








Aptitud de las tierras para el cultivo de pecán en periurbanos del sur de Santa Fe, Argentina

Land suitability for pecan cultivation in periurbans in the south of Santa Fe, Argentina

Aptidão do solo para o cultivo de noz-pecã em áreas periurbanas do sul de Santa Fe, Argentina

Bonel, Beatriz¹ ; **Di Leo, Néstor²** ; **Seta, Silvana¹** ; **Catraro, Marcela¹** ; **Leone, Andrea¹** ; **Marcucci, Belén³** ; **Montico, Sergio²** 

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Zavalla, Argentina

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario e Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Zavalla, Argentina

³ Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño, Universidad Nacional de Rosario, Argentina

bbonel@unr.edu.ar

DOI: <https://doi.org/10.35305/agro45.e048>

Recibido: Octubre 2024 **Aceptado:** Abril 2025

Resumen

La pérdida de servicios ecosistémicos puede contrarrestarse con programas agroforestales que recuperen un entorno productivo sostenible en los periurbanos (PU). Nuestro objetivo fue determinar el nivel de aptitud del suelo para pecán (*Carya illinoensis*) y su geolocalización en los PU de las cuencas de los Arroyos Ludueña y San Lorenzo. Para ello se compararon atributos de las tierras con requisitos del cultivo para las unidades edáficas (UE) presentes en el área con restricciones fitosanitarias de 500 m. Los atributos considerados fueron: profundidad efectiva, textura subsuperficial, alcalinidad sódica, salinidad, drenaje y riesgo de anegamiento. Se utilizó el algoritmo “buffer” aplicado en entorno del software QGIS para recortar el área. El PU abarcó 16.194 ha y 24 unidades cartográficas integradas por una o más UE. Las tierras aptas para pecán ocuparon el 68% del PU y coinciden con las de mayor aptitud general, mientras que las no aptas presentan alto contenido de sodio y mal drenaje. Esta evaluación permitirá relacionar capacidades biofísicas y urbanas, posibilitando el diseño productivo y de cadenas de valor para pecán en los periurbanos del sur santafesino, en armonía con el ambiente y con el desarrollo de la región.

Palabras clave: árboles frutales; cartografía; ordenamiento territorial

Abstract

The loss of ecosystem services can be offset by periurban agroforestry programs, which can restore a sustainable productive environment in these areas. Our objective was to determine the soil suitability for pecan (*Carya illinoensis*) production, and its geolocation in periurban areas of the Ludueña and San Lorenzo streams basins. We compared land attributes and pecan requirements for the edaphic units (EU) present within the 500-m strips under phytosanitary application restrictions. The attributes considered were: effective depth, subsurface texture, sodium alkalinity, salinity, drainage and risk of waterlogging. The area was defined with the “buffer” algorithm in QGIS software. The periurban area covered 16,194 ha and comprised 24 cartographic units made up of one or more EUs. We found that 68% of periurban lands are suitable for pecan production, matching their suitability for general uses, whereas unsuitable lands have high sodium content and poor drainage. This evaluation will make it possible to relate biophysical and urban capabilities in periurban areas of southern Santa Fe, allowing the design of cropping systems and value chains for pecans, in harmony with the environment and the development of the region.

Keywords: fruit trees; cartography; land use planning

Resumo

A perda de serviços ecossistêmicos pode ser neutralizada com programas de agroflorestais que recuperem um ambiente produtivo sustentável em áreas periurbanas (PU). Nosso objetivo foi determinar o nível de aptidão do solo para noz-pecã (*Carya illinoensis*) e sua geolocalização nas PU das bacias dos córregos Ludueña e San Lorenzo. Para isso, os atributos da terra foram comparados com as necessidades do cultivo para as unidades edáficas (UE) presentes na área com restrições fitossanitárias de 500 m. Os atributos considerados foram: profundidade efetiva, textura subsuperficial, alcalinidade sódica, salinidade, drenagem e risco de alagamento. O algoritmo “buffer” aplicado no ambiente do software QGIS foi utilizado para recortar a área. A PU abrangeu 16.194 ha e 24 unidades cartográficas compostas por uma ou mais UE. Os solos aptos para a cultura da noz-pecã ocuparam 68% da PU e coincidem com aqueles de maior aptidão geral, enquanto os solos impróprios apresentam alto teor de sódio e má drenagem. Esta avaliação permitirá relacionar capacidades biofísicas e urbanas, possibilitando o planejamento produtivo e de cadeias de valor para noz-pecã nas áreas periurbanas do sul de Santa Fe, em harmonia com o meio ambiente e o desenvolvimento regional.

Palavras-chave: árvores frutífera; cartografia; ordenamento territorial

Introducción

El predominio de sistemas de producción altamente simplificados en el sur de la provincia de Santa Fe ha llevado a la pérdida de servicios ecosistémicos y ha expuesto al territorio a una alta vulnerabilidad ambiental. Para contrarrestar estos procesos se necesitan nuevas directrices que orienten el uso del territorio de manera compatible con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En este sentido, los conflictos generados en los periurbanos (PU) por la contradicción entre el dinamismo que la agricultura le impone a las localidades y la problemática de vida de los habitantes, sumado a escasas políticas en las formas de apropiación del territorio y de planificación urbana ([Cloquell et al., 2011](#)), constituyen una oportunidad para que los municipios y comunas propongan programas forestales. Estos programas permitirían recuperar un entorno productivo, en armonía con el ambiente y con el desarrollo de la región ([Signorelli y Ferrere, 2018](#)). Los sistemas agroforestales que incluyan en el paisaje árboles frutales, tendrán el potencial de producir alimentos y a la vez incorporar la perspectiva social, desde la generación de puestos de trabajo hasta el aprovechamiento recreativo del territorio, a lo que se suma la contribución de los frutales a la mitigación de los efectos del cambio climático actuando como sumidero de carbono. En particular, el cultivo de nuez pecán (*Carya illinoensis*) ha tomado impulso, debido a la apertura de nuevos mercados y a sus beneficios para la salud ([Cluster de la nuez pecán, 2015](#); [Cambareri et al., 2023](#)), además de ser utilizado para restaurar tierras erosionadas. En la provincia de Santa Fe se contempla el uso de pecanes como cortinas forestales en el periurbano, para mitigar la deriva de agroquímicos, en rellenos sanitarios, plantas industriales y protección de cultivos (Ministerio de Ambiente y Cambio Climático, provincia de Santa Fe, s.f.).

El pecán es originario del sudeste de Estados Unidos y norte de México, siendo el estado de Georgia donde se obtiene la mayor producción a nivel mundial. Es un árbol caducifolio de tamaño mediano a grande y de larga vida, con una altura de 30 a 45 m. Las hojas son compuestas, dispuestas en filotaxis alterna, imparipinadas, con 11 a 17 folíolos. El fruto es una drupa seca de forma oblonga y elipsoide de 3-5 cm de largo, constituida por un embrión (parte comestible), un endocarpio liso y delgado (cáscara de la nuez) y un epicarpio y mesocarpio carnosos los cuales se abren a la madurez. Requiere de clima húmedo con un mínimo de 750 mm de precipitaciones anuales ([Sierra et al., 2007](#)) y acumular horas de frío, entre 400 a 600 por debajo de 7° C ([Cambareri y Frusso, 2021](#)) para la mayoría de las variedades cultivadas en nuestro país. En Argentina, a pesar de que el clima provee buenas condiciones para su cultivo en varias regiones, el 64 % de la producción se localiza en Entre Ríos y Buenos Aires. La exportación de nuez pecán aumentó de 6 toneladas en 2004 a 1.023 toneladas en 2022 ([Cámara](#)

[Argentina de Productores de pecán, 2019](#)), con lo cual se prevé un continuo crecimiento del sector. La existencia de cultivares adaptados a diferentes regiones ([Rivas, 2021](#)), los estudios de fenología del INTA y la existencia de mapas de aptitud de suelo y agroclimáticos como base ([Frusso, 2020](#)), facilitan el desarrollo de la producción en nuevas áreas.

La propuesta de integrar usos agroforestales y particularmente la fruticultura en los PU requiere de políticas y herramientas de planificación ([Carey et al., 2011](#); [Janiola y Marin, 2016](#); [Chemgqi Xia et al., 2020](#); [Munuce, 2021](#)). A escala nacional, Sierra *et al.* (2007) establecieron que en Argentina existen áreas aptas para el cultivo desde el punto de vista agroclimático, mientras que Gómez y Cruzate (2007) estimaron la aptitud de los suelos a escala 1:500.000. En otro nivel de detalle, Trabichet (2020) cartografió la aptitud de suelos para producción de pecán en la provincia de Catamarca utilizando la metodología FAO (1976) de evaluación de tierras, Sistemas de Información Geográfica (SIG) y herramientas estadísticas geoespaciales. En este contexto, la evaluación de tierras para usos específicos de FAO constituye un instrumento valioso para la implementación y el diseño de nuevas alternativas de ocupación del territorio en el sur santafesino. Por otra parte, las externalidades derivadas de la actividad antrópica requieren para su estudio de una estructura de análisis como el de cuencas, donde ocurren funciones relacionadas con el agua, con la biodiversidad y con los suelos, a la vez que sostienen las actividades que la sociedad requiere para un desarrollo sustentable ([Montico, 2004](#)). Por todo ello, el objetivo de este estudio fue determinar el nivel de aptitud de los suelos para el cultivo de pecán (*Carya illinoensis*) y su geolocalización dentro de las áreas periurbanas de dos cuencas representativas del sur de la provincia de Santa Fe.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó para áreas de uso restringido de los periurbanos de las cuencas de los Arroyos Ludueña y San Lorenzo, ubicadas al sur de la provincia de Santa Fe. Las áreas se definieron según las distancias límites que establece la Ley N° 11273 de la provincia para la aplicación de fitosanitarios, que fija para el periurbano (PU) un mínimo de 500 m para aplicaciones terrestres (PU₅₀₀). Para recortar el área se utilizó cartografía disponible ([Bonel et al., 2013](#); [Bonel et al., 2022](#)), con una actualización exhaustiva a marzo de 2024. A partir de ésta, se trazó un área de amortiguamiento de 500 metros en derredor de los límites exteriores de las urbanizaciones y de los espacios de transición urbano-industriales mediante el algoritmo “native:buffer” contenido en el marco de procesamiento del software QGIS 3.28 ([QGIS.org., 2023](#)). El algoritmo, también conocido como “zona de influencia”, genera un polígono alrededor de una geometría dada, siendo el usuario el que define la distancia fija o variable desde esa geometría hasta el límite exterior del buffer generado. La evaluación de la aptitud de los suelos siguió los lineamientos propuestos por el sistema de evaluación de tierras para usos específicos propuesto por FAO (1976) que compara atributos de las tierras con requisitos de un cultivo sostenible, en este caso pecán (*Carya illinoensis*). Las unidades evaluadas dentro de los PU₅₀₀ correspondieron a unidades cartográficas (UCAR) integradas por componentes simples o compuestos a nivel de series ([Soil Survey Staff, 1999](#)) a escala 1:50.000. La información se obtuvo del dataset “Mapa de Suelos de Santa Fe” elaborado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), y publicado en su geoportal oficial (<https://geo-backend.inta.gob.ar>). Las UCAR, además, están agrupadas según la aptitud agropecuaria de tierras (GAT) para usos generales de la provincia de Santa Fe. Se estableció el nivel de aptitud de la tierra para los componentes simples de las UCAR, adaptando los atributos y niveles de severidad ([Tabla 1](#)) propuestos por Gómez y Cruzate (2007) y definiendo por sumatoria la aptitud final. La aptitud de uso de las diferentes UCAR se estableció ponderando la proporción de cada unidad edáfica o componente simple y adjudicando un valor cuantitativo al nivel de

aptitud: Muy apta (A1) = 13, Moderadamente apta (A2) = 10-12,9, Marginalmente apta (A3) = 7-9,9 y No apta (NA) = < 6,9.

Tabla 1. Atributos y categorías consideradas para determinar las clases de aptitud de las tierras para el cultivo de pecán (*Carya illinoensis*). Basado en Gomez y Cruzate (2007).

Atributo	Categoría	Clases
Profundidad efectiva	> 1 m	2
	0.75 – 1 m	1
	< 1 m	0
Textura del horizonte subsuperficial	Franco arcilloso, Franco limoso, Franco arcillo limoso	1
	Arcilloso, Arcillo limoso	0
Alcalinidad sódica en el perfil	< 15 %	3
	> 15 %	0
Salinidad	No salino a levemente salino	3
	Moderada a fuertemente salino	0
Anegamiento	Sin peligro a muy poco anegables	1
	Otros	0
Drenaje	Bien a moderadamente bien drenado	2
	Fase por drenaje imperfecto	1
	Otros	0

Las cualidades o atributos considerados fueron: profundidad efectiva, textura subsuperficial, alcalinidad sódica, salinidad, drenaje y riesgo de anegamiento. No se consideraron los atributos régimen de humedad y temperatura del suelo por no presentar diferencias a la escala de este trabajo. En todos los casos el régimen de humedad es údico y el de temperatura es térmico. No se tuvo en cuenta el atributo rocosidad por considerarse no limitante y se determinó para drenaje un grado intermedio, con valor uno, de modo de abarcar diferencias de algunas UCAR correspondientes a Asociaciones que incluyen la serie Roldán, fase por drenaje imperfecto (Tablas 1 y 3). El cultivo de pecán requiere suelos profundos para un buen enraizamiento, sin capas compactadas, que presenten buen drenaje, aireación y buena capacidad de retención de agua. La capa freática debe estar a 3 m por debajo de la superficie. Son favorables suelos con textura franca y franca-arenosa. Prospera en un rango de pH de 5,0 a 8,2, siendo el óptimo 6,5. El contenido de sodio intercambiable superior a 3 % y la conductividad eléctrica mayor a 3 dS m⁻¹ afectan de manera negativa al cultivo (Ruiz *et al.*, 2013).

Resultados

Las cuencas estudiadas comprendieron 133.390 ha de las cuales 80.142 ha (60 %) pertenecen a la cuenca del Arroyo Ludueña y 53.248 ha (40 %) a la cuenca del Arroyo San Lorenzo. El PU₅₀₀ abarcó 16.194 ha entre las dos cuencas, representando un 12 % del área total de estudio. Dentro de este sector, con restricciones de uso de fitosanitarios, se identificaron 24 unidades cartográficas que están integradas por una o más unidades edáficas simples, detalladas en la Tabla 2. Dicha tabla muestra además, para cada UE, los niveles de los atributos utilizados para la evaluación, con valores adaptados de Gómez y Cruzate (2007) para el cultivo de pecán. Se observa que, según el modelo evaluación propuesto, no hay UE que alcancen el nivel máximo de aptitud correspondiente a Muy apto (A1). Es decir que ninguna unidad alcanza el valor de 13 para la sumatoria de los valores óptimos de las cualidades consideradas. El drenaje resultó muy limitante (valor cero) para el uso propuesto en las UE correspondientes a MF, Li, Mnt, Ge y Za, medianamente limitante para Rd d-i (valor uno) y poco limitante (valor dos) en Rd, Py y

MEL. La profundidad efectiva no fue limitante para ninguna UE, mientras que las condiciones texturales sub-superficiales fueron muy limitantes para MF y Li.

Tabla 2. Evaluación de las cualidades en las unidades edáficas (UE) simples presentes en las áreas buffer de 500m de los periurbanos de las cuencas de los Arroyos Ludueña y San Lorenzo. Determinación de la clase y nivel de aptitud de uso (AU) para el cultivo de pecán (*Carya illinoensis*).

UE	Clasificación ¹	Dr	Pe	Te	Sa	Na	An	Clase	AU
Rd	Argiudol vértico	2	2	0,5	3	3	1	11,5	A2
Py	Argiudol vértico	2	2	0,5	3	3	1	11,5	A2
MEL	Argiudol típico	2	2	0,4	3	3	1	11,4	A2
Rd d-i	Argiudol vértico	1	2	0,5	3	3	1	10,5	A2
MF	Argialbol	0	2	0	3	3	0	8	A3
Li	Argiacuol	0	2	0	3	3	0	8	A3
Mnt	Natracuaf	0	2	0,6	3	0	0	5,6	NA
Ge	Natralbol	0	2	0,5	3	0	0	5,5	NA
Za	Natracuaf	0	2	0,4	0	0	0	2,4	NA

¹Soil Survey Staff (1999): Dr: drenaje; Pe: profundidad efectiva; Te: textura del horizonte subsuperficial; Sa: salinidad; Na: alcalinidad sódica; An: Riesgo de anegamiento; Rd: Roldán; Py: Peyrano; MEL: Maciel; d-i: imperfectamente drenado; MF: Monte Flores; Li: Lima; Ge: Gelly; Mnt: Manantiales Za: Zavalla.

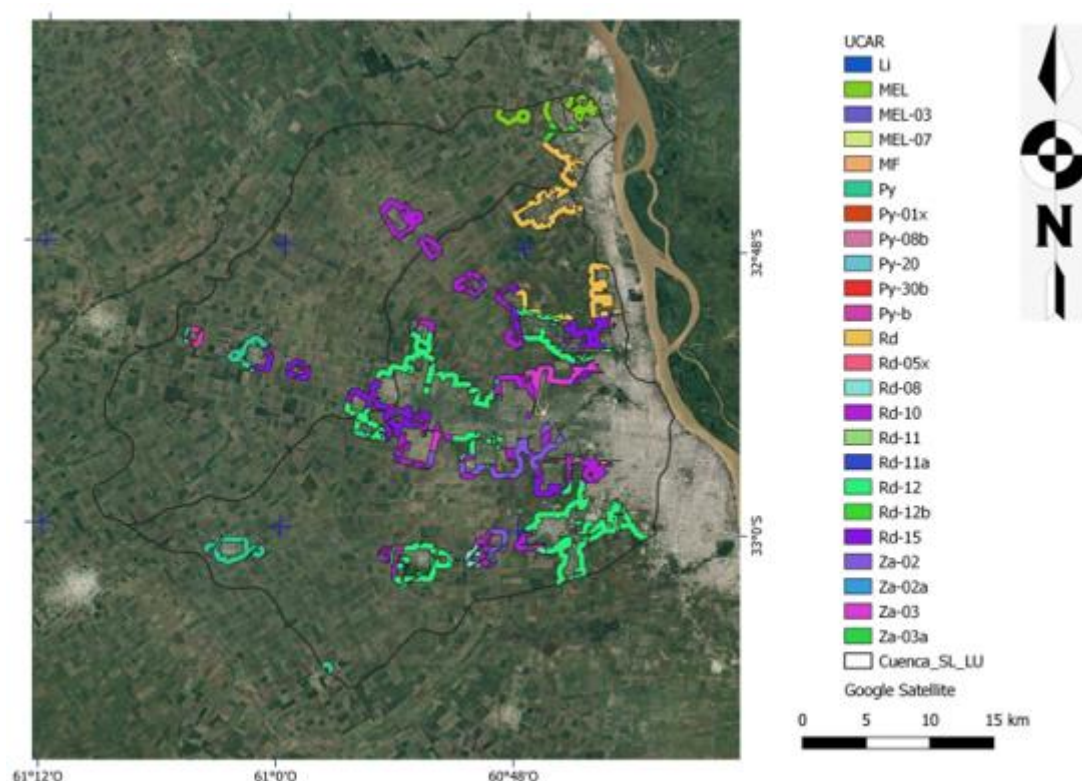


Figura 1. Ubicación de las unidades cartográficas (UCAR) del área periurbana de 500 m en las cuencas de los arroyos Ludueña y San Lorenzo, al sur de la provincia de Santa Fe, Argentina.

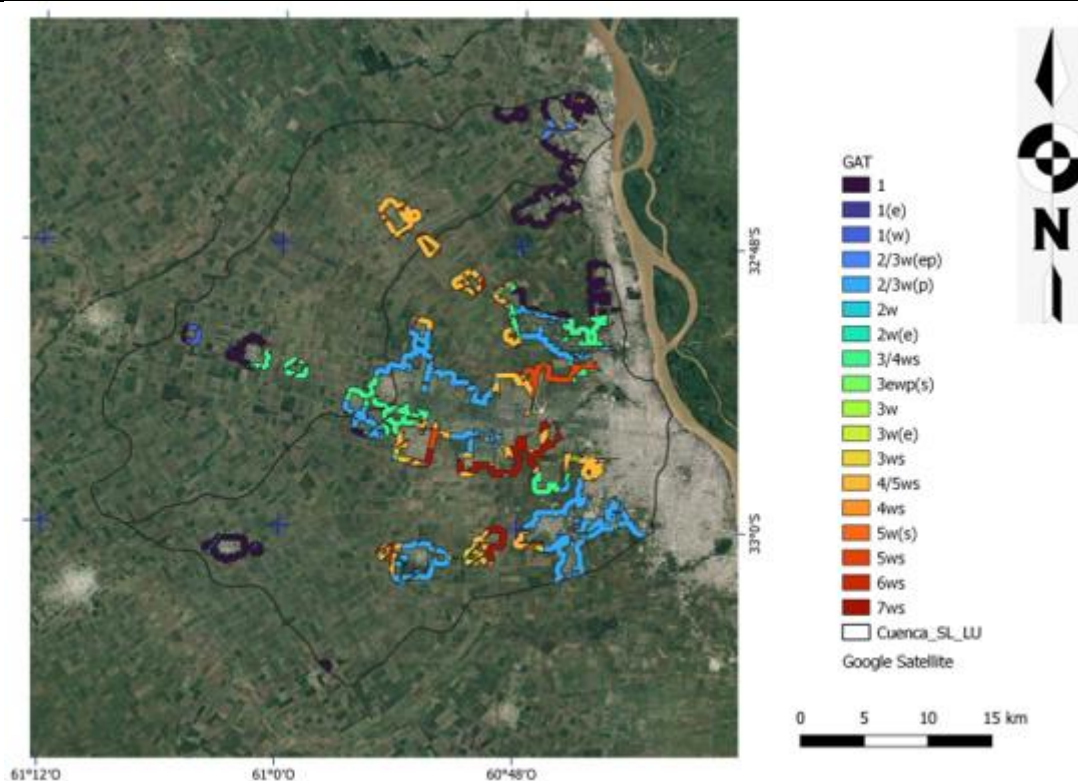


Figura 2. Clasificación del área periurbana de 500 m, en las cuencas de los arroyos Ludueña y San Lorenzo (Santa Fe), según grupos de aptitud agropecuaria de tierras (GAT) para usos generales.

La salinidad fue limitante para Za únicamente y la sodicidad tuvo niveles no óptimos en las UE Ge, Mnt y Za. El riesgo de anegamiento fue limitante para estas últimas tres y para Li. La [Figura 1](#) muestra la ubicación de las UCAR dentro del P₅₀₀ y en la [Tabla 3](#) pueden verse los componentes simples de cada una de ellas, junto con los resultados del agrupamiento por aptitud agropecuaria (GAT) de las tierras de la provincia de Santa Fe, para usos generales ([Giorgi et al., 2010](#)). Esta clasificación reconoce clases con restricciones crecientes que van del de 1 al 8 para uso agrícola. En el área de estudio los factores restrictivos fueron la permanencia de excesos hídricos (w), la erosión hídrica (e), restricciones del suelo en la zona de enraizamiento (s), simbolizando con (p) la presencia de horizontes argílicos.

Tabla 3. Unidades cartográficas (UCAR) presentes en el área periurbana de 500 m de las cuencas de los Arroyos Ludueña y San Lorenzo (Santa Fe). Superficie ocupada, aptitud para usos generales (GAT), aptitud de uso (AU) y clase ponderada para pecán (*Carya illinoensis*).

UCAR	GAT	Integración de UE	Clase ponderada	AU	Ha	%
Py-01x	2w(e)	Py cc fase ligeramente erosionada y engrosada	11,5	A2	3,5	0,0
Py-20	2w	Py fase moderadamente bien drenada	11,5	A2	60,5	0,4
Rd-05x	2w	Rd fase moderadamente bien drenada	11,5	A2	9,5	0,1
Py-08b	1(e)	Py cc fase suavemente ondulada	11,5	A2	0,2	0,0
Py-30b	3w	Py cc	11,5	A2	19,6	0,1
Rd	1	Rd cc	11,5	A2	1.774,7	11,0
Py	1	Py cc	11,5	A2	978,2	6,0
Py-b	1(w)	Py cc 70 % + Py d-mb 30 % (w)	11,5	A2	154,4	1,0
MEL-03	2w	MEL fase moderadamente bien drenada	11,4	A2	1,9	0,0
MEL	1	MEL cc	11,4	A2	670,7	4,1
Rd-12b	2/3w(ep)	Asociación Rd cc 70 % + MF 20 % + Ge cc 10 %	10,2	A2	140,8	0,9
Rd-12	2/3w(p)	Asociación Rd cc 70 % + MF 20 % + Ge cc 10 %	10,2	A2	4.553,1	28,1
Rd-08	3ws	Asociación Rd cc 70 % + Ge cc 30 %	9,7	A3	195,2	1,2
MEL-07	4ws	Asoc MEL cc 70 % + Ge cc 30 %	9,6	A3	15,7	0,1
Rd-11a	3ewp(s)	Asoc. Rd d-m 40 % + MF cc 40% + Ge cc 20%	8,9	A3	0,2	0,0
Rd-11	3w(e)	Asoc. Rd d-m 40 % + MF cc 40% + Ge cc 20 %	8,9	A3	268,5	1,7
Rd-15	3/4ws	Asoc. Rd d-i 50 % + MF 20 % + Ge cc 20% + Za cc 10 %	8,2	A3	2.182,2	13,5
Li	5w(s)	Li cc	8,0	A3	37,2	0,2
Superficie total con algún grado de aptitud					11.086,1	68,3
Rd-10	4/5ws	Asoc. Rd d-i 30 % + Za cc 30 % + MF cc 20 % + Ge cc 20 %	6,6	NA	2.990,1	18,5
Za-03a	6ws	Asoc. Za cc 50 % + MF cc 30 % + Ge cc 20 %	5,8	NA	56,2	0,4
Za-03	5ws	Asoc. Za cc 50 % + MF cc 30 % + Ge cc 20 %	5,8	NA	920,5	5,7
MF	6ws	Asoc. MF d-p 50 % + Za cc 50 %	5,2	NA	47,0	0,3
Za-02a	7ws	Asoc. Za cc 50 % + Mnt cc 50 %	4,0	NA	82,8	0,5
Za-02	7ws	Asoc. Za cc 50 % + Mnt cc 50 %	4,0	NA	1.036,0	6,4
Superficie total no apta					5.132,6	31,7
Superficie total de PU ₅₀₀					16198,7	100,0

Py: Peyrano; Rd: Roldán; MEL: Maciel; Li: Lima; Za: Zavalla; Ge: Gelly; MF: Monte Flores; d-p: drenaje podre; Mnt: Manantiales; cc: concepto central de la serie; d-mb: moderadamente bien drenado; d-i: drenaje imperfecto; d-i: drenaje pobre.

La [Figura 2](#) muestra la ubicación de la clasificación de las UCAR según GAT. Puede apreciarse en la [Figura 3](#) que la posibilidad del cultivo de nuez pecán en los PU de las cuencas de los Arroyos Ludueña y San Lorenzo coincide con las tierras de mayor con aptitud general según el GAT, abarcando principalmente las UCAR Rd, Py y MEL con una GAT igual a uno, y Rd-12, Rd-8, Rd-11 y Rd-15 con un GAT variable entre 2 y 4.

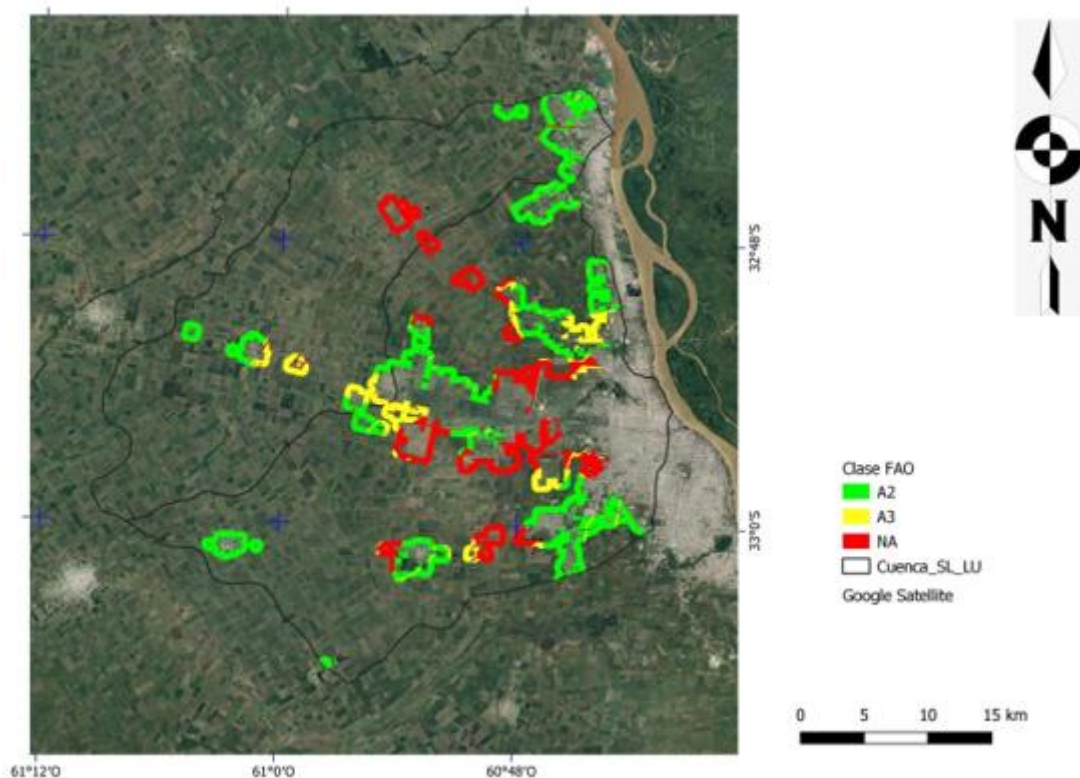


Figura 3. Aptitud de uso de las tierras del área buffer periurbana de 500 m, en las cuencas de los arroyos Ludueña y San Lorenzo, para nuez pecán (*Carya illinoensis*).

La superficie ocupada por las UCAR con algún grado de aptitud para pecán es de 10.777 ha, lo que representa un 67 % del área total del PU500. Las UCAR no aptas presentan alto contenido de sodio y mal drenaje, ya que los componentes edáficos que las integran corresponden principalmente a las series Gelly, Manantiales y Zavalla, clasificados como Natralbol, el primero, y como Natracualfes, los segundos ([Soil Survey Staff, 1999](#)). La superficie total de tierras no aptas para pecán es de 5.132 ha, lo que representa un 32 % del total del PU₅₀₀ de las cuencas estudiadas.

Discusión

Según Sierra *et al.* ([2007](#)) y Gómez y Cruzate ([2007](#)) las condiciones agroclimáticas en Argentina permiten producir nuez pecán en contra-estación del hemisferio Norte, lo que representa también una ventaja para el sur santafesino. Los resultados de nuestro trabajo constituyen el punto de partida para promover esta producción en los PU de la región, además de proveer un inventario de aptitud de tierras posibilitan actualizar los mapas y espacializar de forma dinámica nuevas recomendaciones ([Orhan, 2021](#)). Esta información básica es de utilidad en un territorio influenciado por continuas modificaciones, como se observa por ejemplo, en el aumento del área del PU₅₀₀ de la cuenca del arroyo Ludueña al pasar, en sólo 10 años, de 10.038 ha ([Bonel et al., 2013](#)) a 12.888 ha en la actualidad, representando un incremento del 28%. Los resultados también hacen un aporte a las políticas públicas enunciadas por el Ente de Coordinación Metropolitana de Rosario ([ECOM, 2024](#)), al que adhieren varias localidades de las cuencas estudiadas. El cultivo de pecán representa una alternativa para el diseño del espacio en la experiencia del Aeropuerto Metropolitano de la ciudad de Rosario ([ECOM, 2024](#)), la que se basa en la teoría de un jardín ideal, compuesto por una variedad de paisajes, corredores verdes y espacios libres, entre otros, así como por parcelas periurbanas y campos agrícolas. Asimismo,

el proyecto vial que articula el PU metropolitano de Rosario, en forma tangencial a los corredores radiales y paralela al arroyo Ludueña se erige como una infraestructura verde compleja que puede enhebrar aquellos espacios con las tierras aptas para el cultivo de pecán (A2 y A3) cartografiadas en este trabajo, de manera de atender las múltiples necesidades de la población. En este sentido la evaluación de tierras según el esquema FAO (1976), sigue teniendo vigencia por su simplicidad. Sin embargo, varios autores proponen utilizar nuevas herramientas para alcanzar un cambio en el uso de la tierra, las que deben considerar la dinámica de los sistemas urbanos y rurales, las diferencias entre escalas, el ambiente y la combinación de métodos (Manna *et al.*, 2009; Sonneveld *et al.*, 2010; Akpoti *et al.*, 2019). El estudio de Trabichet (2020) en la provincia de Catamarca para el cultivo de pecán, marca un avance en este sentido al considerar variables climáticas y restricciones territoriales, tales como la ley de bosques, presencia de centros poblados y de áreas protegidas. Analizar los resultados obtenidos en las cuencas de los arroyos Ludueña y San Lorenzo con un enfoque multicriterio permitirá a futuro comparar opciones de uso de manera cuantitativa y cualitativa, con ponderaciones objetivas o subjetivas, mejorando el sistema de decisión que se pretenda implementar en las cuencas analizadas o en otras semejantes (Nguyen *et al.*, 2015). En base a lo relevado, se evidencia una oportunidad para el diseño del uso productivo y de cadenas de valor para pecán en los territorios periurbanos de las localidades pertenecientes a las cuencas de los arroyos Ludueña y San Lorenzo, en armonía con el ambiente y con el desarrollo de la región del sur santafesino.

Declaración de autoría. Credit

BB. Conceptualización. Escritura, revisión y edición. Investigación. Metodología. Redacción y borrador original.

DN. Conceptualización. Escritura, revisión y edición. Investigación. Metodología. Software. Supervisión.

SS. Escritura, revisión y edición. Investigación. Metodología.

CM. Escritura, revisión y edición. Investigación. Metodología.

LA. Escritura, revisión y edición. Investigación. Metodología.

MB. Conceptualización. Metodología. Software.

MS. Adquisición de fondos. Conceptualización. Escritura, revisión y edición.

Referencias

AKPOTI, K., KABO-BAH, A.T., ZWART, S.J. (2019) Review - Agricultural land suitability analysis: State-of-the-art and outlooks for integration of climate change analysis. *Agricultural Systems*, 173:172-208.

BONEL, B. A., DI LEO, N., COSTANZO, M., MONTICO, S., & FRASSÓN, P. (2022) Aplicación de inventarios locales para la toma de decisiones en la planificación del uso de tierras en los periurbanos de la cuenca del arroyo Ludueña. *Revista Ciencias Agronómicas* (40), e024. Disponible en <https://doi.org/10.35305/agro40.e024> [Acceso: 4 de marzo de 2024]

BONEL, B.; DI LEO, N. y MONTICO, S. (2013). Impacto territorial de la ley sobre regulación del uso de productos fitosanitarios (N° 11373) en la cuenca del arroyo Ludueña, provincia de Santa Fe. *Actas VIII Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales*. 29, 30 y 31 de octubre y 1 de noviembre de 2013. Buenos Aires. Argentina.

CÁMARA ARGENTINA DE PRODUCTORES DE PECÁN (CAPPECAN) (2019) Disponible en <https://cappecan.com.ar/> [Acceso: 4 de marzo de 2025].

CAMBARERI, G. S. y FRUSSO, E. A. (2021). Adaptabilidad y crecimiento de cultivares de Pecán en el Sudeste Bonaerense. *Visión Rural* 28 (140): 48-50. Disponible en <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/11174> [Acceso: 4 de marzo de 2024].

CAMBARERI G., FRUSSO E.A., HERRERA-AGUIRRE E., ZOPPOLO R., LEITE F.F.G.D., BELTRA´N.M., MENDOZA C. (2023) Contribution of pecan (*Carya illinoensis* [Wangenh.] K. Koch) to Sustainable Development Goal 2 under the dual perspective of carbon storage and human nutrition. *Front. Soil Sci.*, 3. 10.3389/fsoil.2023.1092003. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/370066739_Contribution_of_pecan_Carya_illinoensis_Wangenh_K

Koch to Sustainable Development Goal 2 under the dual perspective of carbon storage and human nutrition [Acceso: 4 de marzo de 2024].

CAREY, R., KRUMHOLZ, F., DUIGNAN, K., MCCONELL, K., BROWNE, J. L., BURNS, C., LAWRENCE, M. (2011) Integrating agriculture and food policy to achieve sustainable peri-urban fruit and vegetable production in Victoria, Australia. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 1(3):181–195. Disponible en <http://dx.doi.org/10.5304/jafscd.2011.013.003> [Acceso: 4 de marzo de 2024].

CHENGQI XIA; ZHEXI LIU; XINHAO SUO, SHIXIONG CAO (2020) Quantifying the net benefit of land use of fruit trees in China. *Land Use Policy*, 90: 104276. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104276> [Acceso: 4 de marzo de 2024]

CLOQUELL, S.; ALBANESI, R.; NOGUEIRA, M.E.; PROPERSI, P. (2011). Las localidades del sur santafesino. Factores favorables y desfavorables de la imbricación urbano-rural. *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios* N° 35. 5-34 pp.

CLUSTER DE LA NUEZ PECÁN (2015) Plan de mejora competitiva. *PROSAP, UCAR y Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación*. 42 pp.

ECOM. (2024). Integración de las políticas públicas/Contribuciones de Cimolini, M.A.; Motkoski, M. y Chialvo, G.A.; Kingsland, R.E. (Dir.) - 1a ed - Rosario: *ECOM*, 2024. Libro digital, PDF. 64 pp. Disponible en https://ecomrosario.gob.ar/web/uploads/biblioteca/102/ECOM_Integraci%C3%B3n%20de%20las%20pol%C3%ADticas%20p%C3%BAblicasFINAL.pdf?1712665766 [Acceso: 4 de marzo 2024].

FAO (1976). A framework for land evaluation. *Soils Bulletin* 32. FAO, Roma, Italia. 79 pp.

FRUSSO, E.A. (2020) *El Cultivo de pecán en la Argentina*. En: Ciencia y Tecnología forestal en Argentina, C. Area; A.M. Lupi y P. Escobar (Comp.), 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, (pp. 413 – 423). Disponible en https://redforestal.conicet.gov.ar/download/libro/REDFOR_libro_2021_Completo-2_compressed-1.pdf [Acceso: 24 de febrero de 2025].

GÓMEZ, L.A. Y CRUZATE, G.A. (2007). Aptitud de los Suelos Argentinos para el Pecan (*Carya illinoensis*). En: R.S. Lavado y E.A. Frusso (Eds.) *Producción de Pecán en Argentina*. Buenos Aires. INTA-FAUBA. V: 1-9.

JANIOLA, M.D.C., MARIN, R. (2016) Carbon Sequestration Potential of Fruit Tree Plantations in Southern Philippines. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. 8(5)164-174. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/315046582_Carbon_Sequestration_Potential_of_Fruit_Tree_Plantations_in_Southern_Philippines [Acceso: 4 de marzo 2024].

LEY N° 11273 (1995). “Control Fitosanitario”. Cámara de Senadores de la provincia de Santa Fe. Disponible en <https://isileg.senadosantafe.gob.ar/ley/fichaley?idLey=459> [Acceso: 10 de diciembre de 2020].

MANNA, P., BASILE, A., BONFANTE, A., DE MASCELLIS, R. y TERRIBILE, F. (2009) Comparative Land Evaluation approaches: An itinerary from FAO framework to simulation modelling. *Geoderma*, 150 (3–4): 367-378.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO (s.f) Provincia de Santa Fe. Listado de especies adecuadas para arbolado público en la provincia de Santa Fe. Disponible en <https://www.santafe.gob.ar/index.php/web/content/download/240740/1269190/fi> [Acceso: 4 de marzo de 2024]

MONTICO, S. (2004) El manejo del agua en el sector rural de la Región Pampeana Argentina. *Revista THEOMAI, Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo*, número especial, p. 1-10.

MONTICO S, BONEL, DI LEO N (2014) Cuenca del Ludueña: transformación de tierras de aptitud de uso agropecuarias en barrios privados. *VIII Jornada de Ciencia y Tecnología*. Rosario, Argentina. p. 6.

MUNUCE, J.I. (2021) Jardines de agricultura. *Dirección de Ordenamiento Territorial. Proyecto de la Nueva Centralidad Metropolitana. El Aeropuerto y la Segunda Ronda*. Consultoría ECOMR N° 06/2021. Estudio de gestión del ambiente y el paisaje. Disponible en



<https://ecomrosario.gob.ar/web/uploads/biblioteca/88/Jard%C3%ADn%20de%20Agricultura.pdf?1683123969>

[Acceso: 4 de marzo de 2024]

NGUYEN, T.T., VERDOODT, A., VAN Y, T., DELBECQUE, N., TRAN, T.C., VAN RANSTE. (2015) Design of a GIS and multi-criteria based land evaluation procedure for sustainable land-use planning at the regional level. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 200: 1-11.

ORHAN, O. (2021) Land suitability determination for citrus cultivation using a GIS-based multi-criteria analysis in Mersin, Turkey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 190, 106433.

QGIS.org. (2023). QGIS Geographic Information System. v 3.28.3. QGIS Association. Disponible en <http://www.qgis.org> [Acceso: 10 de julio de 2023].

RIVAS, J.G., GARCÍA, M.N., MARTINEZ, M.C., ACUÑA, C.V., AGUIRRE, N.C., VILLALBA, P.V., FRUSSO, E.A., GRASSI, A.L., CEBALLOS, D., MARCUCCI POLTRI, S.N. (2021). Caracterización molecular de cultivares de pecán, *Carya illinoensis*, para su identificación y análisis de diversidad genética. Libro de Resúmenes XIII SIMPOSIO REDBIO ARGENTINA, p. 154. Disponible en <https://www.redbioargentina.org.ar/contenido/uploads/simposio2021/libro-resumenes-simposio-2021.pdf> [Acceso: 4 de marzo 2024].

RUIZ CORRAL, J.A., MEDINA GARCÍA, G., GONZÁLEZ ACUÑA, I.J., FLORES LÓPEZ, H.E., RAMÍREZ OJEDA, G., ORTIZ TREJO, C., BYERLY MURPHY, K.F., MARTÍNEZ PARRA, R.A. (2013). Nogal. En: *Requerimientos agroecológicos de cultivos*. Segunda Edición. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 344-348 pp.

SIERRA, E.M.; LÓPEZ, E.R.; PÉREZ, S.P. (2007) Agroclimatología del Pecán (*Carya Illinoensis*) en la Argentina. En: R.S. Lavado y E.A. Frusso (Eds.). *Producción de Pecán en Argentina*. Buenos Aires. INTA-FAUBA. IV: 1-10.

SIGNORELLI, A. y FERRERE, P. (2018). Desarrollo de sistemas agro-forestales en áreas periurbanas: una alternativa posible para que convivan lo rural y lo urbano. Una mirada desde la complejidad. En: PERIURBANO hacia el consenso: ciudad, ambiente y producción de alimentos: propuestas para ordenar el territorio: resúmenes ampliados: libro 1. Pablo Tittone; Beatriz Giobellina, compiladores. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones

INTA, 2018. Libro digital, PDF. 248-251. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_periurbanos_hacia_el_consenso_libro_1_resumenes_ampliados.pdf [Acceso: 27 de enero de 2022].

SOIL SURVEY STAFF (1999) Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436.

SONNEVELD, M.P.W., HACK-TEN BROEKE, M.J.D., VAN DIEPEN, C.A., BOOGAARD H.L. (2010) Thirty years of systematic land evaluation in the Netherlands. *Geoderma*. 156(3-4):84-92.

TRABICHET, F. C. (2020) Caracterización de la aptitud de los suelos de la provincia de Catamarca mediante sistemas de información geográfica. *Revista Huellas*, volumen 24, N° 2, Instituto de Geografía, Ed. UNLPam: Santa Rosa. Disponible en <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas> [Acceso: 4 de marzo 2024].

BONEL, B.; DI LEO, N.; SETA, S.; CATRARO, M.; LEONE, A.; MARCUCCI, B.; MONTICO, S. Aptitud de las tierras para el cultivo de pecán en periurbanos del sur de Santa Fe, Argentina. *Ciencias Agronómicas*, (45), e048. <https://doi.org/10.35305/agro45.e048>

Copyright (c) 2025 B.Bonel; N.Di Leo; S.Seta; M.Catraró; A.Leone; B.Marcucci; S.Montico



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).