extraído de <http://volaya.es/writing/>
- Pagliettini, L., y Gil, G. (2008) “El valor del agua en el proceso productivo. Análisis en la cuenca del río Miriñay”. *Revista brasileira de Recursos Hídricos*, 13(3), 165-175.
- Quirós, R. (2004) “Sobre la Morfología de las Lagunas Pampeanas”. Serie de Documentos de Trabajo del Área de Sistemas de Producción Acuática. Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Documento N° 3, 16 pp.
- Ramos, M. L. (2008) “¿El o los campos? tipología de explotaciones agropecuarias arroceras de la provincia de Corrientes en la Argentina”. *Revista de estudios regionales y mercado de trabajo*, (4), 119-150.
- Schnack, J. A., De Francesco, F. O., Colado, U. R., Novoa, M. L., y Schnack, E. J. (2000). Humedales antrópicos: su contribución para la conservación de la biodiversidad en los dominios subtropical y pampásico de la Argentina. *Ecología Austral*, 10(01): 063-080.
- Timms, B. (1992) *Lake Geomorphology*. Gleneagles Publishing. Australia