

Principi, N. C. 2017. Avances para la obtención del mapa de aptitud agrícola en la cuenca del río Luján con evaluación multicriterio. *Red Sociales, Revista del Departamento de Ciencias Sociales, Vol. 04 N° 05: 157-167.*

AVANCES PARA LA OBTENCIÓN DEL MAPA DE APTITUD AGRÍCOLA EN LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN CON EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Noelia C. Principi

Universidad Nacional de Luján

Departamento de Ciencias Sociales

Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica
(PRODISIG)

Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO)

noeliaprincipi22@hotmail.com

RESUMEN

El trabajo presenta avances teóricos-metodológicos para la obtención de un mapa donde se determinen las áreas de aptitud para el desarrollo o la expansión agrícola en la cuenca del río Luján. A partir de las técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) apoyadas en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) existen importantes posibilidades para mejorar el proceso de toma de decisiones espaciales, en el marco de una Geografía Aplicada. En este sentido, el trabajo presenta un avance en la aplicación de técnicas de EMC y focaliza en la obtención del mapa de aptitud agrícola que luego será utilizado, junto al mapa de aptitud urbana y aptitud para la conservación, para realizar un modelamiento de la distribución de áreas con potencialidad de conflicto entre usos del suelo en la cuenca.

Palabras clave: Aptitud agrícola - Evaluación multicriterio – Sistemas de Información Geográfica – Cuenca del Río Luján

ABSTRACT

The article presents theoretical and methodological advances to obtain a map that determines the areas of aptitude for development of agricultural expansion in the Luján river basin. There are important possibilities to improve the spatial decision making process within the framework of Applied Geography, based on the techniques of Multicriteria Evaluation (MCE) based on the use of Geographical Information Systems (GIS). In this sense, the article presents an advance in the application of MCE together with the map of urban and conservation aptitude, to perform a modeling of the distribution of areas with potential for conflict between land uses in the basin.

Keywords: Agricultural aptitude - Multicriteria evaluation - Geographic Information Systems - Luján River Basin

1. Introducción

La relevancia de los procedimientos metodológicos basados en Evaluación Multicriterio (EMC) reside en que permiten analizar el espacio geográfico con fines de apoyo a su planificación. En esta aplicación se presentará un avance en esta línea, para la obtención de un mapa que presente la aptitud del suelo para el uso agrícola, utilizando diferentes variables integradas en un Sistema de Información Geográfica (SIG), a partir de dos avances realizados para la obtención y el mejoramiento de los criterios utilizados en la elaboración del mapa.

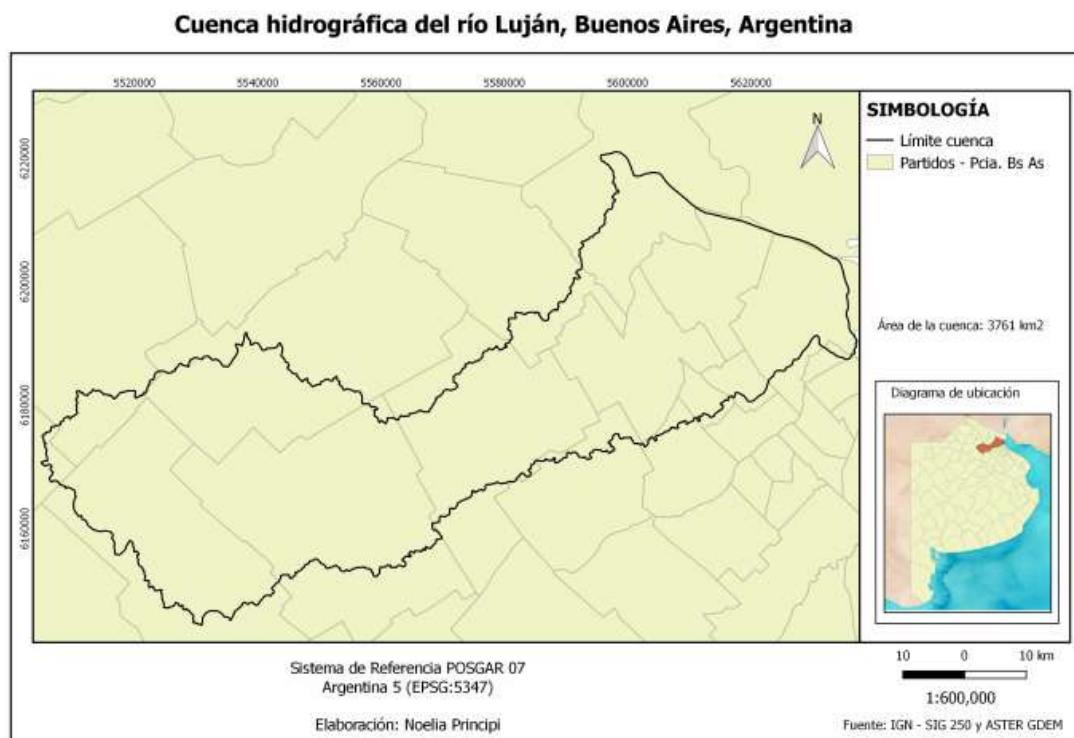
Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación “*Análisis espacial y evaluación de zona de potenciales conflictos ambientales, productivos y patrimoniales ante la expansión urbana en la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina)*”¹, que se realiza con apoyo institucional de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) de la República Argentina, en la Universidad Nacional de Luján (UNLu) y forma parte del proyecto de investigación correspondiente a una beca de investigación de la UNLu² “*Evaluación Multicriterio con Sistemas de Información Geográfica para la identificación de áreas con potencial conflicto entre usos del suelo en la cuenca del Río Luján (Buenos Aires, Argentina)*”.

¹ Proyecto PICT 2014-1388. Director: Gustavo D. Buzai, Co-directora: Sonia L. Lanzelotti, Investigadores Luis Humacata, Noelia Principi, Gabriel Acuña Suárez y Claudia A. Baxendale. Vigencia 2016-2018.

² Proyecto de investigación propio, correspondiente a una beca de investigación, categoría perfeccionamiento, de la Universidad Nacional de Luján (2016-2018), dirigida por el Dr. Gustavo D. Buzai. Periodo 2016-2018.

El área de estudio fue delimitada por Lanzelotti y Buzai (2015) a partir de ajustar los límites definidos en Buzai (2002) y Paso Viola (2013) mediante la utilización de imágenes satelitales SRTM y ASTERGDEM corregidas mediante interpretación visual.

Figura 1. Área de estudio



2. Evaluación multicriterio

La EMC consiste en un conjunto de técnicas que están orientadas a facilitar el proceso de toma de decisiones. Se evalúan diferentes alternativas a través de múltiples criterios y objetivos. El análisis de EMC comienza con una información básica compuesta por variables cartográficas que sirven como criterios para realizar los procedimientos de evaluación. Hay dos tipos de criterios: los *factores*, que son aquellos que presentan valores continuos de aptitud locacional en cada variable, o los *limitantes*, también denominados *restricción*, que actúan con la finalidad de asignar resultados en un sector delimitado del área de estudio con fin restrictivo. Mientras los primeros realzan la posibilidad de algunas

posibilidades, los segundos restringen la disponibilidad de algunas alternativas en función de lo que se está evaluando.

Las formas de vinculación de los criterios se denominan *reglas de decisión* y su proceso de aplicación *evaluación*. La regla de decisión debe permitirnos integrar de manera coherente los diferentes criterios implicados en la evaluación. Una vez que la regla de decisión está estructurada, el paso siguiente que es la aplicación es lo que se denomina *evaluación* y será lo que finalmente generará el modelo de decisión con los resultados finales de la EMC.

3. Avances teóricos-metodológicos para la obtención del mapa de aptitud agrícola en la cuenca del río Luján

En una primera instancia de investigación se realizaron las definiciones preliminares consistieron en evaluar diferentes capas temáticas que podrían ser incluidas en el análisis de EMC considerando el objetivo: aptitud agrícola. Se consideraron las variables del proyecto SIG-250³ del Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina (IGN) y se seleccionaron aquellas que contenían información relevante para el logro del objetivo. Todas las variables están en formato vectorial y debieron ser convertidas a formato raster para luego ser trabajadas con el software IDRISI Selva 17.0, con el que se realizó la aplicación metodológica. En este punto la intervención del investigador es importante al definir desde el punto de vista teórico y empírico qué variables se incluyen dentro de las posibilidades existentes, considerando la significancia que posean para lograr el objetivo. En los apartados siguientes se presentará el camino teórico-metodológico realizado para la obtención del mapa de aptitud agrícola.

3.1. Primer acercamiento al mapa de aptitud agrícola

En función de las variables disponibles se seleccionaron tres vinculadas al objetivo. En primera instancia se seleccionó la capa temática correspondiente a las alturas, que fue extraída de un modelo de elevación digital (MED) Aster, y contempla la categorización de las alturas cada 10 metros (de 0 a 60 msnm). Luego se consideró la variable de coberturas del suelo, que presenta la siguientes categorías (ordenadas según la importancia para el objetivo): uso de tierra mixto; plantaciones perennes; bosque artificial; cañadas; bañados; ciénaga, tremedal, tembladeral; paleocauce o cauce abandonado; cordones o acumulación

³ El proyecto SIG-250 del IGN permite la descarga libre de diferentes capas temáticas a escala nacional y provincial en escala 1:250000, en el siguiente enlace: <http://www.ign.gob.ar/sig#descarga>

de conchillas y planta urbana. Finalmente, se consideró la infraestructura rural preexistente, que contempla la presencia de estancias, cabañas y almacenes rurales.

En cada variable se aplicaron diferentes procedimientos para la creación de factores. Uno de los procedimientos es el cálculo de distancias, considerando la distancia Euclidiana, en línea recta, con las unidades del sistema de referencia utilizado⁴. El otro procedimiento que se aplica a todas las variables es el cálculo *fuzzy*, que consisten en una estandarización de las variable en valores de 0 a 255; se la conoce con estandarización difusa porque permite romper con las clasificaciones rígidas porque cada unidad mínima de representación se clasifica en cuanto al nivel que tiene entre los extremos de mínima (0) y máxima (255) aptitud, creando una escala continua para cada factor considerado. El proceso *fuzzy* permite que los factores puedan ser combinados para obtener el producto cartográfico final.

A continuación se explicitan los criterios utilizados en cada variable para la creación de los factores:

(i) Alturas. Aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0, la cobertura de mayor aptitud, 60 msnm, en la categoría de mayor altura)

Criterio: Altura del terreno

(ii) Suelos. Reclasificación en el orden mencionado anteriormente: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 respectivamente. Aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0, la cobertura de mayor aptitud, uso de tierra mixto, en la primera categoría)

Criterio: Coberturas del suelo

(iii) Infraestructura rural. Cálculo de distancias, aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0, en distancias de 0 a 4000 metros).

Criterio: Cercanía a la infraestructura rural existente

Con los tres factores creados el paso siguiente es realizar la EMC para combinarlos y obtener las áreas de mayor aptitud. Al momento de combinar los factores se deben determinar las preferencias, es decir, establecer la importancia de cada factor para el objetivo. En este punto se apela al conocimiento teórico y la consulta a un experto para utilizar el método de ponderación por ranking recíproco propuesto por Malczewski (1999), que considera la formulación de un ranking de importancia para cada variable, donde la variable más importante adquiere el valor 1, la segunda el valor 2 y así sucesivamente.

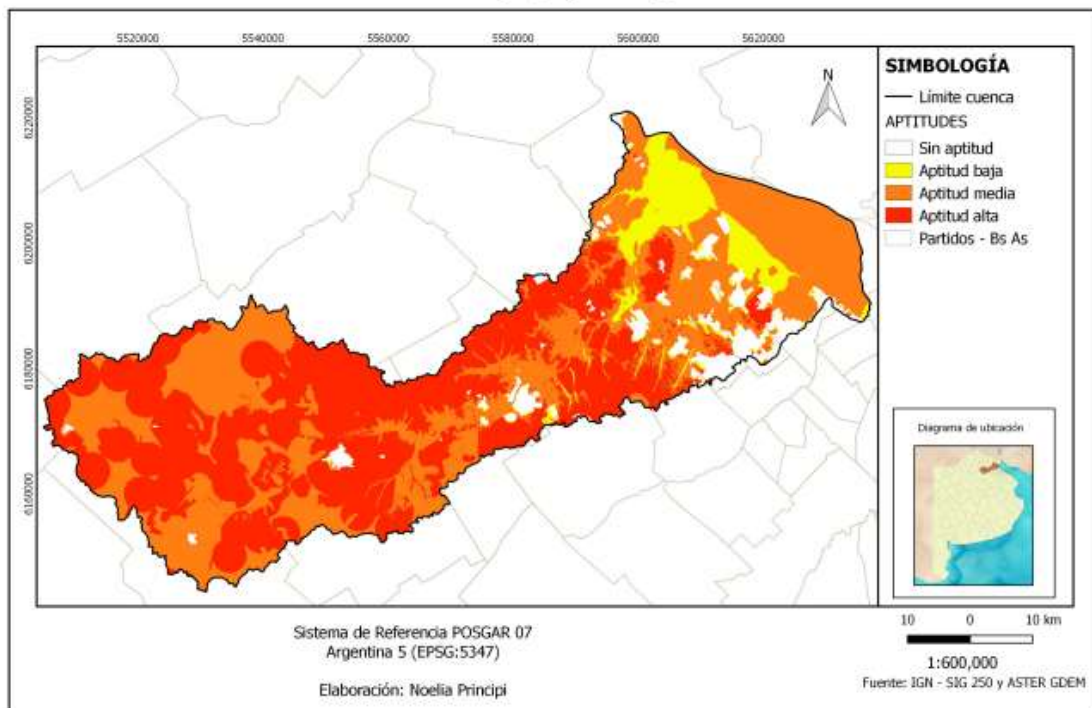
⁴ En la aplicación se trabaja con unidades en metros. El sistema de referencia es POSGAR 07 – Argentina 5.

Luego, se estandarizan los valores de acuerdo a la proporcionalidad de cada uno respecto del mayor valor posible y finalmente cada proporcional se divide por el valor de sumatoria de las proporciones. Es decir, en este caso el investigador debe decidir el ranking de los criterios pero los pesos se obtienen a través del método.

Para el objetivo agrícola se consideró el siguiente orden de importancia de los factores: Relieve (1), Suelos (1), Infraestructura rural (3). Los pesos asignados para la EMC fueron de 0,43; 0,43 y 0,14 respectivamente. El mapa resultante se encuentra en el rango de 0-255, por lo que se lo reclasifica en tres categorías de aptitud: baja 0-85, media 85-170 y alta 180-255).

Figura 2. Mapa de aptitud agrícola a partir de EMC

Cuenca del río Luján, aptitud agrícola



A partir de la EMC se logra obtener el mapa de aptitud agrícola para la cuenca del río Luján, donde se puede observar la distribución de áreas con aptitud alta y media, principalmente en la cuenca alta y media del río Luján. La aptitud alta representa un 45%

del territorio de la cuenca y junto a la aptitud media suman un 88% de la superficie, claramente el área de estudio presenta una alta potencialidad para el desarrollo o la expansión agrícola. Las de alta aptitud se corresponden con las áreas actuales de uso de la tierra mixto según las coberturas del suelo del IGN. Como zona de baja aptitud se observa el área de bañados en la cuenca baja del río Luján. Las áreas que aparecen sin aptitud son las áreas urbanas actuales.

3.2. Revisión y mejoramiento del mapa de aptitud agrícola

A partir de una estadía de investigación el Instituto de Hidrología de Llanuras⁵ se trabajó con especialistas para mejorar los criterios utilizados para la primera aproximación al mapa de aptitud agrícola. En este sentido, desde la mirada agronómica, se consideró que un criterio fundamental a tener en cuenta para definir áreas de aptitud para el desarrollo agrícola está vinculado al índice de productividad que presentan los suelos del área de estudio.

El índice de productividad (IP), en su fórmula de cálculo, considera factores que son propiedades de los suelos vinculados a la productividad. Fue desarrollado por Riquier et al. (1970) y mejorado por el Instituto de Evaluación de Tierras del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-Centro de Investigación de Recursos Naturales (INTA-CIRN) que le introdujo modificaciones agroecológicas locales. Los datos del IP se obtuvieron a partir de las cartas de suelo de INTA en escala 1:50000, que utiliza la siguiente fórmula:

[1]

$$IPt = H \times D \times Pe \times Ta \times Tb \times Sa \times Na \times Mo \times T \times E$$

donde:

IPt = Índice de productividad

H = Disponibilidad de agua

D = Drenaje

Pe = Profundidad efectiva

⁵ El Instituto de Hidrología de Llanuras “Dr. Eduardo Jorge Usunoff” es un centro de investigación y servicios de triple dependencia (Comisión de Investigaciones Científica de la Provincia de Buenos Aires. -CIC-, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. -UNCPBA- y Municipalidad de Azul). Sus objetivos son realizar investigación, transferencia, innovación, docencia y consultoría en Recursos Hídricos. La estadía de investigación se realizó del 19 al 27 de abril del 2017.

Ta = Textura del horizonte superficial

Tb = Textura del horizonte subsuperficial

Sa = Contenido de sales solubles (dentro de los primeros 75 cm)

Na = Alcalinidad sódica (considerada hasta 1 m)

Mo = Contenido de materia orgánica

T = Capacidad de intercambio catiónico

E = Erosión

Como se observa en el detalle de la fórmula, este índice está vinculado directamente a la aptitud edáfica para la producción agrícola-ganadera. El IP modifica su valor en función de limitantes de cada una de las propiedades consideradas. Para poder analizar el IP en función del análisis de aptitud para el objetivo del trabajo existe una referencia general donde se establecen los siguientes rangos, teniendo en cuenta que el IP arroja datos entre 0 y 100:

100 a 70: Corresponden a tierras con aptitud agrícola de alta productividad

69 a 50: Corresponden a tierras con aptitud agrícola-ganadera

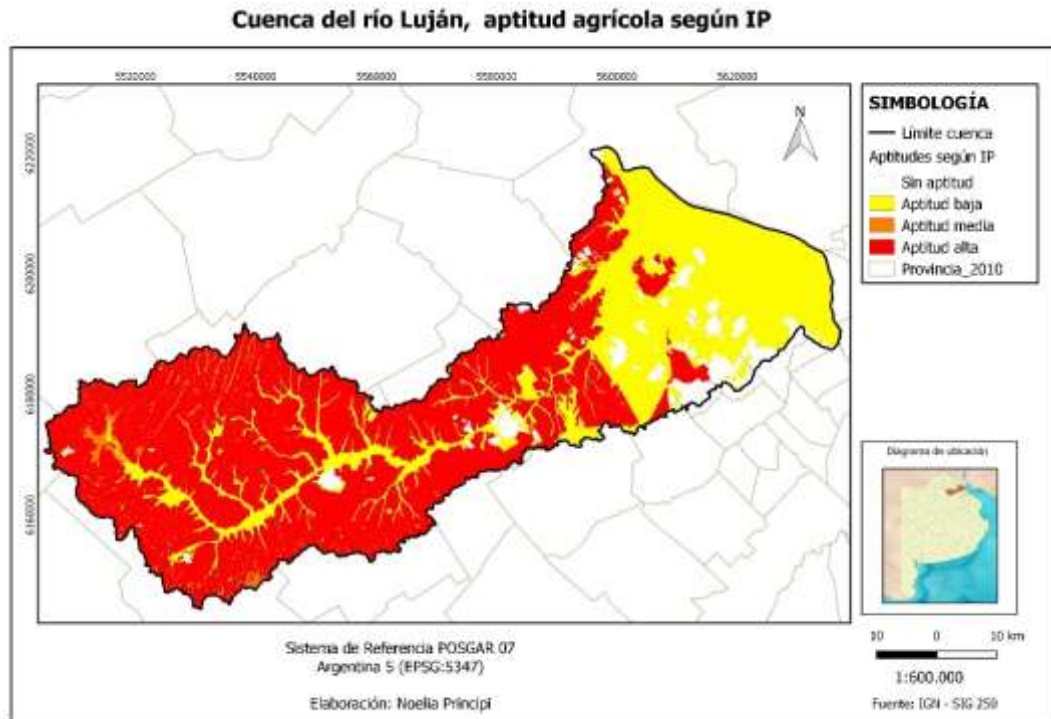
49 a 30: Corresponden a tierras con aptitud ganadero-agrícola

< de 29 Corresponden a tierras con aptitud ganadera

De esta manera, si el índice de productividad supera el valor 50 se puede considerar que la aptitud para el desarrollo agrícola es alta, mientras que la aptitud disminuye a media en el rango de 30 a 49, donde existen condiciones edáficas favorables para la ganadería principalmente y la aptitud para el desarrollo agrícola será baja donde el índice no supere el valor de 29.

A partir de estos datos se realizó una segunda aproximación al mapa de aptitud agrícola de la cuenca del río Luján en función del índice de productividad. Es importante poder comparar este mapa de productividad con la cobertura actual de usos del suelo del área de estudio y de esta manera mejorar el mapa, para esto se está avanzando en una clasificación de imágenes satelitales Landsat.

Figura 3. Mapa de aptitud agrícola según índice de productividad



El mapa resultante muestra una extensa superficie de la cuenca con aptitud alta para el desarrollo agrícola, corresponde a un 60% del total del área de estudio y junto a las áreas de aptitud media suman 62%. Mientras que la cuenca baja y las áreas cercanas a los cursos de agua presentan baja aptitud para el desarrollo agrícola, considerando la productividad edáfica. Nuevamente aparecen sin aptitud las áreas urbanas actuales.

4. Conclusiones

Los avances realizados para la obtención del mapa de aptitud agrícola a partir de la aplicación de EMC permiten demostrar que las áreas más aptas para la expansión o desarrollo agrícola se localizan principalmente en la cuenca alta y media del río Luján. Este tipo de mapa además de brindar la posibilidad de conocer las áreas con diferentes aptitudes para un determinado uso del suelo, en este caso agrícola, permitiría poder realizar una comparación y superposición con mapas que contemplen las aptitudes para otros usos del

suelo, como el urbano y de conservación, a fin de conocer aquellas áreas que podrían presentar conflictos futuros entre los diferentes usos del suelo y de esta manera poder modelizar con el fin de apoyar las decisiones espaciales de la planificación territorial. En esta línea de trabajo se seguirá avanzando a partir de los proyectos de investigación mencionados previamente.

Para finalizar, es importante destacar que la realización de este trabajo de aplicación ha permitido conocer la potencialidad que presenta la EMC para obtener resultados en el marco de una Geografía Aplicable/ Aplicada y reconocer la importancia que tiene la definición y revisión de los diferentes criterios que guían el desarrollo metodológico de la EMC. En este sentido la posibilidad de contar con el asesoramiento de especialistas es fundamental para utilizar criterios significativos para el objetivo propuesto. Este tipo de trabajo puede convertirse en una herramienta de importancia para la planificación territorial al poder ser transferible a organismos de gestión y planificación, con el objetivo de que puedan utilizar los resultados obtenidos con la finalidad de potenciar aquellas áreas que presentan las mayores aptitudes de desarrollo de determinados usos del suelo o de mitigar los efectos negativos de la competencia entre los mismos y de esta manera lograr una mejor eficiencia y equidad espacial.

5. Bibliografía

- Barredo, J.I. (1994). Evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Madrid. Rama.
- Buzai, G.D. y Baxendale, C.A. (2007). Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo: identificación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (Primera parte: descripción metodológica). *Fronteras*. 6 (6), 45-49.
- Buzai, G.D. y Baxendale, C.A. (2008). Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo: identificación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (Segunda parte: aplicación). *Fronteras*. 7 (7), 33-39.
- Entraigas, I. (2000). *Regionalización ecológica del partido de Salliqueló e identificación del grado de vulnerabilidad del sistema acuífero*. Tesis de maestría en Investigación Biológica Aplicada con Especialización en las Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires).
- Gómez D. M. y Barredo Cano, J.I. (2006). Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. México- Alfaomega – RaMa.
- Lanzelotti, S.L.; Buzai, G.D. 2015. *Delimitación de la cuenca del río Luján, Provincia de Buenos Aires Argentina*. Informe Técnico N° 1. PICT-2014_1388. GESIG-PRODISIG, Universidad Nacional de Luján. Luján.

Malczewski, J. (1999). GIS and multicriteria decision analysis. New York. John Wiley & Sons.

Paso-Viola, L.F. (2016). Origen del Río Luján en el área imbrífera localizada en los partidos de Chacabuco, Suipacha y Carmen de Areco y su representación cartográfica. *Red Sociales. 3(1):17-30*.

Riquier, J., D. Bramao y J. Cornet. (1970). *A new system of soil appraisal in terms of actual and potencial productivity (First approximation)*. FAO, Mimeo AGL: TESR/70/6. Roma.