

## USO POTENCIAL AGRÍCOLA Y UTILIZACIÓN EFECTIVA DEL TERRITORIO: EL CASO DE LA CUENCA MEDIA DEL RÍO LUJÁN, ARGENTINA

Eloy Montes Galbán

Universidad Nacional de Luján - Instituto de Investigaciones Geográficas / CONICET

[emontesgalban@gmail.com](mailto:emontesgalban@gmail.com)

### Resumen

El análisis de las coberturas y usos de la tierra integra el conocimiento sobre las condiciones del medio físico-natural, sus potencialidades y la utilización efectiva a que ha sido sometida una unidad territorial, permitiendo identificar posibles conflictos entre usos. En el presente trabajo se buscó contrastar las zonas de uso potencial agrícola con las coberturas y usos actuales del territorio en la cuenca media del río Luján. Mediante el modelado espacial con Sistemas de Información Geográfica [SIG] se aplicó un procedimiento estadístico de tabulación cruzada. Como resultado principal se obtuvo un mapa comparativo de las zonas con potencial aptitud agrícola vs. las coberturas y usos de la tierra en el año de referencia 2020. Asimismo, se elaboró un mapa que identifica posibles áreas críticas que requieren de una evaluación detallada, con el propósito de determinar aquellas zonas que se encuentran bajo un aprovechamiento o uso inadecuado de la tierra y que estén siendo afectadas por procesos de degradación ambiental; por otro lado, se identificaron áreas que posiblemente requieran de cambios en las actividades económicas y los sistemas de producción, con el objetivo de lograr una optimización en el uso del espacio que esté acorde a las potencialidades que ofrece.

**Palabras clave:** uso potencial agrícola, coberturas y usos de la tierra, Sistemas de Información Geográfica, cuenca media del río Luján.

### Abstract

The analysis of land coverage and uses integrates knowledge about the conditions of the physical-natural environment, its potential and the effective use to which a territorial unit has been subjected, allowing the identification of possible conflicts between uses. In the present work, we sought to contrast the areas of potential agricultural use with the current coverage and uses of the territory in the middle basin of the Luján River. Using spatial modeling with Geographic Information Systems [GIS], a statistical cross-tabulation procedure was applied. As the main result, a comparative map of the areas with potential agricultural suitability vs. land coverage and uses in the reference year 2020. Likewise, a map was prepared that identifies possible critical areas that require a detailed evaluation, with the purpose of determining those areas that are under inappropriate exploitation or use of the land. land and that are being affected by environmental degradation processes; On the other hand, areas were identified that possibly require changes in economic activities and production systems, with the aim of achieving optimization in the use of space that is in accordance with the potential it offers.

**Keywords:** potential agricultural use, land coverage and uses, Geographic Information Systems, middle basin of the Luján River.

### INTRODUCCIÓN

El análisis de los usos de la tierra es fundamental, porque permite evaluar las relaciones entre el uso actual, el uso potencial y los usos recomendables. Asimismo, permite la detección de posibles conflictos generados a partir de la dinámica y evolución espacial de los diferentes aprovechamientos y funciones asignadas al territorio.

En el presente trabajo se aborda la comparación de dos dimensiones espaciales. La primera, da cuenta de la integración de factores y restricciones de carácter agronómico, socioeconómico y ambiental. Se

presenta como un mapa síntesis de zonificación del uso potencial agrícola clasificado en cinco clases de aptitud (Muy apta, Apta, Moderadamente apta, Marginalmente apta y No apta).

La segunda dimensión, está conformada por un mapa de “coberturas y usos de la tierra” que se clasifica en ocho categorías (Bosque, Matorral, Pastizal, Cultivos, Construido, Suelo desnudo / Vegetación escasa, Cuerpos de agua permanente y Herbáceo humedal).

En el presente trabajo tiene como objetivo contrastar las zonas de uso potencial agrícola con las coberturas y usos actuales del territorio en la cuenca media del río Luján. La resolución metodológica se alcanza mediante el modelado espacial con Sistemas de Información Geográfica [SIG] aplicando un procedimiento estadístico de tabulación cruzada.

A partir los análisis se obtuvo como resultado principal un mapa con la combinación de zonas que representan las categorías de comparación entre las dos dimensiones y, un mapa con la detección áreas críticas. Los resultados obtenidos posibilitan avanzar en la evaluación de la viabilidad de alternativas e implementación de programas y planes de desarrollo agrícola que contemplen la conservación de los recursos naturales en el contexto de las cuencas hidrográficas como unidades de análisis.

## **MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL**

### **Geografía y el análisis de los usos de la tierra**

Los estudios geográficos pueden tener dos orientaciones generales, aquellos que apuntan a la obtención de un cuerpo de conocimientos racionales, metódicos, sistemáticos y verificables sobre el espacio geográfico (Geografía como ciencia pura) y los que buscan aplicar esos conocimientos en la resolución de problemas prácticos que generen acciones tendientes a cambiar esa realidad geográfica materializada en el territorio (Geografía Aplicada). En este caso, se busca avanzar en el análisis de las coberturas y usos de la tierra, para lo cual fue necesario integrar el conocimiento sobre las condiciones del medio físico-natural, sus potencialidades y compararlo con la utilización efectiva a que ha sido sometido el territorio. Esto permitirá orientar las propuestas y alternativas de intervención que se presentan en los programas y proyectos de planificación y gestión del territorial.

Los análisis de los usos de la tierra que se realizan desde la Geografía buscan dar respuesta a las relaciones entre el uso actual, el uso potencial, los usos recomendables y los conflictos de uso generados en muchos casos por los cambios en el conjunto de aprovechamientos y funciones que se dan en la superficie terrestre. Al respecto Méndez Vergara (2006) señala:

El uso de la tierra es entonces un proceso que expresa la utilización “efectiva” a que ha sido sometida una unidad territorial, a escala diversa, y la forma como se ha intervenido el factor de producción recursos naturales (agua, suelos, vegetación, fauna, yacimientos mineros y fuentes de energía), accionados por otros factores; capital, trabajo, tecnología y organización en la producción de bienes y servicios. Por lo tanto, refleja la preferencia de miembros de la sociedad que ocupan, aprovechan y controlan áreas del espacio geográfico o del territorio para el desarrollo de ciertas actividades económicas y sistemas de producción, así como la disposición de ciertos patrones de asentamientos, para configurar una red que integra lo local con lo regional y su proyección en ámbitos mayores. (p. 80)

Desde un punto de vista paradigmático la investigación se sustenta en los conceptos y métodos aportados por la Geografía cuantitativa, logrando su operacionalización a través de la Geografía Aplicada sus métodos y técnicas, que se basa actualmente en el análisis espacial cuantitativo con SIG y su focalización es empírica (Buzai, 2018).

## Sistemas de evaluación de tierras y uso potencial agrícola

De acuerdo a la conceptualización de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2001) la 'Evaluación de tierra' implicaría:

...el proceso de apreciación de su comportamiento cuando la misma se destina a fines específicos, involucrando la ejecución e interpretación de mediciones y estudios de las formas de las tierras, de los suelos, de la vegetación, del clima y de otros aspectos de modo de identificar y poder comparar sus usos promisorios en términos de aplicabilidad de los objetivos de la evaluación... (FAO, 2001).

A partir de esta valoración, los estudios sobre evaluación de la tierra deberían combinar las distintas calidades/limitaciones de la tierra en relación a su posible uso o no uso (FAO, 2001).

Cuando el proceso de evaluación se realiza con propósitos agrícolas, entonces el objetivo se orientará a definir unidades agrícolas y en la medida predecir el rendimiento de la tierra para usos generales, y sobre esa base planificar y diseñar los programas, y proyectos para el manejo y la gestión de las actividades agrícolas en el contexto de una cuenca hidrográfica (Watler, 2017).

En base a lo anterior, se realizan los estudios que buscan modelizar el uso potencial agrícola y determinar los diferentes grados de aptitud del suelo, combinando variables biofísicas, ambientales y socio-económicas, de forma que logre una zonificación de aptitud que integre el mayor número de criterios. Asimismo, desde un punto de vista teórico-metodológico, existen ya se han desarrollado elementos conceptuales como el esquema de evaluación de tierras de la FAO (1976) que permite orientar la generación de las clases de 'aptitud' finales que se utilizan en este tipo de trabajos. Para el caso de la cuenca del río Luján existen una serie de antecedentes en la temática, los cuales fueron revisados y analizados en trabajos anteriores (para mayor detalle véase Montes Galbán, 2022b).

## MARCO METODOLÓGICO

### Caracterización y delimitación del área de estudio

El área de estudio se basa en la definición espacial de la cuenca media del río Luján (Figura 1) realizada en trabajos técnicos previos (Montes Galbán, 2020 y 2022a), comprende una superficie de 611,58 km<sup>2</sup>, y se encuentra atravesada por el río Luján con una orientación sudoeste – noreste, desde un punto de vista político-administrativo se sitúa en la provincia de Buenos Aires, contenida en 5 unidades espaciales que corresponden a los partidos: Exaltación de la Cruz, General Rodríguez, Luján, Mercedes y Pilar, los cuales tienen coincidencia espacial con los Municipios. Las mencionadas jurisdicciones suman una población total de 761.610 habitantes según datos del último *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas* del año 2022 (INDEC, 2022).

El área de estudio se ubica en una región climática clasificada como 'templado húmedo', siendo la precipitación media anual de 946 mm y la temperatura media anual de 16,4 °C. (Irizar & Andriulo, 2017). La vegetación natural dominante en la región Pampeana es de pastizales, caracterizados por una estepa gramínea o también denominado flechillar típico, correspondiendo a la denominada provincia Fitogeográfica Pampeana (Cabrera, 1976). Sin embargo, Pereyra & Ragas (2021) afirman:

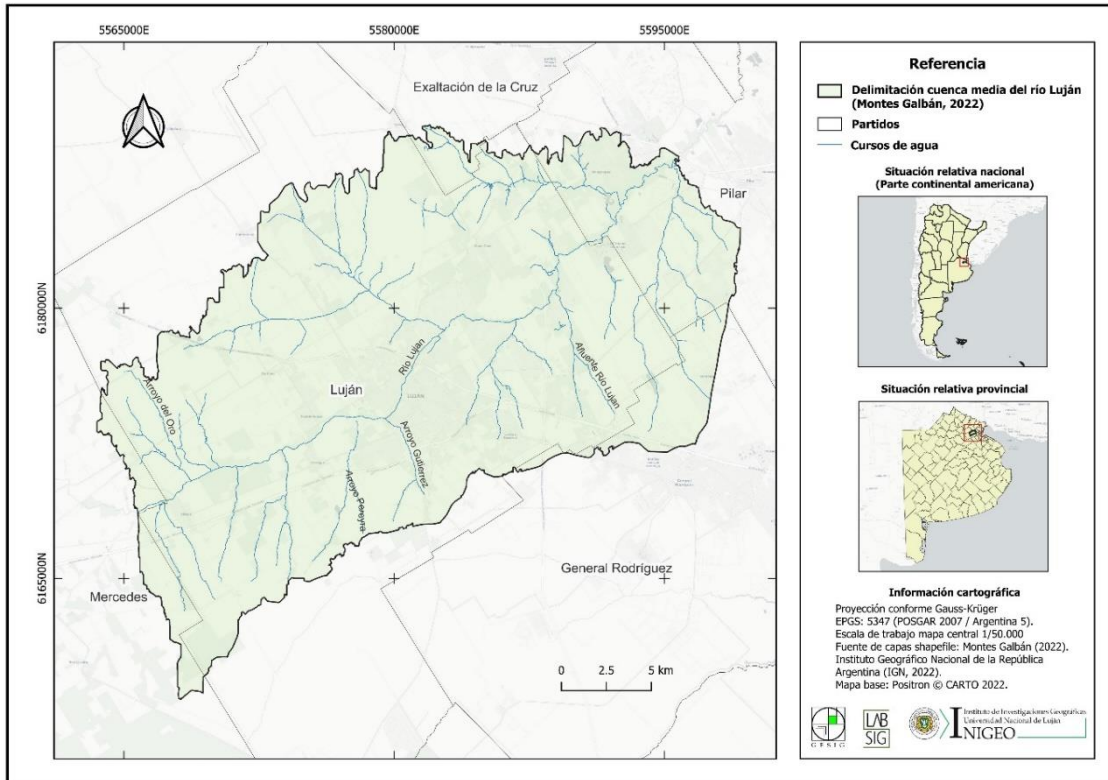
...que debido a la gran influencia de las actividades antrópicas en la Región Metropolitana Bonaerense (tanto por actividades agropecuarias, como urbanas) es necesario considerar que la vegetación natural ha desaparecido total o parcialmente, quedando relictos de las mismas. A ello se le fueron sumando a lo largo del tiempo, especies exóticas que colonizaron rápidamente la región. (p. 6)

En cuanto al relieve es suavemente ondulado con sectores deprimidos. La Región Pampeana es una unidad heterogénea de bajo relieve relativo debido en gran medida al accionar del proceso eólico, configurando una planicie loésica. (Pereyra & Ragas, 2021). En la cuenca estudiada las mayores

elevaciones rondan los 43 m s. n. m. y las menores 3,68 m s. n. m. con pendientes promedio de 1,27 %. Los suelos típicos de la zona corresponden a Argiudoles de textura franco limosa (INTA, 2022).

En cuanto al sistema de producción que destaca en esta región de la Pampa (al norte de Buenos Aires), es la agricultura continua bajo siembra directa (SD) con especies de ciclo primavero-estival, fundamentalmente soja y secundariamente maíz, ocupando aproximadamente 70% y 15% de la superficie agrícola, respectivamente (Irizar & Andriulo, 2017).

**Figura 1: Localización y extensión de la cuenca media del río Luján**



**Fuente:** Montes Galbán, 2022b.

### Fuente de datos

Los datos utilizados en la investigación provienen de dos fuentes. La primera, está referida a una capa en formato raster (GeoTIFF) producto de trabajos anteriores (Montes Galbán, 2022b) en la cual se obtuvo una “Zonificación del uso potencial agrícola para la cuenca media del río Luján” mediante un análisis de evaluación multicriterio (EMC) apoyado en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se integró una serie capas temáticas que dan cuenta de factores y restricción de carácter agronómico, socioeconómico y ambientales.

La segunda fuente de datos, corresponde al producto global de coberturas terrestre de acceso libre *WorldCover* (versión 1.0) desarrollado por la Agencia Espacial Europea (Zanaga et al., 2021). El producto utilizado se encuentra disponible en formato raster (GeoTIFF) con una resolución espacial de 10 m para el año de referencia 2020, basado en datos de Sentinel-1 y Sentinel-2, contiene 11 clases de coberturas terrestres y esta validado de forma independiente con una precisión global del 74,4% (European Space Agency, 2020). Desde la herramienta de mapeo web (*WorldCover viewer*) se procedió a descargar la escena “ESA\_WorldCover\_10m\_2020\_v100\_S36W060\_Map” la cual contiene el área de interés (mosaico de 3 x 3 grados).

Las capas antes mencionadas, se trabajaron en una resolución espacial con celdas de 10 x 10 metros. En una etapa de pre-procesamiento se realizaron reproyecciones cartográficas hasta tener todas las capas del proyecto en el EPSG: 5347, POSGAR 2007 / Argentina 5, esto permitió unificar toda la base de datos bajo un mismo sistema de referencias de coordenadas planas (Proyección conforme Gauss-Krüger) lo que facilitó los posteriores procedimientos.

### **Tratamiento de los datos**

Los procedimientos de análisis estadísticos y espacial, así como las salidas cartográficas finales se realizaron mediante el *software QGIS* versión 3.26.3-Buenos Aires (QGIS Development Team, 2022) y el complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (Congedo, 2021). El tratamiento de los datos se llevó a cabo en dos fases.

La primera, consistió en sistematizar y ajustar la base de datos para que haya una correspondencia espacial entre las dos dimensiones trabajadas. Se tomó como referencia inicial la capa raster sobre las zonas con potencial aptitud agrícola, para luego proceder al recorte y adecuación de la capa raster sobre coberturas y usos de la tierra.

En segundo lugar, a través de un procedimiento estadístico de tabulación cruzada se pudo contrastar las zonas con potencial aptitud agrícola vs. las coberturas y usos de la tierra. Para este procedimiento se utilizó el complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) desarrollado para el *software QGIS* (Congedo, 2021) el cual permite el cálculo de un raster y una matriz de clasificación cruzada. El procedimiento consiste en un cuadro de dos dimensiones y cada dimensión contiene una variable, que a su vez se subdivide en categorías. En este caso se comparan dos capas de información geográfica, por un lado, las “zonas con potencial aptitud agrícola” que se subdivide en cuatro categorías y; por el otro, las “coberturas y usos de la tierra” que se subdivide en ocho categorías. El procedimiento permitió determinar el área para las 32 combinaciones resultantes.

Los productos obtenidos del tratamiento anterior constan de una capa raster cruzada (en formato GeoTIFF) donde los valores de cada celda representan las categorías de comparación (es decir, combinaciones identificadas - *CrossMatrixCode*) entre las dos dimensiones. Además, se obtuvo un archivo de texto que contiene una tabla con los datos de la matriz de tabulación cruzada (un archivo .csv separado por tabulación). A partir de estos resultados se pudo derivar un mapa comparativo de zonas y un mapa con la detección áreas críticas (ver apartado resultados).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Zonificación del uso potencial agrícola**

Como se mencionó en el apartado metodológico el mapa de zonificación del uso potencial agrícola (Figura 2) se obtuvo a partir de una secuencia de procedimientos de modelado espacial realizado en investigaciones previas (Montes Galbán, 2022b). El contenido del mapa está clasificado en 5 categorías en función del nivel de adecuación de la tierra para un uso potencial agrícola. Se presenta con una rampa de colores estilo ‘semáforo’ que indica con tonos verde aquellas áreas con mayor aptitud para la agricultura y con tonos rojos las áreas de menor aptitud.

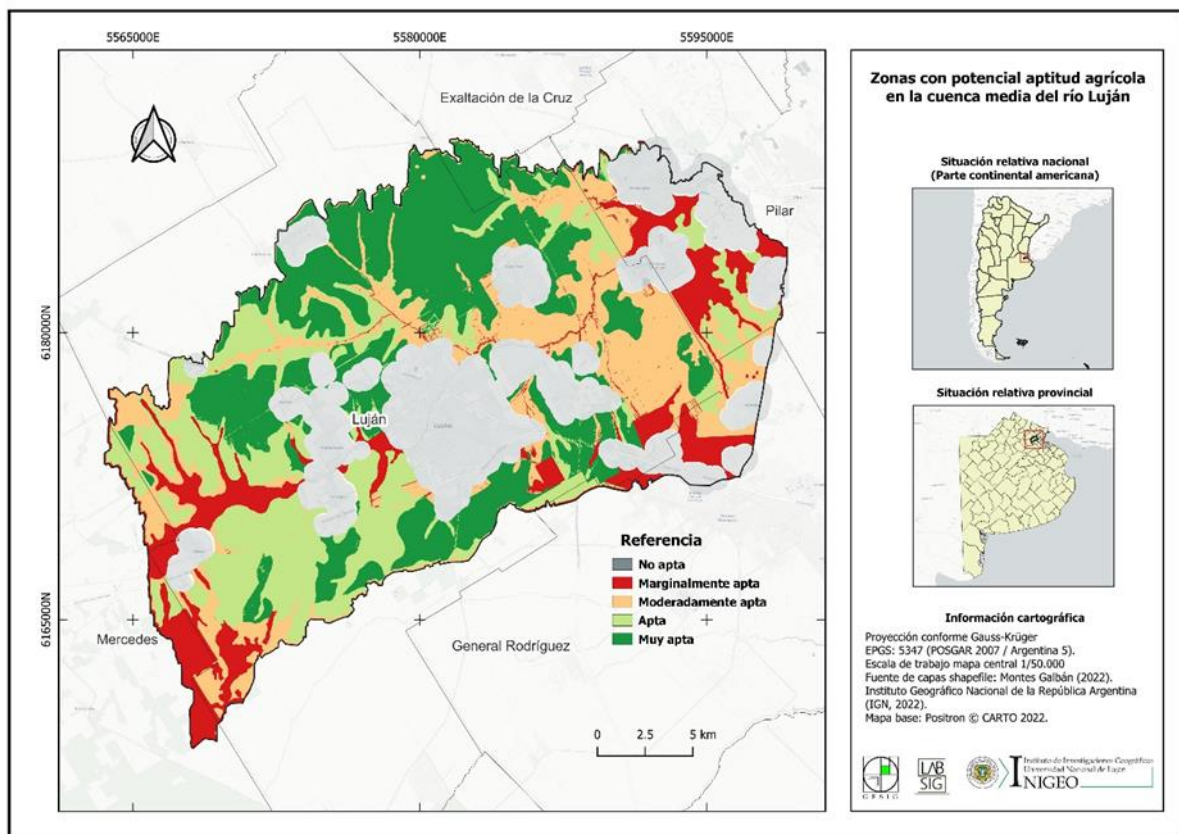
Para su interpretación se toman en consideración a modo orientativo las definiciones propuestas en el Esquema de la FAO (FAO, 1976). Es importante aclarar que las zonas identificadas como ‘No aptas’ corresponden a las áreas con prohibición de aplicación de productos agroquímicos y/o plaguicidas con destino al uso agropecuario en las áreas urbanas, definida como un perímetro alrededor de los centros poblados principales, dentro de los cuales destaca la ciudad de Luján en el centro del área de estudio. En este caso, se trataría de áreas ‘No apta permanentemente’ por tener limitaciones graves de tipo físico (cobertura urbana), que son insalvables a largo plazo.

La siguiente clase, en orden creciente, está representada por las zonas ‘Marginalmente aptas’, representa un 15% de la superficie y se localiza principalmente a las márgenes del río Luján y de sus afluentes, en estas zonas las limitaciones para el uso sostenido serían delicadas, tienen un valor bajo el Índice de Productividad del suelo y un impacto ambiental potencial sobre los cursos de agua y humedales. De acuerdo a un balance de costo - beneficio, su utilización solo se justificaría para un uso de forma marginal.

Las zonas ‘Moderadamente aptas’, representan el 24% de la superficie de las áreas con aptitud agrícola, las mayores áreas se localizan al este de la cuenca, esta clase presentaría limitaciones moderadamente graves, reduciendo los beneficios a la vez que implicaría riesgos de degradación en el empleo sostenido del suelo.

Por último, las zonas con las condiciones de aptitud más favorables (Apta y Muy apta), representarían más del 60% de la superficie total, localizándose en dos franjas bien definida en la margen norte y sur del río Luján. Esta categoría no tendría limitaciones para el uso sostenido o limitaciones de menor cuantía que no afectan la productividad ni aumentan considerablemente los costos.

**Figura 2: Mapa de zonas con potencial aptitud agrícola en la cuenca media del río Luján**



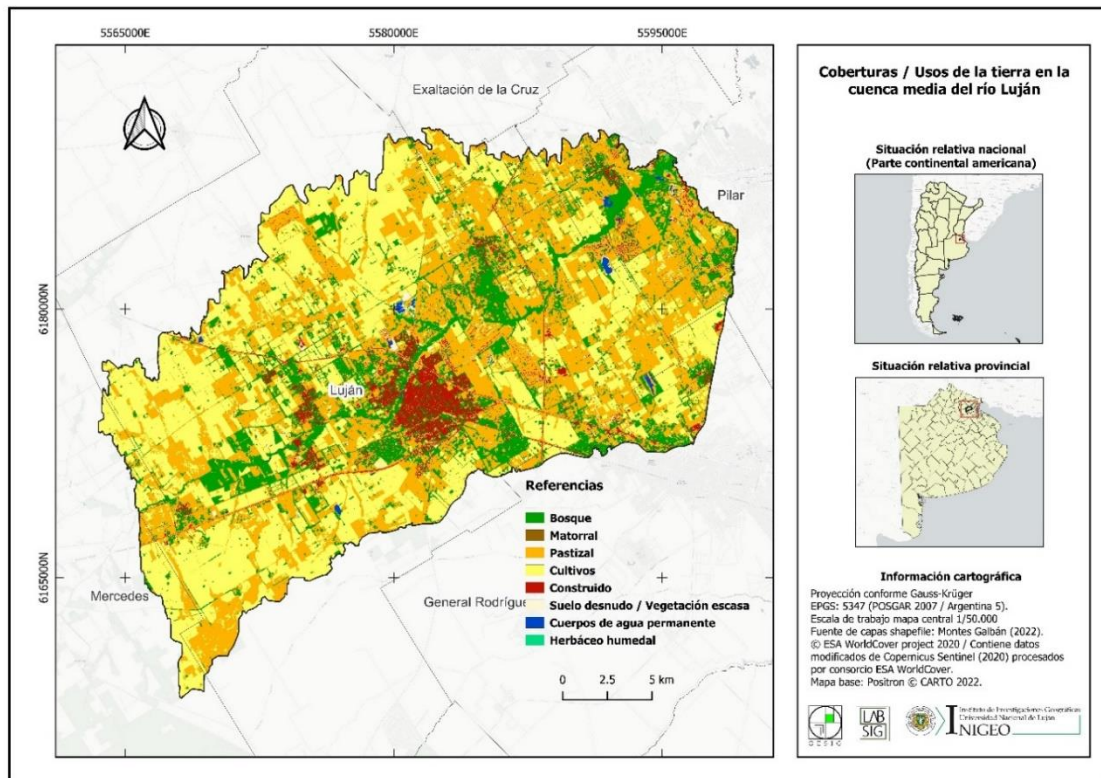
Fuente: Montes Galbán, 2022b.

### Coberturas y usos de la tierra

Una vez realizado el recorte del área de estudio en el producto global de coberturas terrestre se identificaron 8 clases de coberturas/usos de la tierra para área comprendida por la cuenca media del río Luján (Figura 3). A continuación se describen las ocho categorías identificadas a partir de la información detallada en el manual de usuario del producto *WorldCover* (European Space Agency, 2020):

- Bosques: Esta clase incluye cualquier área geográfica dominada por árboles con una cobertura del 10% o más. Superficies plantadas de árboles con fines de forestación y plantaciones se incluyen en esta clase. Esta clase también incluye áreas cubiertas de árboles estacionales o permanentemente inundadas con agua dulce, excepto los manglares.
- Matorral: Esta clase incluye cualquier área geográfica dominada por arbustos naturales que tengan una cobertura del 10% o más. Los arbustos se definen como plantas perennes leñosas con tallos persistentes y leñosos y sin un tallo principal definido de menos de 5 m de altura. Los árboles pueden estar presentes en forma dispersa si su cobertura es inferior al 10%. Las plantas herbáceas también pueden estar presentes en cualquier densidad. El follaje de los arbustos puede ser perennifolio o caducifolio.
- Pastizal: Esta clase incluye cualquier área geográfica dominada por plantas herbáceas naturales (plantas sin tallo persistente o brotes por encima del suelo y que carecen de una estructura firme definida) con una cobertura del 10% o más, independientemente de las diferentes actividades humanas y/o animales, tales como: pastoreo, manejo selectivo de incendios, etc. Las plantas leñosas (árboles y/o arbustos) pueden estar presentes asumiendo que su cobertura es menor al 10%. También puede contener áreas de tierras de cultivo no cultivadas (sin cosecha/período de suelo desnudo) en el año de referencia.
- Cultivos: Terreno cubierto con tierra de cultivo anual que se siembra/planta y se puede cosechar al menos una vez dentro de los 12 meses posteriores a la fecha de siembra/plantación. El cultivo anual produce una cubierta herbácea ya veces se combina con alguna vegetación arbórea o leñosa. Tenga en cuenta que los cultivos leñosos perennes se clasificarán como el tipo apropiado de cobertura de árboles o arbustos. Los invernaderos se consideran construidos.
- Construido: Terreno cubierto por edificios, caminos y otras estructuras hechas por intervención antrópica como los ferrocarriles. Los edificios incluyen edificios residenciales e industriales. Verde urbano (parques, instalaciones deportivas) no se incluye en esta clase. Los depósitos de basura y los sitios de extracción se consideran en la clase suelos desnudos.
- Suelo desnudo y vegetación escasa: Terrenos con suelo expuesto, arena o rocas y nunca tienen más del 10 % de cobertura vegetal durante cualquier época del año.
- Cuerpos de agua permanente: Esta clase incluye cualquier área geográfica cubierta durante la mayor parte del año (más de 9 meses) por cuerpos de agua: lagos, embalses y ríos. Pueden ser cuerpos de agua dulce o salada.
- Herbáceo humedal: Terreno dominado por vegetación herbácea natural (cobertura del 10% o más) que se inunda permanente o regularmente con agua dulce, salobre o salada. Excluye sedimentos sin vegetación (ver suelo desnudo y vegetación escasa), bosques pantanosos (clasificados como cubierta de bosque).

Figura 3: Mapa de coberturas y usos de la tierra



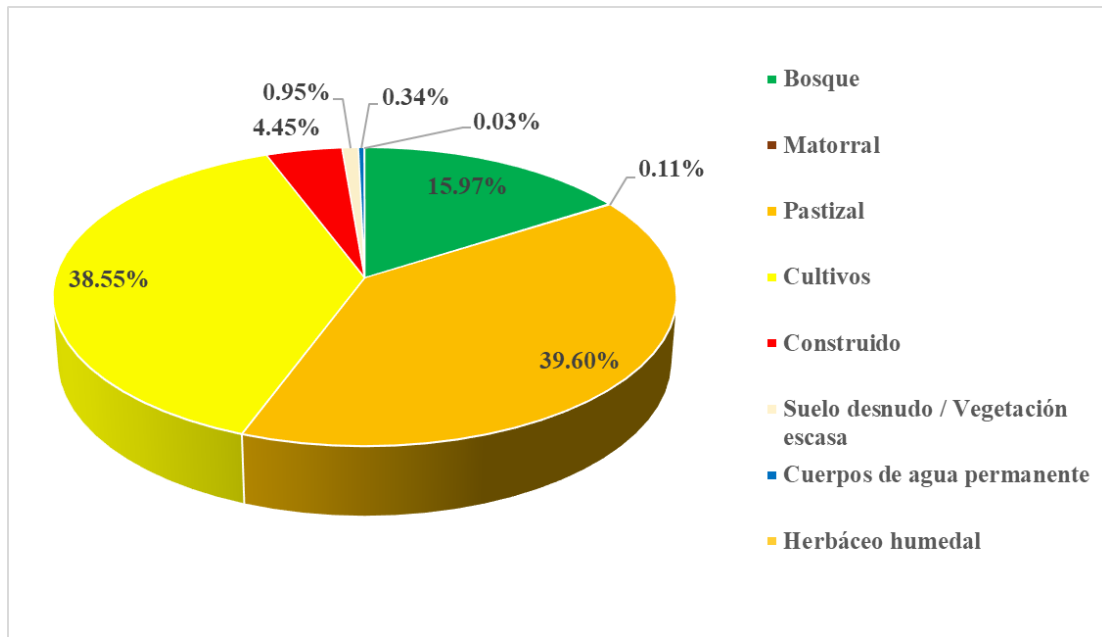
**Fuente:** elaboración propia en base al producto global de coberturas terrestre *WorldCover* (Zanaga et al., 2021).

En la figura 4, es posible constatar que cerca del 40% de la superficie es ocupada por pastizales, seguido por un 38,55% de superficies cultivadas. Los pastizales naturales en la región pampeana han ido perdiendo superficie debido al avance de la actividad agrícola, en particular en la Pampa Ondulada, la cual constituye una de las subunidad de Pastizales del Río de la Plata con mayor grado de fragmentación del paisaje (Baldi & Paruelo, 2008). Es por ello, que es de suma importancia realizar evaluaciones y diagnósticos integrales de las tierra antes de avanzar con el desarrollo de ciertas actividades económicas y sistemas de producción, puesto que, se puede estar realizando en algunos casos una subutilización de los recursos; y en otros, la degradación y generación de impactos ambientales negativos.

La siguiente cobertura que destaca en superficie ocupada (15,97%) son aquellas áreas dominadas por árboles, llegándose a observar una distribución espacial homogénea a lo largo de ambas márgenes del curso principal del río Luján (Figura 3). Es importante destacar que otras clases de cobertura terrestre (arbustos y/o hierbas en el sotobosque, urbanizaciones, cuerpos de agua permanentes,...) pueden estar presentes debajo del dosel, incluso con una densidad superior a la de los árboles (European Space Agency, 2020).

Por último, se observa que las cinco restantes coberturas/usos de la tierra, representarían menos de un 6% de la superficie total.



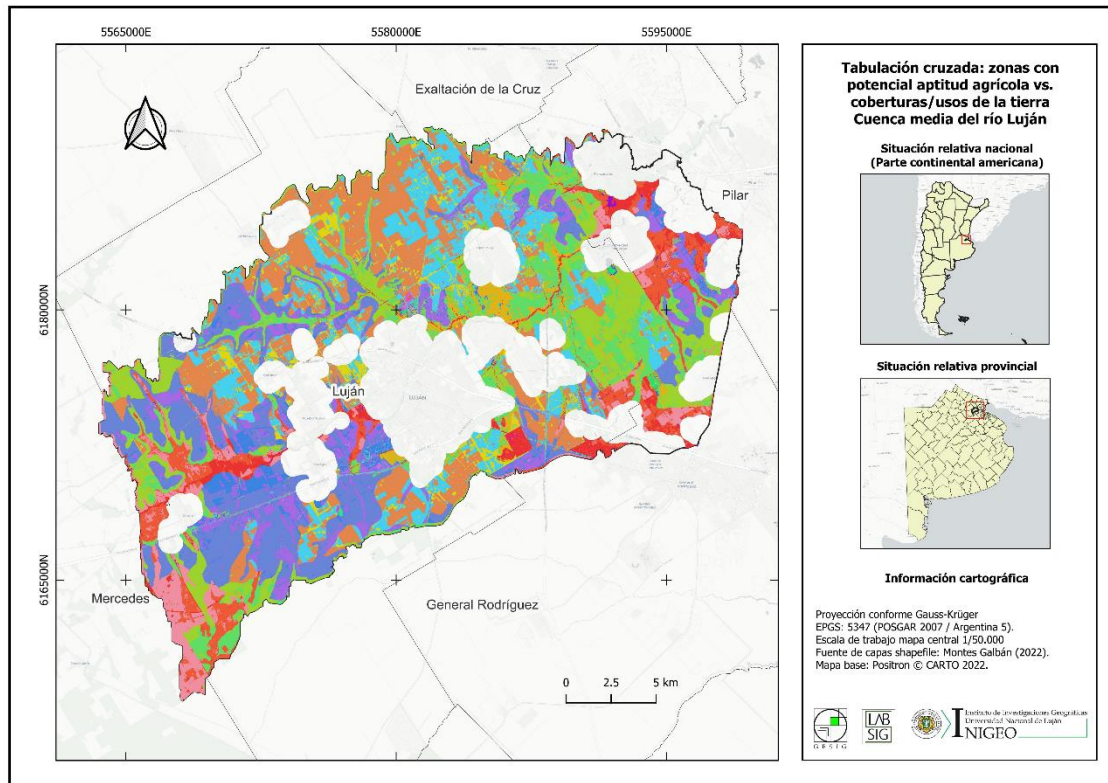
**Figura 4: Porcentaje de superficie ocupada por cada cobertura/uso de la tierra**

Fuente: elaboración propia.

**Comparación de zonas con potencial aptitud agrícola vs. coberturas/ usos de la tierra**

En la figura 5, se puede observar un mapa con las categorías de comparación, es decir, combinaciones identificadas (ver *CrossMatrixCode*) entre el cruce del modelo espacial con las zonas con potencial aptitud agrícola y las categorías de coberturas/ usos de la tierra. Es importante aclarar que en el procedimiento se omitieron las áreas clasificadas en el modelo de aptitud como “No aptas”. Se generaron 32 combinaciones en total. Como es posible detallar en la figura 5 se observa tanto la distribución espacial de las combinaciones como el cálculo de la superficie ocupada por cada una medido en hectáreas.

Figura 5: Mapa comparativo de zonas con potencial aptitud agrícola vs. coberturas/ usos de la tierra



CrossClassCode	Clases de aptitud	Coberturas / Usos	Superficie (ha)
1	Marginalmente apta	Bosque	13657048,77
2	Moderadamente apta	Bosque	140957342,73
3	Apta	Bosque	138156435,28
4	Muy apta	Bosque	154885882,53
5	Marginalmente apta	Matorral	267991,15
6	Moderadamente apta	Matorral	2482917,96
7	Apta	Matorral	227992,47
8	Muy apta	Matorral	763974,76
9	Marginalmente apta	Pastizal	297076184,53
10	Moderadamente apta	Pastizal	45791487,04
11	Apta	Pastizal	405517601,59
12	Muy apta	Pastizal	568338221,96
13	Marginalmente apta	Cultivos	226133528,49
14	Moderadamente apta	Cultivos	478916176,49
15	Apta	Cultivos	64011285,05
16	Muy apta	Cultivos	786774004,78
17	Marginalmente apta	Construido	4915837,58
18	Moderadamente apta	Construido	7671746,52
19	Apta	Construido	12749578,75
20	Muy apta	Construido	11842608,72
21	Marginalmente apta	Suelo desnudo / Vegetación escasa	4685845,18
22	Moderadamente apta	Suelo desnudo / Vegetación escasa	7336757,59
23	Apta	Suelo desnudo / Vegetación escasa	10158664,36
24	Muy apta	Suelo desnudo / Vegetación escasa	1016066,43
25	Marginalmente apta	Cuerpos de agua permanente	3965868,97
26	Moderadamente apta	Cuerpos de agua permanente	510683,13
27	Apta	Cuerpos de agua permanente	3105897,38
28	Muy apta	Cuerpos de agua permanente	1220959,66
29	Marginalmente apta	Herbáceo humedal	145995,18
30	Moderadamente apta	Herbáceo humedal	566981,27
31	Apta	Herbáceo humedal	199993,39
32	Muy apta	Herbáceo humedal	26999,11

Fuente: elaboración propia.

Nota: en el procedimiento de tabulación cruzada se excluye la categoría “No apta” del mapa de aptitud agrícola.

En la tabla 1, se presentan los resultados generales de la matriz de clasificación cruzada, expresando en porcentaje los valores de superficie ocupada por cada cruce. Atendiendo a las fragilidad ambiental, hay que destacar que, alrededor de un 15% de la superficie ocupada por los cultivos se encuentran dentro de zonas con una aptitud que va desde ‘Marginalmente aptas’ a ‘Moderadamente aptas’, estas áreas presentan limitaciones para el uso sostenido, que van entre moderadas y delicadas, con una reducción de los beneficios a la vez que implicaría riesgos de degradación en el empleo sostenido del suelo.

Por otro lado, más del 20% de las áreas clasificadas como ‘Pastizal’ se encontrarían en zonas con una aptitud entre ‘Apta’ y ‘Muy apta’, por tratarse de categorías que no tendrían limitaciones para el uso sostenido o limitaciones de menor cuantía que no afectan la productividad ni aumentan considerablemente los costos, requeriría de estudios específicos para identificar qué tipo de actividad se desarrolla actualmente y determinar las mejores alternativas de uso a partir de las potencialidades de la tierra y que se puedan llevar a cabo bajo condiciones de manejo sostenibles.

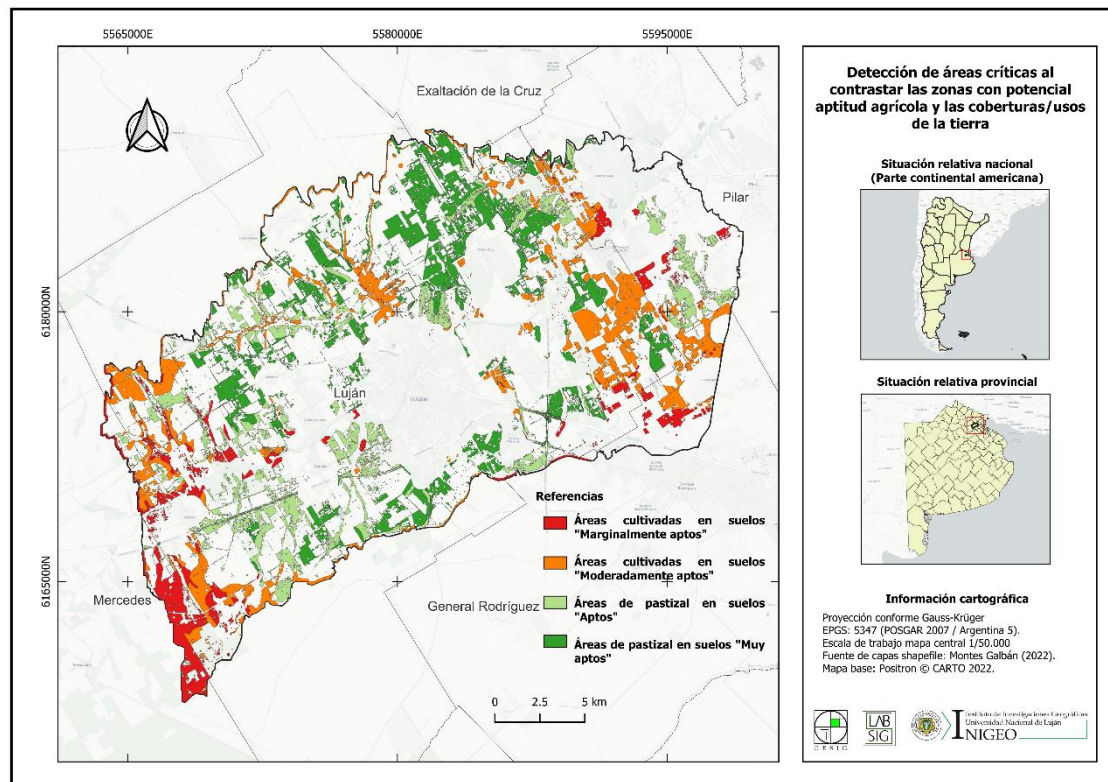
**Tabla 1. Matriz de tabulación cruzada (valores de superficie expresando en porcentaje)**

	Marginalmente apta	Moderadamente apta	Apta	Muy apta	Total
Bosque	3,02	3,12	3,06	3,43	12,63
Matorral	0,01	0,05	0,01	0,02	0,08
Pastizal	6,57	10,13	8,97	12,58	38,26
Cultivos	5,00	10,60	14,17	17,41	47,18
Construido	0,11	0,17	0,28	0,26	0,82
Suelo desnudo / Vegetación escasa	0,10	0,16	0,22	0,22	0,72
Cuerpos de agua permanente	0,09	0,11	0,07	0,03	0,30
Herbáceo humedal	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02
<b>Total</b>	14,91	24,36	26,78	33,95	100

Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento de tabulación cruzada también permitió avanzar en la representación de las áreas críticas, identificar aquellas zonas con alta fragilidad ambiental y condiciones agronómicas pobres que se encuentran bajo explotación agrícola en el año de referencia (áreas color rojo y naranja - figura 6). Por otro lado, también se identificaron zonas con pastizal que tienen un alto potencial para la actividad agrícola (áreas en tonalidades de color verde - figura 6) lo cual podría considerarse para evaluaciones más detalladas que permitan determinar su potencial real, en aras de hacer un uso más eficiente de la tierra mediante el desarrollo de una agricultura sostenible.

**Figura 6: Detección de áreas críticas al contrastar las zonas con potencial aptitud agrícola y las coberturas/ usos de la tierra**



Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

A partir del análisis presentado se pueden extraer algunas conclusiones clave. En primer lugar, se observa que una parte significativa de los cultivos se encuentra en áreas con limitaciones para un uso sostenido, lo que subraya la importancia de considerar la fragilidad ambiental en la planificación del uso de la tierra agrícola. Por otro lado, la identificación de áreas de pastizales con un alto potencial agrícola sugiere oportunidades para una gestión más eficiente de la tierra, siempre que esté enfocada en el desarrollo de una agricultura sostenible que aproveche al máximo los recursos disponibles y minimice los impactos ambientales adversos. En resumen, es importante el logro de una gestión integral que permita determinar las prácticas óptimas de uso de la tierra y promueva una actividad productiva más eficiente y sostenible en las jurisdicciones correspondientes a la cuenca media del río Luján.

Finalmente, se destaca el papel fundamental que desempeña la Geografía Aplicada mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica, puesto que orienta los conocimientos relativos al espacio geográfico a la resolución de problemáticas y desafíos territoriales concretos. Los resultados de estos análisis no solo procuran entender las dinámicas presentes en el uso del territorio, sino también anticipar conflictos y proponer potenciales intervenciones en aras de lograr una planificación y gestión territorial más eficiente y equilibrada.

## BIBLIOGRAFÍA

Baldi, G. & Paruelo, J. M. (2008). Land-use and land cover dynamics in South American temperate grasslands. *Ecology and Society* 13(2): 6. <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art6/>

Buzai, G. D. (2018). Geografía Global: La dimensión espacial en la ciencia y en la sociedad. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 263(3), 9-26.

[https://www.researchgate.net/publication/328466196\\_Geografia\\_Global\\_la\\_dimension\\_espacial\\_en\\_la\\_ciencia\\_y\\_la\\_sociedad](https://www.researchgate.net/publication/328466196_Geografia_Global_la_dimension_espacial_en_la_ciencia_y_la_sociedad)

Cabrera, A. L. (1976). *Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería* (Vol. 2). Acme.

Congedo, L. (2021). Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. *Journal of Open Source Software*, 6(64), 3172, <https://doi.org/10.21105/joss.03172>

European Space Agency (2020). *World Cover Product User Manual. Versión 1.0*. [https://worldcover2020.esa.int/data/docs/WorldCover\\_PUM\\_V1.1.pdf](https://worldcover2020.esa.int/data/docs/WorldCover_PUM_V1.1.pdf)

Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina. (2022). *Capas SIG*. <https://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2022). *Cartas de Suelos República Argentina - Provincia de Buenos Aires (1.0)* [Conjunto de datos]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6353509>

Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. (2022). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022*. [https://censo.gov.ar/index.php/datos\\_definitivos/](https://censo.gov.ar/index.php/datos_definitivos/)

Irizar, A. B. & Andriulo, A. E. (2017). Ecorregión Pampeana. Norte de Buenos Aires. En M. G. Wilson, *Manual de indicadores de calidad del suelo para las ecorregiones de Argentina* (págs. 249-251). Ediciones INTA.

Méndez Vergara, E. (2006). *Geografía actual. Espacio geográfico, territorio y campos de acción*. Mérida: Escuela de Geografía de la Universidad de los Andes.

Montes Galbán, E. (marzo 2020). *Cuenca media del río Luján: Diagnóstico territorial de sus recursos naturales* [Mapa]. Colección Cartográfica del GESIG. <https://gesiginigeo.wixsite.com/col-cartografica/n%C2%BA1>

Montes Galbán, E. (2022a). *Análisis morfométrico de una cuenca mediante la aplicación de Sistemas de Información Geográfica. Cuenca media del río Luján, Argentina* [Sesión de conferencia]. VI Congreso Internacional de Ordenamiento Territorial y Tecnologías de la Información Geográfica. Buenos Aires, Argentina.

Montes Galbán, E. (2022b). Zonificación del uso potencial agrícola en la cuenca media del río Luján, Argentina. *Geográfica Digital*, 65-80. doi: <https://doi.org/10.30972/geo.19386204>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1976). Esquema para la evaluación de tierras. *Boletín de suelos de la FAO*, (32).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2001). Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural. *Boletín de tierras y aguas de la FAO*, (5).

Pereyra, F. X. & Ragas, D. B. (2021). *Los suelos de la pampa ondulada. Características, clasificación, distribución y génesis. Provincia de Buenos Aires. Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR.

QGIS Development Team. (1 de agosto de 2022). *QGIS. Un Sistema de Información Geográfica libre y de Código Abierto*. <https://qgis.org/es/site/>

Watler, W. (2017). *Clasificación de las Tierras por capacidad de uso, considerando a la cuenca hidrográfica como la unidad de planificación territorial*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. [https://www.researchgate.net/publication/348631338\\_Clasificacion\\_de\\_las\\_Tierras\\_por\\_Capacidad\\_de\\_Uso\\_Considerando\\_a\\_la\\_Cuenca\\_Hidrografica\\_como\\_la\\_Unidad\\_de\\_Planificacion\\_Territorial](https://www.researchgate.net/publication/348631338_Clasificacion_de_las_Tierras_por_Capacidad_de_Uso_Considerando_a_la_Cuenca_Hidrografica_como_la_Unidad_de_Planificacion_Territorial)

Zanaga, D., Van De Kerchove, R., De Keersmaecker, W., Souverijns, N., Brockmann, C., Quast, R., Wevers, J., Grosu, A., Paccini, A., Vergnaud, S., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Georgieva, I., Lesiv, M., Carter, S., Herold, M., Li, Linlin, Tsendbazar, N. E. & Arino, O. (2021). *ESA WorldCover 10 m 2020 v100*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5571936>

---

Recibido: 3 de abril de 2024 / Aprobado: 26 de abril de 2024 / Publicado: 15 de mayo de 2024

© 2024 Los autores



Esta obra se encuentra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0. Internacional. Reconocimiento - Permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas siempre y cuando reconozca y cite al autor original. No Comercial – Esta obra no puede ser utilizada con fines comerciales, a menos que se obtenga el permiso.

---