



Revista Industrial
y Agrícola de
Tucumán

ISSN 0370-5404

En línea
1851-3018

Tomo 102 (1):
24-30; 2025



ESTACION EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

Av. William Cross 3150
T4101XAC - Las Talitas.
Tucumán, Argentina.

Trabajo presentado
en el XXXII ISSCT
Centennial
Congress, 24 al 28
de agosto de 2025,
Cali, Colombia,
traducido al
castellano.

Fecha de
recepción:
05/08/2025

Fecha de
aceptación:
06/08/2025

Relación entre la zonificación del área cañera según los niveles de producción y la fertilidad de los suelos en Tucumán, Argentina, utilizando geotecnologías

*Carmina Fandos, *Federico José Soria, *Pablo Scandaliaris, *Javier Ignacio Carreras Baldrés y **Gerardo Agustín Sanzano

* Sección Sensores Remotos y SIG - EEAOC; **Sección Suelos y Nutrición Vegetal - EEAOC.
Email: carminaf@eeaoc.org.ar

RESUMEN

Los mapas de fertilidad de los suelos facilitan la detección de zonas con diferentes niveles de nutrientes, y la identificación de ambientes con distintos niveles de producción contribuye a la zonificación y al diseño de estrategias que permiten el tratamiento diferencial de cada zona. Los objetivos de este trabajo fueron relacionar la zonificación del área de cultivo de caña de azúcar en la provincia de Tucumán, basada en los niveles de producción, con los mapas de fertilidad de los suelos cañeros. Se analizaron varias coberturas temáticas en un entorno de Sistema de Información Geográfica (SIG), tomando como base los mapas de materia orgánica del suelo (MOS) y pH de los suelos cañeros y de zonificación del área cañera tucumana, según niveles de producción. Si bien las zonas de producción baja se disponen en toda el área cañera, se constató un predominio en el sector central, mayormente en los departamentos de Simoca, Monteros y Chicligasta, en coincidencia con las subregiones 2-a y 2-b-1 (Llanura Deprimida no salina u occidental, y salina u oriental seca subhúmeda, respectivamente), donde prevalecen zonas con valores de MOS inferiores a 1,5%. En cuanto al pH, en general no hay limitaciones en la Llanura Deprimida, excepto en los departamentos de Simoca y Leales, donde algunas zonas muestran predominio de pH alcalino (subregión 2-b-1). Las zonas de baja producción en la región del Pedemonte coinciden con suelos con pH moderadamente ácido, particularmente en el sector occidental del departamento Monteros. Con respecto a las zonas de mayor producción, hay una notable prevalencia en la región de la Llanura Chacopampeana (subregiones subhúmeda húmeda y seca subhúmeda no salina, 3-a y 3-b-1, respectivamente) y el sector norte de la Llanura Deprimida. En estas áreas, los valores de MOS y pH coinciden con zonas sin limitaciones para ambas variables. Los mapas temáticos generados sirven como base para la zonificación según la productividad y la fertilidad, lo que contribuye a la implementación de prácticas agrícolas adaptadas a cada situación. También proporcionan un fundamento para futuros estudios que incluyan otras variables, como la frecuencia de quema, el momento de la cosecha, etc., lo que mejoraría la delimitación de ambientes con características homogéneas y, en consecuencia, su manejo agronómico.

Palabras clave: Teledetección y SIG, materia orgánica del suelo (MOS), pH.

ABSTRACT

Relationship between sugarcane area zoning by production levels and soil fertility in Tucumán province, Argentina, using geotechnologies

Soil fertility maps enable the detection of areas with different nutrient levels, and identifying environments with varying production levels contributes to zoning and the management of practices that allow for the differential treatment of each zone. Since soil fertility is a major factor influencing sugarcane productivity, this study aimed to relate the zoning of the sugarcane-growing area in the Tucumán province, based on production levels, to the fertility maps of sugarcane soils. Several thematic layers were analysed in a Geographic Information System (GIS) environment. The analysis was based on maps of Soil Organic Matter (SOM) and pH of sugarcane soils, and the zoning of the sugarcane-growing area in Tucumán according to production levels. Although low-production zones are

distributed throughout the sugarcane area, they predominated in the central sector, within the Depressed Plain, mainly in the departments of Simoca, Monteros, and Chicligasta. This coincides with subregions 2-a and 2-b-1 (the non-saline or western Depressed Plain and the saline or eastern dry sub-humid, respectively) where areas with SOM values below 1.5% prevail. Regarding pH, in general, there are no limitations in the Depressed Plain, except in the departments of Simoca and Leales, where some areas show a predominance of alkaline pH (subregion 2-b-1). Low-production zones in the piedmont region strongly coincide with soils with moderately acidic pH, particularly in the western sector of the Monteros department. As for the higher production areas, there is a notable prevalence in the Chaco-Pampean Plain region (humid sub-humid and dry sub-humid non-saline subregions, 3-a and 3-b-1, respectively) and the northern sector of the Depressed Plain. In these areas, SOM and pH values show a high correlation with areas without limitations for both variables. The generated thematic maps serve as a basis for zoning according to productivity and fertility, which contributes to the implementation of agricultural practices suited to each situation. They also provide a foundation for future studies that include other variables, such as burning frequency, harvest time, etc., which would improve the delimitation of environments with homogeneous characteristics and, consequently, their agronomic management.

Key words: Remote sensing and GIS, soil organic matter (SOM), pH.

■ INTRODUCCIÓN

El rendimiento de la caña de azúcar es el resultado de una combinación de diversos factores ambientales y de manejo. Una disminución en el contenido de materia orgánica del suelo (MOS) no suele percibirse como un problema, ya que la mejora genética de las plantas y las tecnologías aumentan o mantienen los rendimientos. Sin embargo, aproximadamente el 50% del nitrógeno (N) requerido por la caña de azúcar proviene de la MOS. Además, el pH del suelo afecta sus propiedades químicas, biológicas y físicas (Arroyo *et al.*, 2022).

Los mapas de fertilidad del suelo proporcionan una forma práctica y completa de identificar áreas o regiones con diferentes niveles de nutrientes (Bertsch, 1987), lo que permite conocer, registrar y ubicar espacialmente las zonas que pueden requerir un manejo especial, así como aquellas que pueden requerir diferentes niveles de nutrientes (Calderon Puig *et al.*, 2012).

El mapa de almacenamiento de carbono del suelo de Argentina, generado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), utiliza un enfoque de cartografía digital de suelos. Dicho mapa se basó en mapas globales de carbono orgánico del suelo (COS), muestreo de campo e inteligencia artificial (Gaitán *et al.*, 2023). A nivel local, Arroyo *et al.* (2022) desarrollaron mapas que revelan la distribución espacial de los porcentajes de MOS, N total y pH en la capa superficial de los suelos cañeros de la provincia de Tucumán, lo que permite visualizar el estado de la fertilidad del suelo, evaluar la aptitud agrícola y planificar prácticas de manejo sostenible.

La identificación de diferentes ambientes de producción en las áreas agrícolas contribuye a la zonificación y al manejo de prácticas que permiten el tratamiento diferencial de cada zona, según las variables que limitan el potencial productivo. La zonificación requiere información de diferentes campañas de cultivo, que se puede obtener rápidamente mediante el uso de la teledetección y los Sistemas de Información Geográfica (SIG). A nivel local, Fan-

dos *et al.* (2022a) desarrollaron un mapa de zonificación del área cañera tucumana, según los niveles de producción, y lo correlacionaron con las regiones agrológicas y el Índice de Productividad (IP) de esos suelos. Este trabajo destaca los altos porcentajes de zonas de baja producción en la región de la Llanura Deprimida, donde predominan las pequeñas fincas cañeras. Como continuación de esta investigación, Fandos *et al.* (2023a) constataron un proceso de expansión de los cañaverales, en los últimos años, hacia el norte, este y sur de la zona tradicional de cultivo de caña, cubriendo en su mayoría la región agrológica de la Llanura Chacopampeana y, en menor medida, la Llanura Deprimida y el Pedemonte. También encontraron mayores porcentajes de áreas de producción intermedia y alta en esta zona, en comparación con la región cañera tradicional.

Con el fin de relacionar la zonificación productiva de las plantaciones de caña de azúcar con la fertilidad del suelo, los objetivos del presente trabajo fueron actualizar la zonificación del área cañera en la provincia de Tucumán basada en los niveles de producción hasta el año 2023, y relacionarla con los mapas de fertilidad de los suelos cañeros generados a nivel local.

■ MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio es la región cultivada con caña de azúcar en la provincia de Tucumán, que se concentra principalmente en las regiones de Pedemonte, Llanura Deprimida y Llanura Chacopampeana (Figura 1). El clima es subtropical, con una estación seca bien definida, y se caracteriza por condiciones climáticas templadas y cálidas, veranos cálidos y húmedos e inviernos secos. El régimen de lluvias es monzónico, y entre diciembre y marzo se registra entre el 50% y el 60% del total de las precipitaciones.

Se realizó un análisis de diversas coberturas temáticas, aplicando técnicas de SIG. Como base se tomó la cobertura con la zonificación del área cañera según los

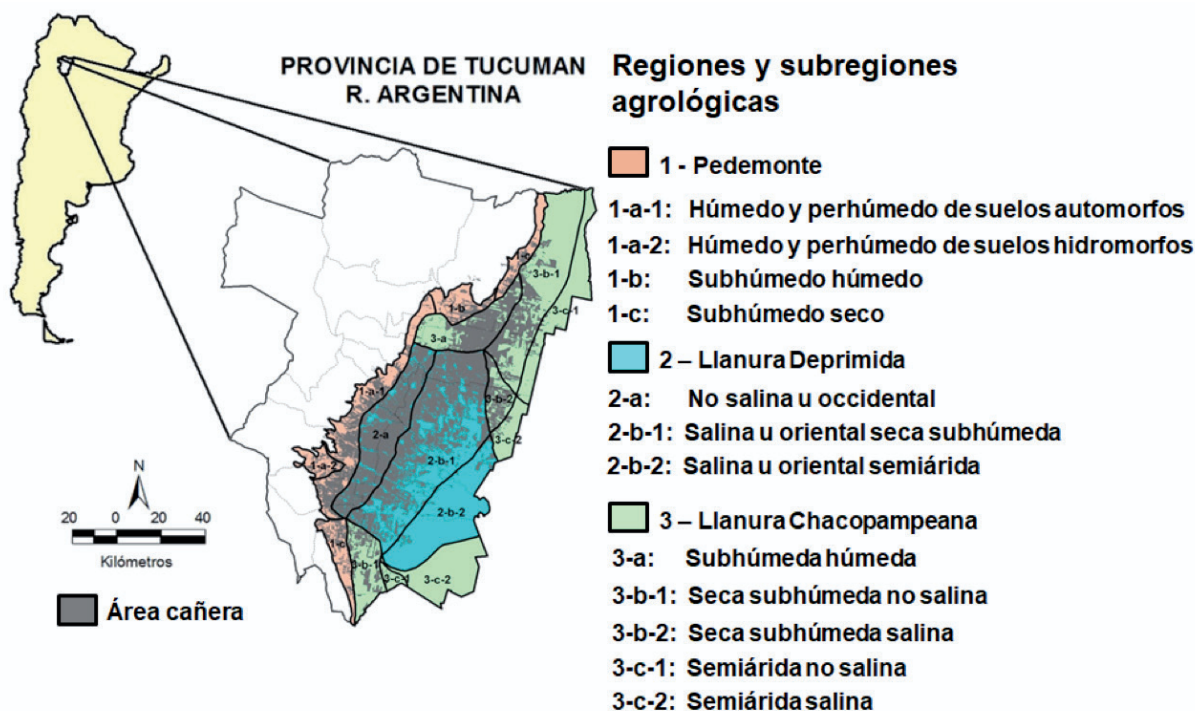


Figura 1. Regiones y subregiones agrológicas del área cañera tucumana. Adaptado de Zuccardi y Fadda (1985).

niveles de producción obtenida por Fandos *et al.* (2022a). Esta capa temática se generó a partir de clasificaciones multispectrales de imágenes satelitales Landsat 5 TM, Landsat 8 OLI y Sentinel 2A y 2B MSI, obtenidas de los sitios web <https://catalogos.conae.gov.ar/landsat8/> y <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>, respectivamente.

Las clasificaciones se realizaron analizando las bandas espectrales situadas en el rojo, el infrarrojo cercano y el infrarrojo medio, donde la vegetación tiene su mayor respuesta espectral. Las bandas analizadas fueron las 3, 4 y 5 del satélite Landsat 5 TM; las 4, 5 y 6 del satélite Landsat 8 OLI; y las 4, 8 y 11 del Sentinel 2A y 2B MSI. Se estimó conveniente analizar varios ciclos agrícolas, de manera de contemplar diferentes condiciones climáticas y de manejo del cañaveral. La información utilizada correspondió a los años 2011, 2013, 2016, 2018, 2019 y 2020, periodos para los que se contó con datos de niveles de producción.

Las capas temáticas base de caña de azúcar contenían tres categorías de niveles de producción, según el rendimiento cultural: bajo (menor a 56 t/ha), medio (entre 56 y 75 t/ha) y alto (mayor a 76 t/ha). Para el análisis, a los píxeles correspondientes al nivel bajo se les asignó el valor 1; al nivel medio, el valor 10; y el valor 100 al nivel alto. Las clases sin predominio de valores se asignaron al nivel de producción más bajo. Posteriormente, se superpuso la cobertura de las zonas de producción sobre las regiones agroecológicas de Tucumán (Zuccardi y Fadda 1985).

Para el presente trabajo, utilizando la misma metodología, se actualizó la cobertura agregando la información de niveles de producción correspondientes a las zafas 2021 a 2023 (Fandos *et al.*, 2021; 2022b; 2023b).

En la Figura 2 se exhibe un esquema de la metodología utilizada para llevar a cabo la zonificación del área cañera.

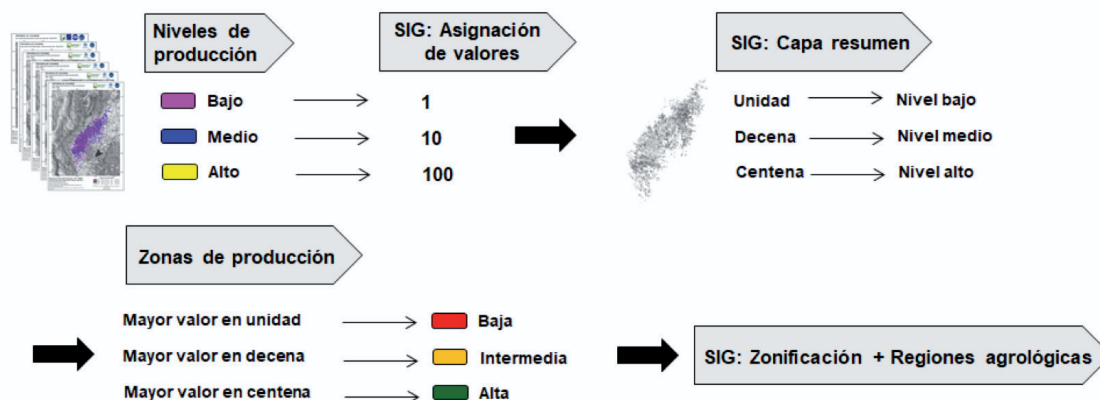


Figura 2. Flujo metodológico utilizado para la zonificación del área cañera según los niveles de producción.

Con respecto a la información de fertilidad de suelos, se tomaron como base los mapas de MOS y pH generados por Arroyo *et al.* (2022) (Figura 3). Estos mapas se elaboraron a partir de la información de muestras extraídas a 0-30 cm de profundidad en 2900 sitios distribuidos en toda el área cañera, utilizando el método de interpolación Kriging Ordinario (KO). Primero, se reclasificaron los mapas, simplificando la información en dos categorías. El mapa de MOS se categorizó para mostrar suelos con un contenido de MOS por debajo o por encima del 1,5%. Para el mapa de pH, los suelos con pH moderadamente ácido a ligeramente o moderadamente alcalino se agruparon en una categoría denominada “pH con limitaciones”, mientras que aquellos con pH ligeramente ácido a neutro, que no presentaban limitaciones, se ubicaron en una categoría de “pH sin limitaciones”. Cabe señalar que los niveles de pH detectados generalmente no representan limitaciones severas para el cultivo de caña de azúcar (Arroyo *et al.*, 2022).

A continuación, se integraron las capas temáticas de MOS y pH reclasificadas, creando una categorización de los suelos cañeros basada en la combinación de ambas variables. Se utilizaron los softwares ERDAS Imagine, versión 8.4.; y QGIS, versión 3.16.9.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 4 se presenta la distribución espacial de las zonas de producción de caña de azúcar, mientras que la Figura 5 expone la categorización de los suelos cañeros según contenidos de MOS y pH. En ambas figuras se incluye información de regiones y subregiones agrológicas (Zuccardi y Fadda, 1985), cuyo detalle se aprecia en la Figura 1.

El análisis de la Figura 4 revela que la mayor concentración del área cañera se localiza en la región de la Llanura Deprimida, principalmente en las subregiones de la Llanura Deprimida salina seca subhúmeda (2-b-1), y Llanura Deprimida no salina u occidental (2-a). Le siguen las subregiones de la Llanura Chacopampeana seca subhúmeda no salina (3-b-1), el Pedemonte húmedo y perhúmedo de suelos automorfos (1-a-1) y la Llanura Chacopampeana subhúmeda húmeda (3-a).

En cuanto a la distribución de las zonas de producción, se constata que las regiones de la Llanura Deprimida y del Pedemonte concentran las mayores proporciones de zonas de baja producción, mientras que la Llanura Chacopampeana presenta los mayores sectores con zonas de mayor producción.

Si bien las zonas de producción baja se disponen en toda el área cañera, se constata un predominio en el sector central, mayormente en los departamentos Simoca, Monteros y Chicligasta, en coincidencia con las subregiones 2-a y 2-b-1. Al contrastar con la Figura 5, se aprecia que en dicha zona predominan contenidos de MOS menores a 1,5%. Es importante mencionar que dichos suelos cañeros presentan un historial de más de 100 años de monocultivo con caña de azúcar, lo que podría estar contribuyendo a la baja productividad, puesto que el cultivo de caña de azúcar extrae grandes cantidades de nutrientes. En este sentido cabe destacar que Romero *et al.* (2018) indicaron balances negativos de nutrientes para un ciclo completo de cinco años de cultivo, marcándose esta diferencia en los tratamientos con mayor rendimiento cultural (t/ha), situación que se agrava si se elimina total o parcialmente el residuo de cosecha. Además, este sector se corresponde con la zona del minifundio cañero caracterizado en general por una baja tecnología, mano de obra familiar y rendimientos que no superan las 40 t/ha (Santi-

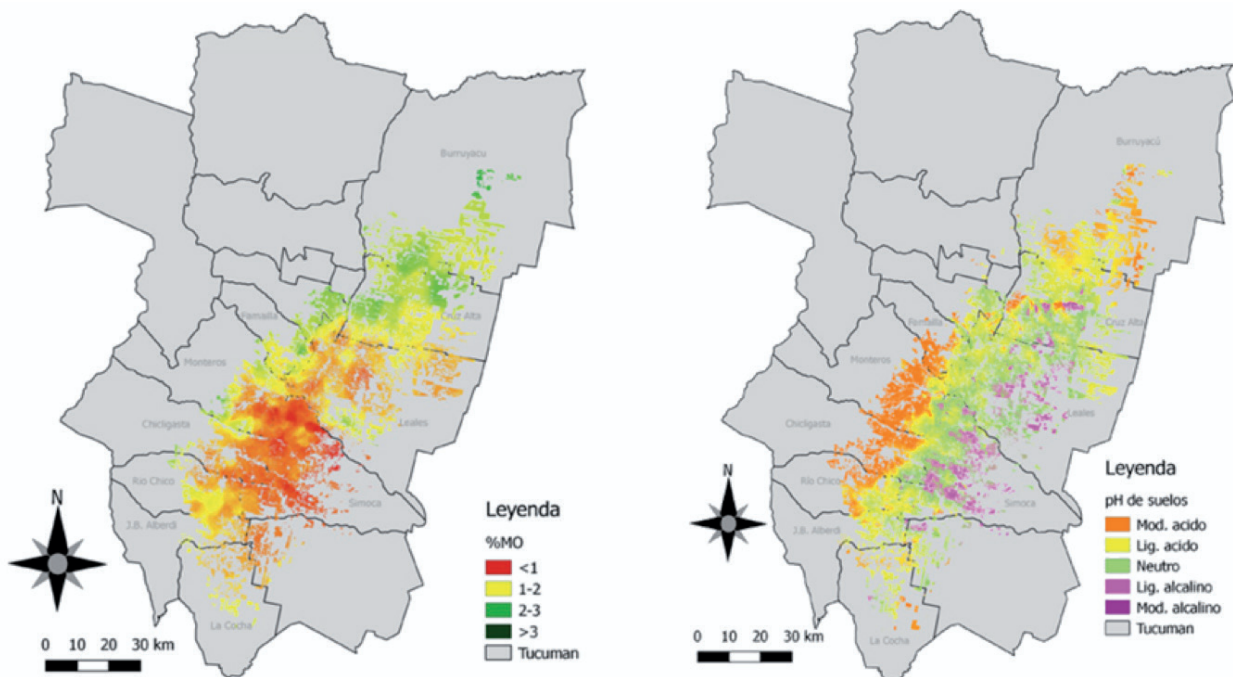


Figura 3. Izquierda: Mapa de distribución del contenido de materia orgánica oxidable % (MOS) (Walkley-Black) en el área cañera de Tucumán. Derecha: mapa de distribución del contenido de pH del suelo (0-30 cm) en el área cañera de Tucumán.

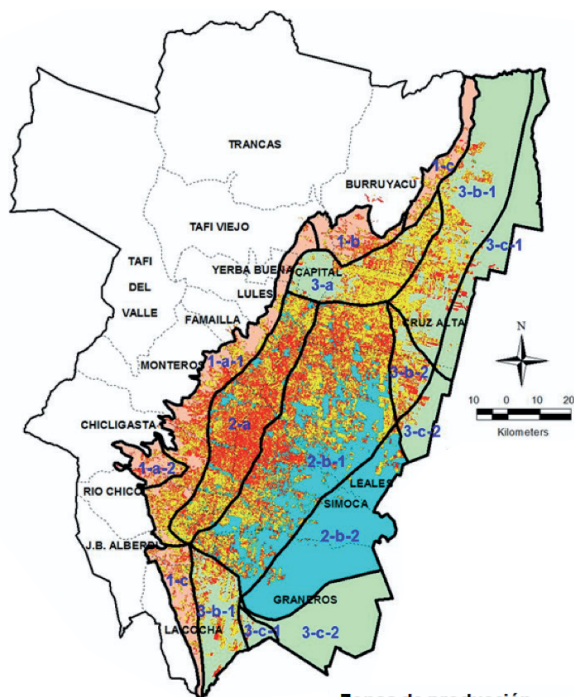


Figura 4. Distribución espacial de las zonas de producción de caña de azúcar según regiones y subregiones agrológicas en Tucumán. 1: Pedemonte. 1-a-1: Húmedo y perhúmedo de suelos automorfos. 1-a-2: Húmedo y perhúmedo de suelos hidromorfos. 1-b: Subhúmedo húmedo. 1-c: Subhúmedo seco. 2: Llanura Deprimida. 2-a: No salina u occidental. 2-b-1: Salina u oriental seca subhúmeda. 2-b-2: Salina u oriental semiárida. 3: Llanura Chacopampeana. 3-a: Subhúmeda húmeda. 3-b-1: Seca subhúmeda no salina. 3-b-2: Seca subhúmeda salina. 3-c-1: Semiárida no salina. 3-c-2: Semiárida salina.

Ilán *et al.*, 2012). Con respecto al pH, se observa que prevalecen zonas sin limitaciones en la subregión 2-a y con limitaciones en la subregión 2-b-1, especialmente en los departamentos Simoca y Leales, donde la limitación está dada especialmente por la alcalinidad del suelo (Arroyo *et al.*, 2022). En Simoca, es importante destacar la presencia de una capa freática relativamente cercana a la superficie del suelo que adolece, en el sector oriental, de la falta de una red de drenaje definida. Dicha combinación lleva a la acumulación de excesos hídricos que perjudican la calidad productiva del suelo (Sanzano, 2019).

En la región pedemontana, las bajas producciones podrían estar relacionadas con la falta de un manejo adecuado que permita atenuar los efectos negativos derivados de la torrencialidad de las lluvias, que al sumarse a las fuertes pendientes y suelos con baja capacidad de retención de agua, generan pérdidas de suelo por erosión hídrica (Sanzano, 2019). El análisis de los valores de MOS y pH en la región pedemontana muestra zonas con problemas de fertilidad, especialmente en la subregión 1-a-1, donde predominan los suelos con pH moderadamente

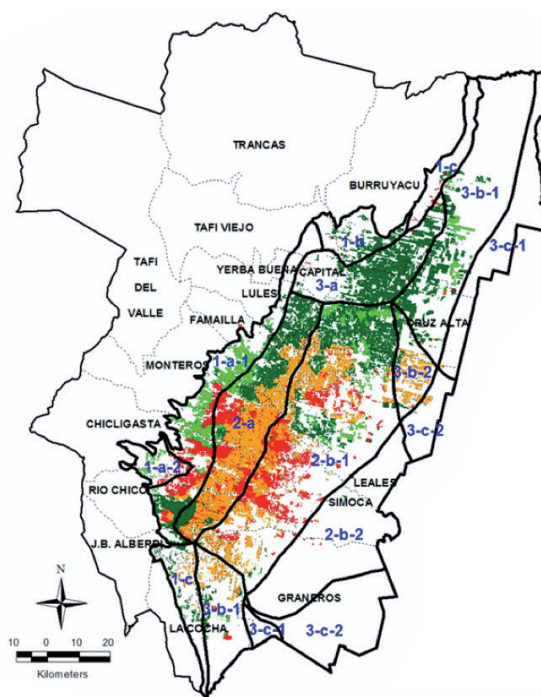


Figura 5. Integración de los mapas de MOS y pH en el área cañera de Tucumán. 1: Pedemonte. 1-a-1: Húmedo y perhúmedo de suelos automorfos. 1-a-2: Húmedo y perhúmedo de suelos hidromorfos. 1-b: Subhúmedo húmedo. 1-c: Subhúmedo seco. 2: Llanura Deprimida. 2-a: No salina u occidental. 2-b-1: Salina u oriental seca subhúmeda. 2-b-2: Salina u oriental semiárida. 3: Llanura Chacopampeana. 3-a: Subhúmeda húmeda. 3-b-1: Seca subhúmeda no salina. 3-b-2: Seca subhúmeda salina. 3-c-1: Semiárida no salina. 3-c-2: Semiárida salina.

ácido. Sin embargo, se destaca en el sector sur, en el departamento Río Chico, la prevalencia de zonas de mayor producción en coincidencia con valores de MOS mayores a 1,5 y pH, sin limitaciones para el crecimiento del cañaveral.

En las subregiones correspondientes a la Llanura Chacopampeana, las bajas producciones podrían estar asociadas al déficit hídrico creciente hacia el este y a la baja estabilidad estructural de los suelos por el bajo contenido de limo, que genera condiciones propicias para escurrimientos superficiales de magnitud, que ocasionan procesos de erosión hídrica desde moderada a severa (Sanzano, 2019).

Finalmente, se destaca el predominio de zonas de mayor producción en las subregiones 3-a y 3-b-1 y sectores norte y sur de las subregiones 2-a y 2-b-1. Al analizar los valores de MOS y pH, se aprecia alta coincidencia con zonas sin limitaciones para ambas variables. Cabe destacar que las zonas mencionadas coinciden mayormente con la zona de expansión de los cañaverales hacia el norte, este y sur del área cañera tradicional, con

mayores probabilidades de ocurrencia de heladas y menores precipitaciones (Fandos *et al.*, 2023). También coinciden con departamentos que incluyen a productores o empresas cañeras de mayor escala económica y de base productiva diversificada (Benedetti *et al.*, 2019), con poder negociador en el mercado, situación que facilita la adopción de prácticas de manejo de cultivo que por su costo pueden resultar de difícil incorporación para explotaciones de menor escala.

CONCLUSIONES

La región agrológica con mayor concentración de superficie cañera es la Llanura deprimida, seguida por la Llanura Chacopampeana y por último, el Pedemonte.

Si bien las zonas de producción baja se disponen en toda el área cañera, se constata un predominio en el sector central, mayormente en los departamentos Simoca, Monteros y Chicligasta, en coincidencia con las subregiones 2-a y 2-b-1, donde prevalecen zonas con valores de MOS inferiores a 1,5%. Con respecto al pH, en la subregión 2-b-1 se constata predominio de pH de tipo alcalinos.

Las zonas de baja producción en el Pedemonte están fuertemente relacionadas con suelos que presentan un pH moderadamente ácido, especialmente en la subregión 1-a-1, en el departamento de Monteros.

Entre las prácticas recomendadas para los productores con suelos de baja productividad, se encuentran: conservar los residuos de la cosecha en la superficie del suelo en zonas con buen drenaje natural; agregar residuos orgánicos de la industria azucarera en forma de compost; implementar sistemas de drenaje en zonas con mal drenaje; evitar la quema de los cañaverales y fertilizar basándose en un balance de nutrientes.

Con respecto a las zonas de mayor producción, se destaca su prevalencia en las subregiones 3-a y 3-b-1, y sectores norte y sur de las subregiones 2-a y 2-b-1. En estas zonas los valores de MOS y pH indican alta coincidencia con zonas sin limitaciones para ambas variables. La metodología empleada puede contribuir a la identificación de zonas de diferente productividad y fertilidad en las distintas regiones agrológicas, lo que constituye una herramienta de gran utilidad para la elección de las prácticas agrícolas más adecuadas que aporten al mantenimiento de la sustentabilidad del sistema productivo cañero. Además, sirven como base para futuros estudios que incluyan otras variables agronómicas (como la frecuencia de quema o la época de cosecha), ambientales o económicas.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados de este trabajo han sido presentados como ponencia oral en el XXXII ISSCT Congress, Cali, Colombia (23 al 28 de agosto de 2025).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Arroyo, E.; A. Sanzano; H. Rojas Quinteros y Y. Navarro Di Marco. 2022. Estado de fertilidad de los suelos

cañeros de Tucumán, Argentina: materia orgánica, nitrógeno y pH del suelo. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán* 99 (1): 37-42.

Benedetti, P. E.; C. Morales y R. A. Moreno. 2019. Dinámica de plantación de caña de azúcar y rotación de cultivos a partir de sensores remotos, campaña 2018-2019. Ediciones INTA. Tucumán (consultado 26 octubre 2020). <https://inta.gob.ar/documentos/dinamica-de-plantacion-de-cana-de-azucar-y-rotacion-de-cultivos-a-partir-de-sensores-remotos-campana-2018-2019>.

Bertsch, F. 1987. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. Oficina de publicaciones de la Universidad de Costa Rica: 7-15.

Calderón Puig, A.; D. Lara Franquíz y A. Cabrera Rodríguez. 2012. Confección de mapas temáticos para evaluar fertilidad del suelo en las áreas agrícolas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. *Cultivos Tropicales* 33: 11-18.

Fandos, C.; J. Scandaliaris; P. Scandaliaris et al. 2021. Reporte Agroindustrial 250 EEAOC. Relevamiento satelital de cultivos de la provincia de Tucumán (consultado 30 mayo 2022). <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=relevamiento-satelital-de-cultivos-en-la-provincia-de-tucuman>.

Fandos, C.; P. Scandaliaris; J. I. Carreras Baldrés y F. Soria. 2022a. Zonificación del área cañera tucumana según niveles de producción y relación con las regiones agrológicas y el índice de productividad de los suelos. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán* 99: 21-27.

Fandos, C.; J. Scandaliaris; P. Scandaliaris; J. I. Carreras Baldrés y F. Soria. 2022b. Área cosechable y producción de caña de azúcar y azúcar para la zafra 2022 en Tucumán. Reporte Agroindustrial 250 EEAOC. Relevamiento satelital de cultivos de la provincia de Tucumán (consultado 20 junio 2022). <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=area-cosechable-y-produccion-de-cana-de-azucar-para-la-zafra-2022-en-tucuman>.

Fandos, C.; F. Soria; P. Scandaliaris; J. I. Carreras Baldrés y E. R. Romero. 2023a. Comparative analysis of the production levels in the traditional and expanding sugarcane in Tucumán province, Argentina. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists* 31: 111-117.

Fandos, C.; J. Scandaliaris; P. Scandaliaris; J. I. Carreras Baldrés y F., Soria. 2023b. Área cosechable y producción de caña de azúcar y azúcar para la zafra 2023 en Tucumán. Reporte Agroindustrial 278 EEAOC. Relevamiento satelital de cultivos de la provincia de Tucumán (consultado 30 junio 2023). <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=area-cosechable-y-produccion-de-cana-de-azucar-para-la-zafra-2023-en-tucuman>.

Gaitán, J.; A. Wingeyer y P. L. Peri. 2023. Mapa de almacenamiento de C en los suelos de la R. Argentina (consultado 12 julio 2023). https://www.researchgate.net/publication/370124999_Mapa_de_almacenamiento_de_C_en_los_suelos_de_la_Republica_Argentina.

Romero, J. I.; A. Sanzano; E. R. Romero et al. 2018. Extracción y balance de macronutrientes en caña

de azúcar con riego por goteo y en secano. Informaciones Agronómicas de Hispanoamerica I. A. 30: 8-13.

Santillán, J.; E. Scala; B. Nestasio; J. Valdez I' Perea y S. Bas Nahas. 2012. Plan de Desarrollo Territorial de Tucumán (consultado 10 febrero 2014). <https://>

www.rides.producciontucuman.gov.ar.

Sanzano, A. 2019. Suelos productivos de Tucumán, buenas prácticas. Avance Agroindustrial 40: 30-40.

Zuccardi, R. B. y G. S. Fadda. 1985. Bosquejo Agrológico de la Provincia de Tucumán. Miscelánea 86, pp. 63. Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNT.

