Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas

DOI: https://doi.org/10.29312/remexca.v17i6.4219

Artículo

Caracterización fisicoquímica de suelos agrícolas en Santiago de Anaya, Hidalgo

Luz Hazel Tovar-Mendoza [1]
Brenda Ponce-Lira [1, §]
Francisco Marcelo Lara-Viveros [2]
Héctor Oscar Orozco-Gregorio [1]

1 Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Carretera Tepatepec-San Juan Tepa km 2, Francisco I. Madero, Hidalgo, México. CP. 42660.

2 Departamento de Biociencias y Agrobiotecnología-Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coahuila, México. CP. 25294.

Autor para correspondencia: bponce@upfim.edu.mx

Resumen

El suelo es un recurso esencial para la vida, ya que provee nutrientes, agua y servicios ecosistémicos. Sin embargo, su degradación afecta gravemente la producción de alimentos, considerando que el 95% proviene de él. La FAO estima que la demanda agrícola aumentará un 60% para 2050, aunque actualmente un 33% de los suelos del mundo son infértiles. El objetivo del estudio fue caracterizar las propiedades fisicoquímicas del suelo en Santiago de Anaya, Hidalgo. La investigación se desarrolló en el año 2025 mediante un diseño experimental de bloques completos al azar, para determinar cultivos potenciales y promover la producción agrícola. Los resultados muestran que los suelos presentan textura franco-arenoso, lo que favorece la retención de agua y nutrientes y se relaciona con la densidad aparente que oscila entre suelos arcillosos y francos (1.02 a 1.23 g cm^{-3}). Todos los suelos evaluados son clasificados con muy baja concentración de materia orgánica (menor a 4%). Respecto al pH, los suelos son clasificados de medianamente a fuertemente alcalinos con valores de hasta 9.79. La conductividad eléctrica indica baja salinidad, en rangos de 1.5 a 3 dS m^{-1}. Los carbonatos totales presentan valores altos (35%), asociados a suelos de tipo Leptosol y Phaeozem. La capacidad de intercambio catiónico es clasificada como alta, con valores de 29 a 33.5 $Cmol^{(+)}$ kg^{-1}. El método de comparación de medias múltiples por Tukey ($p \leq 0.05$); determina que, los suelos de Santiago de Anaya, Hidalgo, México son aptos para cultivos de ciclo corto y con resistencia a la sequía, como forrajes, leguminosas y ciertos tubérculos y raíces.

Palabras clave:

parámetros edáficos, temporal, Valle del Mezquital.



License (open-access): Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia **Creative Commons**

DOI: https://doi.org/10.29312/remexca.v17i6.4219

Introducción

El suelo es la capa de materiales orgánicos y minerales que cubre la corteza terrestre y en la cual las plantas desarrollan sus raíces y toman los alimentos que son necesarios para su nutrición (Tofiño-Rivera 2020).

La FAO (2019) pronosticó que la producción agrícola deberá crecer 60% para cubrir la demanda mundial de alimentos en 2050. Sin embargo, 33% de los suelos son infértiles y, dado que 95% de los alimentos provienen de ellos, la ciencia busca soluciones sostenibles.

Por otra parte, se menciona que, en la agricultura de temporal en México, sólo 1.75 millones de hectáreas presentan sodicidad leve, 3.47 millones de hectáreas reportan salinidad leve; a profundidad de 0 a 30 cm, lo que equivale a casi una quinta parte (19.7%) de la agricultura mexicana.

En la profundidad de 30 a 100 cm, se reportan 3.37 millones de hectáreas de riego con presencia de sales y 3.69 millones de hectáreas en temporal, generando un aumento en 2.15 millones de hectáreas salinas en esta capa (SADER, 2021).

En el Valle del Mezquital, la salinización de los suelos se ha ido aumentando por el uso prolongado de aguas residuales para riego (Huerta *et al*., 2002; Lucho *et al*., 2005; Ponce *et al*., 2019).

Tras 20 años de riego por inundación, los suelos perdieron fertilidad. García-Carrillo (2020) reportó densidad aparente de 1.21, 1.25 y 1.5 g cm^{-3} en suelos irrigados con agua residual cruda, tratada y mezclada; pH de 8.04 y 8.6 en cruda y tratada; y PSI de 1.64, 4.64 y 6.44% respectivamente; concluyendo que el uso de agua residual cruda degrada propiedades fisicoquímicas y eleva metales pesados en estratos superficiales del suelo.

Otro factor que influye en la infertilidad de un suelo agrícola es el mal uso de productos farmacéuticos y agrotóxicos; por ejemplo, se ha evidenciado que al utilizar glifosato en el cultivo de frijol modificó las propiedades químicas del suelo, aumentando el nivel de materia orgánica con niveles de 1.82% y 1.48%, el pH se intensificó significativamente a 6.79, la conductividad eléctrica disminuyó a 0.3 dS m^{-1} (Siemens *et al*., 2008, Tofiño-Rivera, 2020; Jing *et al*., 2025; Castro-Flores *et al*., 2026).

Mientras que la capacidad de intercambio catiónico (CIC) con valores de 8.2 $Cmol^{(+)}$ kg^{-1}, el hierro asimilable disminuyó y obtuvo un valor de 31 mg kg^{-1} respecto del valor inicial y se registró una leve disminución del manganeso disponible en el suelo, con 1.5 mg kg^{-1} a una máxima concentración de 6.2 mg kg^{-1} (Tofiño-Rivera, 2020).

Los hallazgos de Cotter (2020) revelaron que 16% del suelo agrícola de temporal es infértil, predominando el nivel ligero. Se distribuye en 27 estados, con mayor concentración en Jalisco (13%), Oaxaca (12%), Michoacán (9%), Chihuahua (9%) y Guanajuato (8%). En Chihuahua y Zacatecas predomina la infertilidad moderada.

El documento tuvo como objetivo caracterizar las propiedades fisicoquímicas del suelo en Santiago de Anaya, mediante un análisis de multivariables, para determinar los cultivos potenciales y promover la producción agrícola.

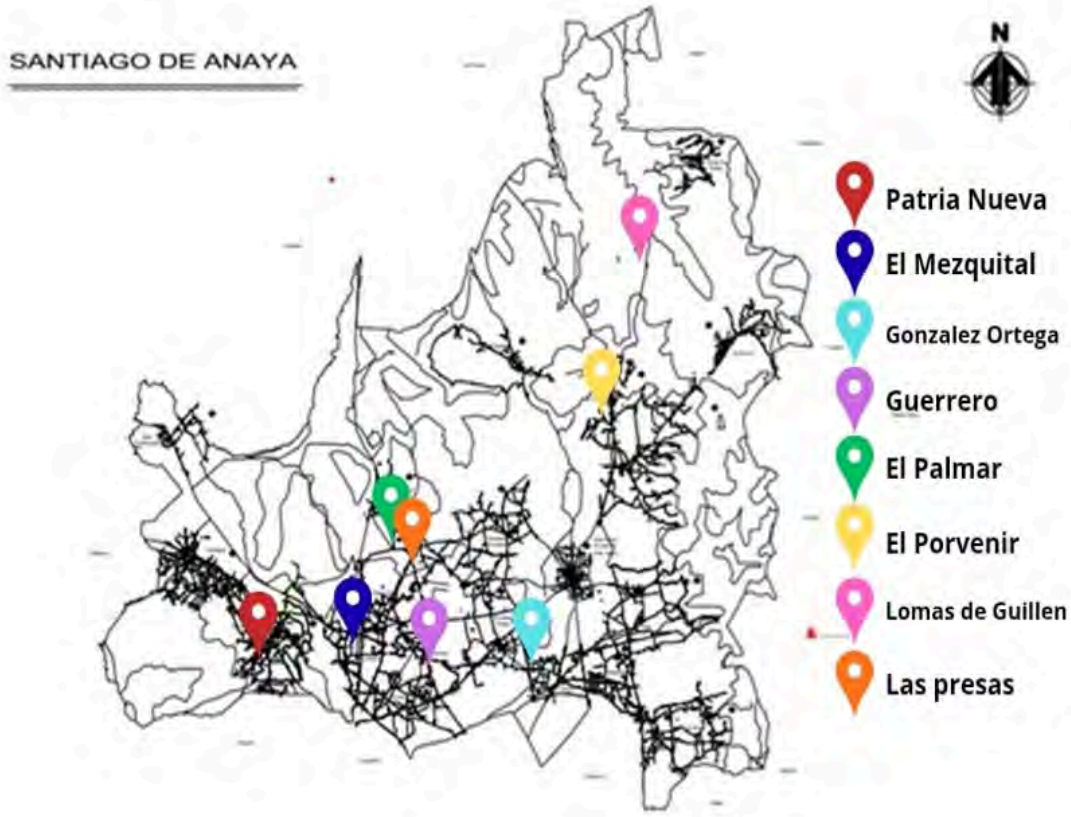
Materiales y mtodos

Localización del rea de estudio

La investigación se realizó en parcelas agrícolas del municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo, México, a una profundidad de 0 a 30 cm (Figura 1).

DOI: https://doi.org/10.29312/remexca.v17i6.4219

Figura 1. Zonas de estudio en el municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo, México.



Las localidades de estudio fueron: Lomas de Guillen en las coordenadas latitud norte 20° 29' 38" longitud oeste 98° 55' 29" y latitud norte 20°29' 37" W 98° 55' 27"; El Porvenir en las coordenadas de N 20° 26' 08.3 '' longitud oeste 98° 57' 00.1'' y latitud norte 20° 26' 09.4'' longitud oeste 98° 57' 04.6''; Vicente Guerrero latitud norte 20° 21' 50.5'' longitud oeste 99° 00' 25'' y N 20° 21' 47'' longitud oeste 99° 00' 27''; El Palmar en las coordenadas de latitud norte 20° 23' 43'' longitud oeste 98° 59' 56'' y latitud norte 20° 24' 02.3'' longitud oeste 99° 00' 40.3''; Patria Nueva en las coordenadas de latitud norte 20° 23' 27'' longitud oeste 99° 02' 21.4'' y latitud norte 20° 23' 29.2'' longitud oeste 99° 02' 23.4''; González Ortega en las coordenadas de latitud norte 20° 21' 17" longitud oeste 99° 00' 57" y latitud norte 20° 21' 26" longitud oeste 99° 00' 57".

Las Presas en las coordenadas de latitud norte 20° 23' 42.9" longitud oeste 98° 59' 56.9" y el ejido El Mezquital en las coordenadas de latitud norte 20° 373' 056'', longitud oeste 99° 021' 111'' y latitud norte 20° 22' 22'' longitud oeste 99° 01' 05''. Se realizó una muestra compuesta y todos los análisis se realizaron en base a los métodos establecidos por a la NOM-021-RECNAT-2000.

Se empleó el software R-Core Team versión 2026 para examinar los datos adquiridos, utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar con dos replicas. Todos los parámetros fisicoquímicos del suelo fueron probados por el método Tukey ($p \leq 0.05$).

Resultados y discusión

Los análisis de los suelos en todos los puntos de muestreos revelaron clase textural franco, este tipo de suelo se caracteriza por tener una textura media, que combina la capacidad para retener agua y nutrientes, con un buen drenaje e infiltración de aire en comparación con los suelos arenosos (Marques, 2019; Acuña et al., 2025).

DOI: https://doi.org/10.29312/remexca.v17i6.4219

La clase textural de suelo franco inciden en regiones de temporal, debido al balance de las fracciones granulométricas del suelo que mejoran la densidad aparente, en este sentido, a pesar de no existir diferencia significativa en esta variable (Tukey, p# 0.05). El Palmar reflejó 0.21 g cm^{-3} más respecto a Las Presas, esto indica, que se tienen variaciones en el contenido de materia orgánica y compactación, lo que favorece a tener una retención de agua de lluvia liberándola durante periodos secos, aumentando la estabilidad productiva sin depender exclusivamente de riego en estas zonas de temporal (Delgado-González, 2022).

En el Cuadro 1 se evidencia que el Porvenir y el Mezquital presentaron significativamente mayor materia orgánica. El Porvenir obtuvo 2.09% más de materia orgánica que Patria Nueva, siendo esta última comunidad la de menor % MO; esto quiere decir que, el Porvenir es mucho más fértil en comparación al resto de las comunidades evaluadas, de modo que, un alto contenido de materia orgánica favorece a una mayor porosidad y aireación, así como para neutralizar el pH del suelo, parámetro que permite la disponibilidad de nutrientes esenciales (Osorio 2012).

Cuadro 1. Parámetros fisicoquímicos en Santiago de Anaya; Hidalgo, México.

Zona de estudio	Clase textural	Densidad aparente (g cm^{-3})	MO (%)	pH	CE (dS m^{-1})	Carbonatos totales (%)
El Porvenir	Franco	1.1 ±0.03[a]	3.16 ±1.24[a]	8.05 ±0.26[b]	2.24 ±0.42[a]	27.7 ±0.34[a]
González Ortega	Franco	1.1 ±0.42[a]	1.12 ±1.08[b]	8.7 ±1.2[b]	0.63 ±0.43[a]	7.08 ±0.52[b]
Guerrero	Franco	1.2 ±0.1[a]	2.15 ± 0.31[b]	8.62 ± 0.05[b]	1.75 ±1.23[a]	11.9 ±0.23[b]
Las Presas	Franco	1.02 ±0.07[a]	2.13 ±0.97[b]	8.42 ±0.21[b]	0.68 ±0.47[a]	32.9 ±0.01[a]
Lomas de Guillen	Franco	1.08 ±0.05[a]	2.72 ±0.5[b]	8.27 ±0.24[b]	0.6 ±0.42[a]	35 ±0.06[a]
El Palmar	Franco	1.23 ±0.03[a]	1.08 ±0.06[b]	8.58 ±0.03[b]	0.55 ±0.38[a]	19.3 ±0.72[b]
Patria Nueva	Franco	1.17 ±0.01[a]	1.07 ±0.37[b]	8.41 ±0.62[b]	1.32 ±0.93[a]	13 ±0.39[b]
El Mezquital	Franco	1.09 ±0.06[a]	3.05 ±0.26[a]	9.79 ±0.18[a]	1.37 ±0.06[a]	20.5 ±0.04[b]

Las medias y desviación estándar que no comparten una letra entre filas son significativamente diferentes (Tukey, p≤ 0.05).

Investigaciones como las de Santander (2024) reportó contenidos de materia orgánica de 1.59% en el municipio de Santiago de Anaya lo cual, lo atribuye a la baja pluviosidad y al ecosistema xerófilo característico de la región. Por lo anterior, el pH es un indicador que determina si un suelo es ácido, neutro o alcalino.

En el Valle del Mezquital, Hidalgo, este parámetro, está estrechamente vinculado con la dinámica de la materia orgánica (Cruz-Macías *et al*., 2020); asimismo, Delgado (2022), reportó un pH de 8.2 en el municipio de Actopan, específicamente en la región de Chicavasco; este valor se encuentra por debajo a los datos obtenidos de las localidades evaluadas en el Cuadro 1, donde a pesar de que los suelos presentan diferencias significativas (Tukey, p≤ 0.05), son clasificados de medianamente a fuertemente alcalinos.

La comunidad del Mezquital reporta 1.09 más de pH que González Ortega, lo cual limita la disponibilidad de nutrientes esenciales como el fosforo, hierro y manganeso, mitigando la reproducción de los microorganismos y la fertilidad del suelo (Osorio 2012).

Por otro lado, la NOM-021-RECNAT-2000 menciona que la conductividad eléctrica (CE) del suelo es clave para evaluar la salinidad y establece un suelo salino con una CE mayor a 4 dS m^{-1}. Este parámetro permite conocer de manera sencilla y confiable los cambios en la condición química tras la implementación de prácticas de manejo como fertilización y riego (Campos-Granados 2025).

En este caso, no se existe diferencia significativa en la CE de los puntos de muestreo; sin embargo; las áreas de estudio de: González-Ortega, Las Presas, Lomas de Guillen y El Palmar, presentan efectos despreciables de salinidad; mientras que, Guerrero, Patria Nueva y El Mezquital reportan suelos muy ligeramente salinos, destacando la comunidad de El Porvenir como moderadamente salino.

DOI: https://doi.org/10.29312/remexca.v17i6.4219

En este sentido Alonso (2022) indicó que rangos de 1.5 dS m^{-1} a 3 dS m^{-1} se consideran adecuados para la producción agrícola, por lo cual, tienen poca concentración de sales solubles y escasa disponibilidad de nutrientes, efecto que se caracteriza en todos los sitios de estudio de la Cuadro 1.

Igualmente, el contenido de carbonatos totales presentes en los suelos se relaciona con el incremento del pH y CE; los cuales actúan como un indicador clave ante la disponibilidad principalmente de hierro, zinc, manganeso y fósforo, propiciando precipitación y bloqueo químico, provocando clorosis en los cultivos (Andrades-Rodríguez, 2022).

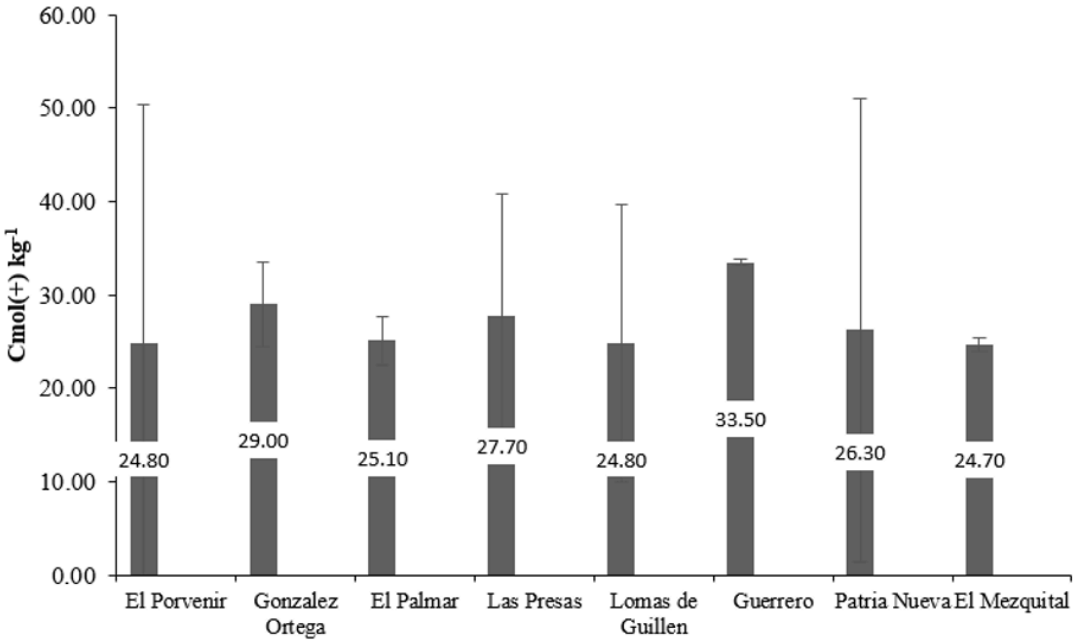
En este sentido, Lomas de Guillén y Las Presas tienen los valores más elevados de carbonatos totales como producto de rocas sedimentarias e ígneas extrusivas, dando origen a suelos de tipo Leptosol y Phaeozem respectivamente (INEGI, 2020).

Estudios en México, muestran que, en regiones áridas y semiáridas (La Paz, BCS), la cantidad de carbonatos suelen estar integrados en la fase sólida del suelo debido a la escasa precipitación, además de causar deficiencias de fósforo en los cultivos (Ayala-Niño, 2018).

Basándose en las aportaciones de Ávila-Uribe (2025) reportó hasta 32.2% de carbonatos en el estado de Oaxaca, específicamente en Sitio Xitlapehua y San Luis Amatlán, Miahuatlán de Porfirio Díaz atribuyéndolo a la edafología del suelo.

En la Figura 2 se presentan las bases intercambiables de los predios de estudio; este parámetro mide de la cantidad de cationes como $Ca^{2\#}$, $Mg^{2\#}$, $K^{\#}$ y $Na^{\#}$, que pueden ser retenidos e intercambiados por las partículas del suelo (López-Báez, 2019).

Figura 2. Capacidad de intercambio catiónico en ocho comunidades de Santiago de Anaya.



Está estrechamente ligada a la materia orgánica del suelo, ya que los grupos funcionales presentes en la fracción orgánica (principalmente carboxilos y fenoles) generan cargas negativas que aumentan la retención de dichos cationes (Solly, 2020).

DOI: https://doi.org/10.29312/remexca.v17i6.4219

El resultado indica que la comunidad de Guerrero presenta 4.5 $Cmol^{(+)}$ kg^{-1} más que González-Ortega, lo cual son clasificados con un intercambio catiónico muy alto; cabe mencionar, que estudios previos por Santander (2024) en Santiago de Anaya reportó una CIC de 24.7 $Cmol^{(+)}$ kg^{-1} señalando que es un parámetro indirecto del suelo para el intercambio de cationes y proporciona información sobre la fertilidad del suelo.

Se destaca la influencia del pH sobre la CIC, ya que valores más altos de alcalinidad tienden a modificar la disponibilidad de cationes. En este sentido, los suelos con mayor contenido de materia orgánica muestran una CIC superior (López-Báez, 2019; Cruz-Macías, 2020).

Lomas de Guillen, el Mezquital y El Porvenir se encuentran en una clasificación media con valores entre 15 a 25 $Cmol^{(+)}$ kg^{-1} con base a la NOM-021-RECNAT-2000, dato similar a lo reportado por Santander (2024) para el mismo municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo. La CIC en suelos alcalinos no solo es un parámetro químico, sino una herramienta estratégica para garantizar la disponibilidad de nutrientes, optimizar la fertilización y mejorar la estructura del suelo. En definitiva, conocerla permite tomar decisiones más precisas y sostenibles en la producción agrícola.

Conclusiones

La importancia de este estudio en las comunidades de Santiago de Anaya enfatiza en conocer las limitaciones que influyen directamente en la productividad agrícola, los resultados evalúan suelos altamente alcalinos, lo cual es indicador de la baja disponibilidad de nutrientes esenciales.

En suelos franco-arenosos se recomiendan cultivos tolerantes a sequía como sorgo, cebada y girasol; para ciclos cortos, leguminosas como garbanzo y lenteja que fijan nitrógeno. La caracterización del suelo es esencial para elegir cultivos o diseñar prácticas que mantengan su fertilidad y productividad.

Bibliografía

1 Acuña, E. J.; Dec, D. and Bonilla, C. A. 2025. Effect of wildfire ash on hydrological properties of coarse-textured soils. Journal of Hydrology. 663:134260. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2025.134260.

2 Alonso, S. J.; Sainato, C. M. e Iseas, M. S. 2022. Modelado de la conductividad eléctrica aparente para mejorar la evaluación de propiedades de suelos agrícolas. Ciencia del suelo. 40(1):81-91. https://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v40n1/1850-2067-cds-40-01-81.pdf.

3 Andrades-Rodríguez, M. S. y Martínez-Villar, E. 2022. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 4ta. Edition. Logroño. Universidad de La Rioja, Servicio de Publicaciones: p.38 https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=267902.

4 Ávila, U. G., Pérez L. A., Sánchez G. P. y Pineda P., J. 2025. Caracterización físico-química de suelo en dos zonas de producción de mezcal, en el distrito de Miahuatlán, Oaxaca. Terra Latinoamericana. 43(1):1-12. e1985. https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v43/2395-8030-tl-43-e1985.pdf.

5 Ayala-Niño, F.; Maya-Delgado, Y. y Troyo-Diéguez, E. 2018. Almacenamiento y flujo de carbono en suelos áridos como servicio ambiental: un ejemplo en el noroeste de México. Terra Latinoamericana. 36(2):93-104. https://doi.org/10.28940/terra.v36i2.334.

6 Campos, G. M. F. y Méndez, J. C. 2025. Relación entre metodologías de determinación de conductividad eléctrica y concentración de cationes solubles en suelos de Costa Rica Agronomía Costarricense. 49(1):36-64. https://doi.org/10.15517/vf5xpa16.

7 Castro-Flores, F.; Galván-Romero, V. S.; Zamora-Mendoza, B. N.; Macias, A. A.; Garcia-Grimaldo, J. A.; Medellin-Castro, N. A.; Vallejo-Pérez, M. R. and Flores-Ramírez, R. 2026. Detection of antimicrobial resistance and application of molecularly imprinted polymers for detection of antibiotics in wastewater samples from San Luis Potosí. Microchemical Journal. 220:116643. https://doi.org/10.1016/j.microc.2025.116643.

DOI: https://doi.org/10.29312/remexca.v17i6.4219

8 Cotler, H. Corona, J. A. y Galeana P. J. M. 2020. Erosión de suelos y carencia alimentaria en México: una primera aproximación. Investigaciones geográficas. 1(101):e59976. https://doi.org/10.14350/rig.59976.

9 Cruz, M. W. O.; Rodríguez L. L. A.; Salas M. M. Á.; Hernández V.; Campos S. R. A.; Chávez H. M. H. y Gordillo C. A. 2020. Efecto de la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico en la acidez de suelos cultivados con maíz en dos regiones de Chiapas, México. Terra latinoamericana. 3(38):475-480. https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.506.

10 Delgado-González, C. R.; Rodríguez-Laguna, R.; Capulín-Grande, J.; Madariaga-Navarrete, A. y Islas-Pelcastre, M. 2022. Caracterización fisicoquímica de suelos salinos agrícolas, en la localidad de Chicavasco, estado de Hidalgo, México. South Florida Journal of Development. 3(1):335-344. https://doi.org/10.46932/sfjdv3n1-026.

11 FAO. 2019. Food and Agriculture Organization. Detengamos la erosión del suelo para garantizar la seguridad alimentaria en el futuro. https://www.fao.org/newsroom/story/Let-s-StopSoilErosion-to-ensure-a-food-secure-future/es.

12 García, C. M.; Luna O. J. G.; Gallegos R. M. Á.; Preciado R. P.; Cervantes V. M. G. y González S. U. 2020. Impacto de aguas residuales sobre algunas propiedades y acumulación de metales pesados en el suelo. Terra Latinoamericana. 38(4):907-916. https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.556.

13 Huerta, L.; Contreras-Valadez, R.; Palacios-Mayorga, S.; Miranda, J. and Calva-Vasquez, G. 2002. Total elemental composition of soils contaminated with wastewater irrigation by combining IBA techniques. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B. 189:158-162. https://doi.org/10.1016/S0168-583X(01)01029-1.

14 INEGI. 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Compendio de información geográfica municipal 2010 Santiago de Anaya. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos-geograficos/13/13055.pdf.

15 Jing, H.; Liu, Y. and Hou, J. 2025. Impacts of agricultural intensification on biodiversity: Habitat loss, agrochemical use, water depletion, and soil degradation. Journal of Environmental Management. (395):128036. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.128036.

16 López, B. W.; Reynoso S. R.; López M., J.; Villar S. B.; Camas G. R. y García S. J. O. 2019. Caracterización físico-química de suelos cultivados con maíz en Villaflores, Chiapas. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 10(4):897-910. https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1764.

17 Lucho-Constantino, C. A.; Prieto-García, F.; Del Razo, L. M.; Rodríguez-Vázquez, R. and Poggi-Varaldo, H. M. 2005. Chemical fractionation of boron and heavy metals in soils irrigated with wastewater in central Mexico. Agriculture. Ecosystems and environment. 108(1):57-71. https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.12.013.

18 Marques, K. P.; Rizzo, R.; Carnieletto-Dotto, A.; Souza, A. B.; Mello, F. A.; Neto, L. G.; Anjos, L. H. C. and Demattê, J. A. 2019. How qualitative spectral information can improve soil profile classification? Journal of Near Infrared Spectroscopy. 2(27):156-174. https://doi.org/10.1177/0967033518821965.

19 Osorio, N. W. 2012. pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. Manejo integral del suelo y Nutrición vegetal. 1(4):1-4. https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf.

20 Ponce-Lira, B.; Serrano-Olvera, M.; Rodríguez-Martínez, N. and Sánchez-Herrera, S. G. 2019. Polluted wastewater for irrigation in the Mezquital Valley, Mexico. In: Otazo-Sánchez, E.; Navarro-Frómeta, A.; Singh, V. (eds). Water Availability and Management in Mexico. Water Science and Technology Library, vol 88. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24962-5-10.

DOI: https://doi.org/10.29312/remexca.v17i6.4219

21 SADER. 2021. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. La salinidad es la concentración elevada de sal en suelos. Gobierno de México. https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/mapa-agricola-de-afectacion-por-salinidad-en-mexico.

22 Santander, S. J.; Ponce, L. B.; Arteaga, A. K. and Camarillo, J. P. P. 2024. Physicochemical characterization of agricultural soils under a traditional system in the Mezquital Valley, Hidalgo. South Florida Journal of Developmen. 5(5):e3937. https://doi.org/10.46932/sfjdv5n5-017.

23 Siemens, J.; Huschek, G.; Siebe, C. and Kaupenjohann, M. 2008. Concentrations and mobility of human pharmaceuticals in the world's largest wastewater irrigation system, Mexico City-Mezquital Valley. Water Research. 8-9(42):2124-2134. https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.11.019.

24 Solly, E. F.; Weber, V.; Zimmermann, S.; Walthert, L.; Hagedorn, F. and Schmidt, M. W. 2020. A critical evaluation of the relationship between the effective cation exchange capacity and soil organic carbon content in Swiss forest soils. Frontiers in Forests and Global Change. (3):98. https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00098.

25 Tofiño-Rivera, A. P. 2020. Efecto del glifosato sobre la microbiota, calidad del suelo y cultivo de frijol biofortificado en el departamento del Cesar, Colombia. Revista Argentina de Microbiología. 1(52):61-71. Doi: https://doi.org/10.1016/j.ram.2019.01.006.



Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas

DOI: https://doi.org/10.29312/remexca.v17i6.4219

Caracterización fisicoquímica de suelos agrícolas en Santiago de Anaya, Hidalgo

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
ISSN (electronic): 2007-9230
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México)

Article/Issue Information
Date received: 01 March 2026
Date accepted: 01 June 2026
Publication date: 01 September 2026
Volume: 17
Issue: 6
Electronic Location Identifier: e4219
DOI: 10.29312/remexca.v17i6.4219

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

parámetros edáficos

temporal

Valle del Mezquital

Counts

Figures: 2

Tables: 1

Equations: 0

References: 25