

Estudio Etnoedafológico del Ejido San Juan y San Agustín en Jocotitlán, Estado de México Ethnopedological Study of the Ejido San Juan and San Agustín in Jocotitlán, State of Mexico

Georgina Pérez-Rodríguez¹ , Carlos Alberto Ortiz-Solorio^{1†} ,
Ma. del Carmen Gutiérrez-Castorena¹ , Víctor Manuel Ordaz-Chaparro²  y
Atenógenes Leobardo Licona-Vargas³ 

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Área de Génesis y Morfología y Clasificación de Suelos, Programa de Edafología, ² Área de Física de Suelos, Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, 56230 Texcoco, Estado de México, México; (G.P.R.), (C.A.O.S.), (M.C.G.C.), (V.M.O.C.).

[†] Autor para correspondencia: ortizsolo60@gmail.com

³ Universidad Autónoma Chapingo, Depto. de Agroecología, Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, 56227 Texcoco, Estado de México, México: (A.L.L.V.).

RESUMEN

El enfoque etnoedafológico es relevante, primero, porque se rescata el conocimiento local ancestral sobre el suelo y demás recursos relacionados, tanto para diferenciar y evaluar las tierras/suelos de un área, como para reconocer la veracidad de las opiniones del agricultor sobre la calidad del suelo, sus propiedades y características, así como de las prácticas agrícolas y su organización para el aprovechamiento del agua. Los agricultores del ejido San Juan y San Agustín, Jocotitlán, Estado de México clasifican a sus tierras en cinco tipos: barro (Vertisols), blanca (Umbrisols), revuelta (Phaeozems), colorada (Cambisols) y tepetate (Regosols) con base en su textura, color, contenido de humedad y porosidad. La tierra barro la definen como la de mejor calidad cuando las condiciones climáticas son óptimas; sin embargo, dado el comportamiento del clima en los últimos años, las tierras blanca y colorada son también una buena opción. Los agricultores indican que la principal limitación, para la producción en todas sus tierras, es la disminución de la precipitación; además, consideran importante el trabajo dedicado en la labranza y el recurso económico invertido para tener una idea del rendimiento promedio de cada clase de tierra. Científicamente se encontraron discrepancias con la clasificación reportada por instituciones oficiales en cuanto a grupos de suelo, así como los datos sobre los usos del suelo y la vegetación. Considerando que, por el nivel de detalle y la importancia del conocimiento local, resulta recomendable considerarlo en la planeación del desarrollo del sector agrícola.

Palabras clave: *clases de tierras, clasificación campesina de tierras, conocimiento local del suelo, suelo-tierra, tecnología agrícola.*

SUMMARY

The ethnopedological approach is relevant, first, because ancestral local soil knowledge, and other related resources knowledge is rescued, as well as to differentiate and evaluate the lands/soils of an area, and to recognize the veracity of the farmer's opinions about the quality of the soil, its properties and characteristics, as well as agricultural practices and their organization for the water use. The farmers of the ejido San Juan y San Agustín, Jocotitlán, State of Mexico identified five types of land: barro (Vertisols), (Umbrisols), revuelta (Phaeozems), colorada (Cambisols) y tepetate (Regosols), taking into account texture, color, moisture content and porosity. They define tierra barro as the best when climatic conditions are optimal, and tierra blanca and colorada as the best option considering the behavior of the climate in



Cita recomendada:

Pérez-Rodríguez, G., Ortiz-Solorio, C. A., Gutiérrez-Castorena, M. C., Ordaz-Chaparro, V. M., & Licona-Vargas, A. L. (2024). Estudio Etnoedafológico del Ejido San Juan y San Agustín en Jocotitlán, Estado de México. *Terra Latinoamericana*, 42, 1-16. e2062. <https://doi.org/10.28940/terra.v42i.2062>

Recibido: 13 de agosto de 2024.

Aceptado: 13 de septiembre de 2024.

Artículo. Volumen 42.

Octubre de 2024.

Editor de Sección:

Dr. Héctor Estrada Medina

Editor Técnico:

Dr. David Cristóbal Acevedo



Copyright: © 2024 by the authors.

Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC ND) License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

recent years, since farmers report that the main limitation for production in the five classes of land, is the decrease in precipitation. In addition to the presence of rain, they give a lot of weight to the work done and the economic resources invested to have an idea of the average yield of a type of land. Scientifically, discrepancies were found with the classification reported by official institutions regarding soil groups, as well as data on land use and vegetation. Considering that, due to the level of detail and the importance of local knowledge, it is advisable to consider it in the planning of its development.

Index words: *land classes, peasant land classification, local soil knowledge, soil-land, agricultural technology.*

INTRODUCCIÓN

El conocimiento local del suelo/tierra es esencial para la toma de decisiones sobre el manejo agrícola y de los recursos naturales (Sánchez-Olarte, Argumedo, Álvarez, Méndez y Ortiz, 2015). Williams y Ortiz-Solorio (1981) propusieron por primera vez el término Etnoedafología, que se refiere a la percepción de los agricultores sobre las propiedades y procesos de las tierras/suelos, los nombres y la clasificación de estas, su relación con otros factores, así como al uso y manejo agrícola. Por su parte, Ortiz-Solorio y Gutiérrez (2001) propusieron un concepto más simple y conciso, afirmando que es el estudio del conocimiento de los suelos/tierras por parte de los productores. De manera general, la Etnoedafología es el conocimiento que adquiere el propietario o el usuario sobre la tierra que posee o maneja y de las vecinas en términos de su designación, manejo, uso, aptitud y conservación.

Considerando las diferencias entre el termino suelo, definido como un cuerpo natural que consiste en horizontes compuestos de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua, que conforman el medio natural para el crecimiento de las plantas (Foth y Turk, 1981); y el termino tierra, definida como un área de la superficie terrestre con todas las propiedades del entorno observadas en la capa superior del suelo o en el desarrollo de los cultivos (Ortiz-Solorio, Pájaro y Ordaz, 1990a; Ortiz-Solorio, Pájaro, Martínez y Ordaz, 1990b); para el enfoque etnoedafológico se consideran sinónimos como se expresó en Pérez-Rodríguez, Ortiz y Gutiérrez (2023).

El conocimiento y percepción de los agricultores sobre el suelo/tierra se origina a través de la observación y la comparación directa de los aspectos físicos y morfológicos de sus tierras y las parcelas adyacentes en relación con el entorno y su uso (Ortiz-Solorio, 1992). Dicho conocimiento es recolectado y difundido a través de estudios etnoedafológicos que contribuyen a estar al tanto y comprender la realidad de las poblaciones locales y producir información de forma accesible e integrada con los agricultores (Correia, 2005¹). Un estudio etnoedafológico consta de dos fases: la creación de un mapa de clases de tierras y la obtención del conocimiento, que sobre ellas poseen los agricultores (Ortiz-Solorio *et al.*, 1990a).

En México, a finales de 1980, los estudios formales de suelos (levantamientos) fueron reemplazados con éxito por los estudios etnoedafológicos (Ortiz-Solorio y Gutiérrez, 2001) y desde entonces se han realizado en diferentes partes del mundo, variando la temática entre países y continentes. En la revisión de literatura más reciente sobre etnoedafología, Pérez-Rodríguez *et al.*, (2023) señalan que la fertilidad del suelo, la planificación del uso de la tierra y las prácticas de manejo han sido temas recurrentes, además del inminente interés por el cambio climático y el manejo sostenible del suelo. Las investigaciones realizadas sobre dichos temas han sido publicadas, con mayor intensidad, en sólo 14 revistas científicas a nivel mundial, y las han desarrollado diez instituciones educativas, de las cuales cuatro son mexicanas.

Dentro de este enfoque es relevante reconocer cómo el agricultor diferencia y evalúa a las tierras/suelos, quien es el que desempeña un papel importante al examinar su calidad, sus propiedades y características que le permiten clasificarlo globalmente como bueno, normal y pobre, así como el recomendar las prácticas de manejo adecuadas (Aguilar-Orea, Ruiz, Ortiz y Armida, 2015; Ortiz, 2016²; Castillo, Capa, Fierro, Quichimbo y Jiménez, 2020).

Hernández-Hernández *et al.* (2011) y Ntongani, Munishi, More y Kashaigili. (2014) mencionan que los conocimientos de los productores son esenciales para tomar decisiones sobre el manejo del suelo/tierra ajustadas a su realidad agroecológica y socioeconómica. Asimismo, Acuña-Tobasura, Moncayo, Chávez, Londoño y Castaño (2015) mencionan que este conocimiento es complejo, dado que se ha generado a través de varias generaciones, lo que les ha permitido hacer frente a los desafíos que se les presentan, y desarrollar de técnicas agrícolas apropiadas a específicas condiciones locales (Cheik y Jouquet, 2020). La variedad de prácticas agrícolas presenta una riqueza social, cultural y étnica propia de cada zona (Richelle *et al.*, 2017).

¹ Correia, J. R. (2005). *Pedologia e conhecimento local: proposta metodológica de interlocução entre saberes construídos por pedólogos e agricultores em área de Cerrado em Rio Pardo de Minas, MG*. Tesis para obtener el grado en Doctor en ciencias. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Disponible en: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/9112>.

² Ortiz, J. C. (2016). *La Etnoedafología como herramienta conectiva entre agricultores ecológicos de Buga y la Academia*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56940>

Desde hace tiempo, los agricultores han diferenciado sus tierras/suelos con base en propiedades observables y esto les ha permitido generar mapas conceptuales de sus tierras/suelos y sistemas de clasificación únicos (Kyebogola *et al.*, 2020) dado que fueron adaptados a las diferentes condiciones geográficas locales (Schlatter y Gerding, 1995). Estos sistemas locales son producidos a través de la clasificación campesina de tierras (Luna, 1980³; Williams y Ortiz-Solorio, 1981; Ortiz-Solorio *et al.*, 1990a; Ortiz-Solorio, 1992; Lleverino-González, Ortiz y Gutiérrez, 2000; Sánchez, Ortiz, Gutiérrez y Gómez, 2002; Licona-Vargas, Ortiz, Gutiérrez y Manzo, 2006), que es un procedimiento de estratificación del ambiente, rápido y barato, que no requiere de personal altamente especializado. Por ejemplo, Ortiz-Solorio *et al.*, (1990a) realizaron primero, una clasificación campesina de tierras con productores y, posteriormente, la complementaron y compararon con sistemas formales de clasificación (Taxonomía de suelos y Base Referencial Mundial de Suelos WRB).

Los trabajos mencionados enfatizan la importancia y necesidad de tomar en cuenta al conocimiento local del suelo, así como el relacionado con las prácticas tradicionales, ya que, la agricultura campesina es importante por la producción de alimentos y la subsistencia de las comunidades rurales (Ocampo-Fletes y Escobedo, 2006). Más aún, porque los productores aplican conocimientos edáficos que favorecen el uso y manejo sostenible del suelo (Barrios y Trejo, 2003; Grossman, 2003).

Considerando otro recurso indispensable para la agricultura y la subsistencia en general, los campesinos también emplean conocimientos para manejar el agua y sus obras hidráulicas, principalmente a pequeña escala, lo que origina sistemas agro-hidráulicos adaptados a condiciones propias al nivel local (Ocampo-Fletes y Escobedo, 2006). Para la administración de dichos sistemas, los agricultores han formado organizaciones auto-gestivas con la capacidad de lograr un manejo social y técnico (Palerm-Viqueira, 2000).

En relación con lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron: 1. Identificar y documentar los conocimientos locales sobre las tierras/suelos y de los sistemas de producción agrícola en el ejido San Juan y San Agustín, en Jocotitlán, Estado de México; 2. Clasificar científicamente a los suelos y 3. Establecer, desde la perspectiva del agricultor, las limitaciones más importantes para la producción agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La investigación se llevó a cabo en el ejido San Juan y San Agustín ubicado en el municipio de Jocotitlán, Estado de México. Se localiza al norte del estado, cuyas coordenadas centrales son 19° 40' 52.3" N y 99° 47' 12.8" O. El estudio se realizó en 1571.20 hectáreas de las 3226 que comprende el ejido; dicha área está ubicada en las coordenadas centrales 19° 39' 2.2" N y 99° 45' 43.8" O, con una altitud promedio de 2547 m de altitud (RAN, 2023), (Figura 1).

INEGI (2016) indica que la zona corresponde a un valle agrícola de temporal y de riego anual, donde en promedio, desde 1985 hasta el 2021 han recibido 739 mm/año de lluvia (Figura 2). El clima es templado subhúmedo (C(w2)) con temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C (INEGI, 1981). La agricultura es la actividad económica más importante en el ejido, considerando al maíz, trigo y avena como los cultivos principales.

Metodología

El Presente Estudio se Realizó en Cinco Fases:

La primera fase del estudio consistió en visitar el área de estudio y ubicar a cuatro personas maduras (mayores de 40 años) que conocieran todo el ejido, denominados informantes clave; se les compartió el objetivo del estudio y al aprobar su participación se hicieron recorridos a pie por la zona. Durante los recorridos y sobre una imagen de satélite de Google Earth Pro® escala 1: 24 000, usada como mapa base, se trazaron los límites de las diferentes clases de tierras, y proporcionaron información general sobre estas. Posteriormente se entrevistaron a 60 agricultores del ejido (67% del total de productores), sobre la forma en que identifican, caracterizan y diferencian sus tierras. Además, sobre su sistema de producción y manejo agrícola, cultivos considerados, actividades de conservación y en general de todas las prácticas empleadas en sus tierras como lo recomiendan Ortiz-Solorio *et al.*, (1990a), así como las limitaciones o problemática con la que se enfrentan al trabajar sus tierras. En todo momento la participación fue voluntaria, libre, espontánea y no remunerada. La información recabada permitió elaborar el mapa de clases de tierras (Ortiz-Solorio *et al.*, 1990a), con el apoyo del sistema de información geográfica QGIS Desktop versión 3.18.11 (QGIS.org, 2021), esto equivale a transformar el formato campesino a un formato digital.

³ Luna, O. P. (1980). Estudio comparativo sobre la clasificación campesina de suelos en dos comunidades del valle de México. Tesis de Maestría. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

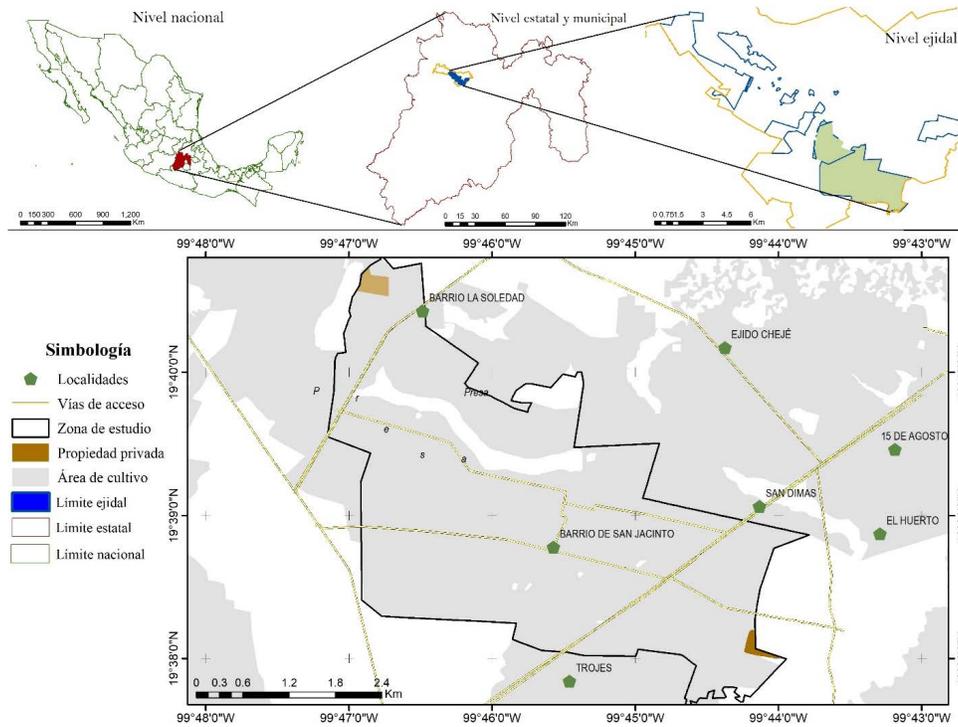


Figura 1. Ubicación del ejido San Juan y San Agustín, localizado en el municipio de Jocotitlán, Estado de México.
Figure 1. Location of the ejido San Juan and San Agustín, located in the municipality of Jocotitlán, State of Mexico.

En la segunda fase, con lo observado en los recorridos, la caracterización de cada clase de tierra y sobre el mapa de clasificación campesina de tierras, se ubicaron los sitios representativos de cada clase de tierra. Posteriormente, en cada una de ellas se abrió un pozo pedológico y se describió su morfología utilizando la guía de campo reportada por la IUSS Working Group WRB (2022). Además, se tomaron muestras de suelo de los diferentes horizontes del perfil.

La tercera fase correspondió al trabajo de laboratorio. Las muestras colectadas se secaron a temperatura ambiente, se molieron y tamizaron para obtener la fracción de tierra fina (partículas de 2 mm o menos de diámetro) y se procedió a realizar las determinaciones siguientes tomando como referencia a los procedimientos recomendados por el ISRIC (Van Reewijk, 1993):



Figura 2. Climograma del ejido San Juan y San Agustín, Jocotitlán, Estado de México.
Figure 2. Climogram of the ejido San Juan and San Agustín, Jocotitlán, State of Mexico.

Físicas. densidad aparente (terrón parafinado), textura (pipeta americana), color en húmedo y seco (carta Munsell). **Químicas.** pH (relación agua-suelo 2:1), carbono orgánico (Walkley and Black), conductividad eléctrica (extracto de pasta de saturación), capacidad de intercambio catiónico (acetato de amonio pH 7.0), Na y K intercambiables (flamometría), Ca y Mg (absorción atómica), fósforo (Olsen), nitrógeno total (Micro Kheldahl) y carbonatos totales (Horton & Newson).

En la cuarta fase se clasificaron los suelos del ejido San Juan y San Agustín con los sistemas de clasificación científica: Taxonomía de Suelos (USDA, 2022) y Base Referencial Mundial de Suelos (IUSS Working Group WRB, 2022). Para clasificar científicamente cada perfil fue necesario determinar que el régimen de temperatura del suelo es isotérmico y el de humedad del suelo es ústico, mediante el uso del Java Newhall Simulation Model versión 1.6.1 y la información climatológica de la zona (USDA, 2019).

La quinta fase radicó en la organización de la información recibida de los agricultores por clase de tierra, así como la traducción del conocimiento local al científico y viceversa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mapa de Clases de Tierra

Las clases de tierras identificadas en el ejido San Juan y San Agustín fueron cinco: tierra blanca, barro, revuelta, tepetate y colorada. Sobre el mapa de clases de tierras, además de su localización, se indica la ubicación de los perfiles de suelo (Figura 3) y la superficie que tiene cada clase de tierra (Cuadro 1).

En total, las cinco clases de tierras representan el 93.6% de la zona estudiada, el porcentaje restante corresponde a la superficie de dos cuerpos de agua.

A continuación, se describen las clases de tierras del ejido considerando las propiedades mencionadas por los agricultores e interpretadas técnicamente como textura, color, contenido de humedad y porosidad, principalmente. Los agricultores diferencian una clase de tierra de otra con base en el color, en la facilidad de cultivarla (laboreo) y por los desniveles del terreno (Figura 4).

Barro. Esta tierra es arcillosa, parda oscura, compacta, "chiclosa" (pegajosa) y muy dura; se ubica principalmente en lomas y zonas con desnivel. Es más complicado trabajarla debido a que pierde la humedad muy rápido, por lo cual, su preparación debe hacerse "a punto" para lograr que la tierra este oreada y suelta, y así garantizar la germinación de la semilla, la cual se da en aproximadamente 15 días. El control del punto de humedad del barro es muy importante, ya que es considerada la clase de tierra con más nutrientes y con mejores rendimientos. A pesar de esto, esta tierra es afectada por la sequía, se seca, endurece y agrieta mientras que en la temporada de lluvias tiende a compactarse, provocando que el agua se escurra. En esta clase de tierra se deben utilizar diversos implementos agrícolas para trabajarla debido a su dureza.

Blanca. Esta tierra es gris, suelta, porosa, no se compacta ni se agrieta y retiene humedad, aunque los cultivos son muy susceptibles a las plagas y tiene rendimientos menores que la clase de tierra barro. La tierra blanca también es conocida como tierra semi-arcillosa, donde las semillas germinan en un promedio de 10 días posteriores a su siembra; es más dócil para el laboreo, ya que permite que los implementos agrícolas entren sin dificultad. Esta clase se encuentra en las partes planas, las cuales se encharcan en temporada de lluvias, por lo cual, se abren "sangraderas" o canales que drenan el exceso de agua y la dirijan a las "besanas" o surcos ocupados para en el riego.

Revuelta. La clase de tierra revuelta es parda y está formada a partir de la mezcla de otros tipos de tierra, principalmente barro y tepetate; retiene humedad y presenta buenos rendimientos. Es la tierra más somera, pero posee más nutrientes que la tierra tepetate.

Cuadro 1. Superficies y extensiones de las clases de tierras en el ejido San Juan y San Agustín en Jocotitlán.

Table 1. Surfaces and extensions of land types in the ejido San Juan and San Agustín in Jocotitlán.

Clase de tierra	Superficie	Extensión
	ha	%
Blanca	862.49	54.90
Barro	362.06	23.04
Revuelta	208.99	13.30
Colorada	21.71	1.40
Tepetate	15.17	0.97
Total	1470.42	93.61

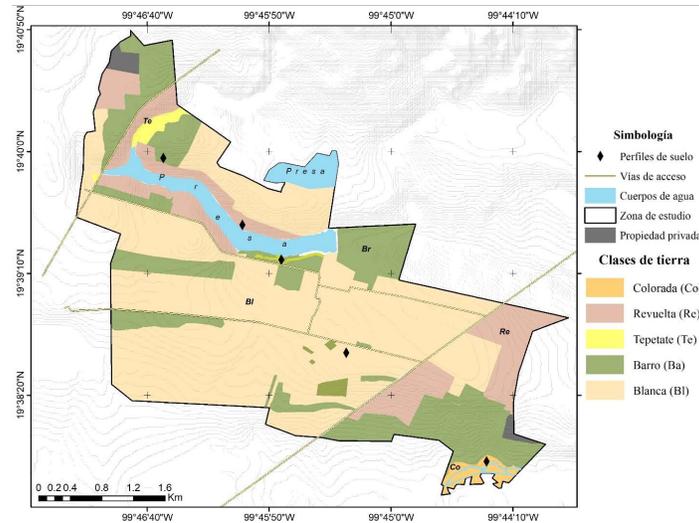


Figura 3. Mapa de clases de tierras del ejido San Juan y San Agustín, Jocotitlán, Estado de México.
Figure 3. Map of land classes of the ejido San Juan and San Agustín, Jocotitlán, State of Mexico.

Tepetate. Esta clase de tierra se encuentra en las zonas con pendiente, cercanas a la presa del ejido y es el resultado de su erosión, así como del impacto de la maquinaria agrícola que remueve capas de tepetate a la superficie. Esta tierra es gris muy claro, la más clara de las cinco clases, además es fácil de trabajar y retiene humedad, pero es considerada como la tierra más pobre por sus bajos rendimientos.

Colorada. Esta clase de tierra es pardo-rojizo, suave, de mayor profundidad, tiene buenos rendimientos y retiene humedad debajo de la capa arable debido a la cercanía con un río. Esta tierra se ha formado por la acumulación prolongada de sedimentos que han sido arrastrados por la corriente de agua, por lo cual, también es conocida como tierra de ensolve.

Generalidades. Es importante mencionar que las clases de tierras blanca y barro presentan profundidades similares y junto con la tierra revuelta exhiben una capa en común a una profundidad promedio de 20 a 25 cm, la cual, es más oscura que la capa superior, muy compacta, muy dura y de un espesor promedio de 25 cm. Las capas características de los perfiles de dichas clases de tierra son las siguientes: capa arable de tierra, capa compacta de barro y capa de tepetate, ésta última, presente en cuatro clases, menos en la tierra colorada (Figura 5).

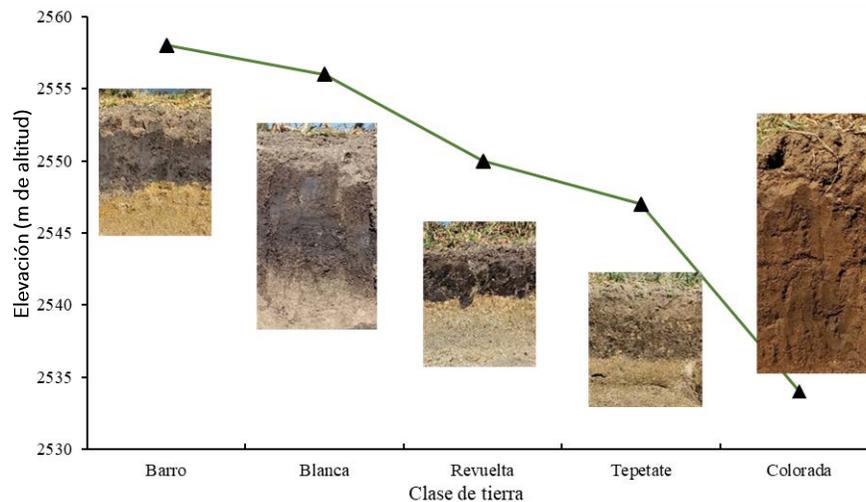


Figura 4. Representación de las clases de tierras reconocidas por los agricultores y su posición altitudinal en el ejido.
Figure 4. Representation of the types of land recognized by farmers and their altitudinal position in the ejido.



Figura 5. Perfiles representativos de las tierras del ejido San Juan y San Agustín: a) barro; b) blanca; c) revuelta; d) tepetate y e) colorada.

Figure 5. Representative profiles of the lands of the ejido San Juan and San Agustín: a) barro; b) blanca; c) revuelta; d) tepetate and e) colorada.

Respecto al tepetate, este corresponde al afloramiento de la capa profunda debido a la erosión de la tierra y el uso de maquinaria agrícola. Esta tierra se asemeja a lo mencionado por Gibson (1996) sobre el “tepetatlalli”, quien indica que es material parental modificado por los agricultores a través de su roturación y usado como suelo cultivable.

Clasificación Científica de Suelos

En el Cuadro 2 se presentan las designaciones de los horizontes genéticos y en el Cuadro 3, las principales propiedades edáficas por cada clase de tierra. Estos datos muestran que generalmente los grupos de suelo del ejido son someros, en promedio tienen 20 cm para el desarrollo de los cultivos, lo que podría considerarse como una limitación, a pesar de esto, son considerados fértiles, además presentan acumulaciones de Na, Mg y Ca, lo que se atribuye a la fertilización química realizada año con año. La persistencia de colores oscuros, en las capas superficiales, no se debe a niveles altos de carbono orgánico (CO), ya que las cinco clases tienen bajos niveles de CO, por otro lado, Jacobs y Mason (2004) indican que los horizontes superficiales tienen de tres a cinco veces el contenido de óxido de carbono.

Cuatro de los cinco grupos de suelos, presentan densidad aparente (D_a) alta, esto se observa fácilmente, a nivel de perfil, en el horizonte B (compacto, muy oscuro, muy duro). Sánchez-Vera, Obrador, Palma y Salgado (2003) mencionan que los suelos con D_a alta no poseen condiciones físicas favorables (compactación).

En el ejido San Juan y San Agustín, los Vertisols, el grupo de suelo de gran potencial productivo en granos y de relevancia agronómica (Torres-Guerrero, Gutiérrez, Ortiz y Gutiérrez, 2016), debe prepararse para la siembra en el momento específico de contenido de humedad con el objetivo de asegurar un mayor porcentaje de germinación de la semilla y, por ende, continuar con las siguientes etapas del ciclo agrícola.

En tres de las cinco clases de tierras se refleja el predominio de arcilla y limos; con un pH entre neutro a ligeramente ácido y el porcentaje de materia orgánica (MO), generalmente es muy bajo, al igual que el nitrógeno (N) y el fósforo (P). La capacidad de intercambio catiónico (CIC) resulta alta en la mayoría de las clases de tierras.

Cuadro 2. Designación de horizontes genéticos por clase de tierra del ejido San Juan y San Agustín.
Table 2. Designation of genetic horizons by land class of the ejido San Juan and San Agustín.

Clase de tierra	Profundidad	Horizontes	Horizontes
	cm	Soil Taxonomy	WRB
Barro	0 - 17/25	Ap	Apδ
	17/25 - 55/60	Bss	Biδ
	55/60 - 65	2Crt	2Cδ
Blanca	0 - 20	Ap	Apδ
	20 - 40/53	2B	2Bδ
	40/53 - 67	3CBrt	3CBδ
Revuelta	0 - 10/15	Ap	Apδ
	10/15 - 31	B	Bδ
	31 - 35	2Crt	2Cδ
	35 - 40	3Crt	3Cδ
Tepetate	0 - 23	Ap	Apδ
	23 - 27/32	2Crt	2Cδ
	27/32 - 38/42	3Crt	3Cδ
	38/42 - 49	4Crt	4Cδ
	49 - 56	5Crt	5Cδ
	56 - 58	6Crt	6Cδ
	0 - 11	Ap	Apδ
Colorada	11 - 27/39	Bw1	Bδ1
	27/39 - 50	Bw2	Bδ2
	50 - 64	Bw3	Bδ3
	64 - 92	Bw4	Bδ4
	92 - 104	Bcg	Bgδ

Sistema de taxonomía de suelos. Los suelos del ejido San Juan y San Agustín se clasificaron como: Inceptisols, Vertisols, Mollisols y Entisols (Cuadro 4). Los Inceptisoles cubren aproximadamente 57% de la superficie, son suelos jóvenes y poco desarrollados; el segundo orden (23%), es un suelo oscuro, con caras de fricción, grietas de expansión-contracción y agregados en formas de cuña. Los Mollisols (13%) son suelos oscuros enriquecidos con nutrientes y, por último, los Entisols, son suelos poco desarrollados y representan casi el 1% del área. Se presentan tres diferentes epipedones (mollic (2), umbric (1) y ocric (2)), un endopedón (cambic) y propiedades de diagnóstico (propiedades vérticas). En cuanto al suborden, se presentan dos: los *Ust* que se refieren al régimen de humedad del suelo y los *Orth* que se refieren a los Entisols más simples. Se reportan cuatro grandes grupos: *Hum* en relación al epipedón úmbrico con más de 0.6% de CO, *Hapl* hace referencia al mínimo desarrollo del horizonte, *Dystr* a la baja saturación de bases (SB) y *Ust* relacionado con el régimen de humedad del suelo. Por último, el subgrupo *Typic* indica que no cumple con alguna característica extra (USDA, 2022).

Sistema de la base referencial mundial de suelos (WRB). Con el sistema de clasificación WRB, se encontraron cinco grupos de referencia: Umbrisols, Vertisols, Phaeozems, Cambisols y Regosols, con tres calificadores principales (Cuadro 4), que de manera general se refieren a un mínimo desarrollo de horizontes y a la saturación de bases alta o baja. Respecto a los calificadores suplementarios, en la mayoría de los grupos de suelo se enlistan *magnesianic* (relación Ca-Mg < 1), *loamic* (textura), *ochric* o *humic* (contenido promedio de CO en los 10 o 50 cm superiores del suelo), *aric* (capa homogeneizada por arado), *abruptic-geoabruptic* (cambio textural abrupto), *mollic* (horizonte enriquecido en bases y oscuro), *eutric* (porcentaje de SB mayor al 50%), *gilgaic* (referido al relieve presente en Vertisols) y *pyric* (presencia de carbón) (IUSS Working Group WRB, 2022).

Cuadro 3. Descripción de los perfiles representativos y principales propiedades asociadas para su clasificación.
Table 3. Description of the representative profiles and main associated properties for their classification.

Propiedad del suelo	Clase de tierra				
	Barro	Blanca	Revuelta	Tepetate	Colorada
pH	Ligeramente ácido (6.5)	Neutro (6.6)	Neutro (6.7)	Ligeramente ácido (6.5)	Ligeramente ácido (6.3)
CO (%)	Bajo (0.9)	Bajo (0.8)	Bajo (0.8)	Extremadamente bajo (0.4)	Muy bajo (0.5)
MO (%)	Bajo (1.6)	Bajo (1.3)	Bajo (1.3)	Extremadamente bajo (0.7)	Muy bajo (0.9)
CIC (cmol(+) kg ⁻¹)	Alto (36)	Alto (33)	Alto (31)	Alto (36)	Muy alto (49)
Na (cmol(+) kg ⁻¹)	Alto (0.8)	Alto (1.6)	Moderado (0.7)	Alto (1)	Moderado (0.4)
K (cmol(+) kg ⁻¹)	Bajo (0.3)	Moderado (0.6)	Moderado (0.5)	Moderado (0.4)	Bajo (0.3)
Ca (cmol(+) kg ⁻¹)	Alto (15)	Alto (11)	Alto (18)	Alto (13)	Moderado (5)
Mg (cmol(+) kg ⁻¹)	Muy alto (24)	Muy alto (16)	Muy alto (17)	Muy alto (14)	Alto (7)
N-total (%)	Muy bajo (0.04)	Bajo (0.05)	Bajo (0.06)	Muy bajo (0.03)	Bajo (0.05)
CE (dS m ⁻¹)	No salino (0.2)	No salino (0.7)	No salino (0.3)	No salino (0.5)	No salino (0.4)
P (mg kg ⁻¹)	Muy bajo (0.15)	Muy bajo (0.15)	Muy bajo (0.13)	Muy bajo (0.06)	Muy bajo (0.23)
CaCO ₃ (%)	Muy bajo (0)	Muy bajo (0)	Moderado (2)	Muy bajo (0)	Muy bajo (0)
Da (g cm ⁻³)	Alto (1.68)	Alto (1.66)	Moderado (1.31)	Bajo (1.19)	Moderado (1.45)
Clase textural	Arcilloso	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Arcillo-limoso
Arcilla (%)	49	46	35	36	40
Arena (%)	14	17	35	36	5
Color en seco [†]	pardo grisáceo oscuro (10YR4/2)	pardo grisáceo (10YR5.5/2)	gris oscuro (10YR4/1)	gris (10YR6/1)	pardo (7.5YR5/3)
Color en húmedo [†]	negro (10YR2/1)	negro (10YR2/1)	negro (10YR2/1)	pardo muy oscuro (10YR2/2)	pardo muy oscuro (7.5YR2.5/3)

[†] Indica color en seco y en húmedo de la capa superficial. NaF = prueba de fenoltaleína. Fuente: IUSS Working Group WRB (2022). Fuente: Clasificación de propiedades por Hazelton y Murphy (2007).

[†] Indicates dry and wet color of the surface layer. NaF = phenolphthalein test. Source: IUSS Working Group WRB (2022). Source: Property classification by Hazelton and Murphy (2007).

De acuerdo con lo reportado en la II Serie Edafológica (INEGI, 2014), a una escala de 1: 250 000, en el ejido se presentan predominantemente Phaeozems junto con una pequeña porción de Planosols, además de Fluvisols y Vertisols como grupos de suelo secundarios, todos con una clase textural media y sin fragmentos rocosos. Sin embargo, en este estudio, los cinco perfiles y la clasificación científica reportan cinco grupos principales para las cinco clases de tierras en WRB siendo el grupo Umbrisols el dominante, a pesar de que este grupo junto con los Regosols y Cambisols no fueron reportados en el área por INEGI. Además, de acuerdo con lo observado en campo, en la clase de tierra Colorada no se observaron cambios abruptos texturales, ni propiedades estagnicas o condiciones reductoras para clasificarlo como Planosols. En el caso de los Fluvisols, ningún perfil mostró las características del material flúvico, principalmente las estratificaciones.

Cuadro 4. Clasificación general de los suelos/tierras del ejido San Juan y San Agustín, en Jocotitlán, Estado de México.
Table 4. General classification of the soils/lands of the ejido San Juan and San Agustín, in Jocotitlán, State of Mexico.

Clasificación local	Profundidad cm	Taxonomía de suelos	Base Referencial Mundial de Suelos (WRB)
Tierra blanca	67	Typic Humustepts	Haplic Umbrisols (<i>loamic, abruptic, aric, eutric, pyric</i>)
Tierra barro	65	Typic Haplusterts	Haplic Vertisols (<i>aric, gilgaic, humic, magnesian, mollic</i>)
Tierra revuelta	40	Typic Haplustolls	Haplic Phaeozems (<i>loamic, abruptic, aric, humic, magnesian</i>)
Tierra colorada	104	Typic Dystrustepts	Dystric Cambisols (<i>loamic, aric, magnesian</i>)
Tierra tepetate	58	Typic Ustorthents	Eutric Regosols (<i>loamic, aric, geoabruptic, magnesian, ochric</i>)

Las discrepancias entre lo obtenido por INEGI y lo derivado en campo ha sido reportado por otros autores como Gutiérrez-Castorena (1997⁴) y Ortiz-Solorio (1999⁵), principalmente por problemas de escala, pero es común que no coincidan ni los grupos de suelos dominantes. Por otro lado, Sotelo-Ruiz, Cruz, González y Flores (2020) indican que, en el municipio de Jocotitlán, 13 476 ha corresponden a Vertisols y que no hay presencia de Regosols. Es evidente el nivel de detalle de la clasificación campesina de tierras, por un lado, por la escala con la que se trabaja (1:20 000), y porque la diferenciación de las tierras/suelos con base en sus propiedades es más específica. López-Carmona, Zuñiga y Bautista (2024) señalan la importancia de dicho conocimiento para desarrollar cualquier práctica agrícola y cultivo, procurando el menor efecto negativo en los recursos naturales.

Sistemas de Producción y sus Limitaciones en el Ejido

Como se indicó la participación de los agricultores fue libre, espontánea y no remunerada, y las entrevistas se terminaron cuando la información fue repetitiva.

Sistema de producción agrícola. Los cultivos de mayor importancia en el ejido San Juan y San Agustín son: el maíz, sea criollo (aculco, amarillo-zanahoria, cónico (blanco, rosado, amarillo y negro), cacahuacintle, chalqueño y negro carioca) o híbrido (albatros, cenizote, faisán, gladiador, 60 y 722 (Asgrow); cherokee y comanche (Aspros); Hit10 y Hit25 (ICAMEX) y niebla (Ceres), además del trigo y la avena. El objetivo principal en el ejido es la producción de grano, silo y la obtención de pacas para forraje o para la venta como sustrato en la producción de hongos. Existe preferencia por el maíz criollo debido a su resistencia a las condiciones adversas del clima, aunque en su etapa madura éste se "acame" (se caiga) por el viento, se "encañe" (no produzca mazorca) o que produzca hongo (huitlacoche) disminuyendo su rendimiento. Por lo anterior, destinan dicha semilla a la clase de tierra barro, considerada la tierra con más nutrientes, lo que compensa los puntos débiles de la variedad de maíz. Los agricultores optan por sembrar maíz híbrido ya que no presenta las debilidades del maíz criollo y porque su producción es mayor, aunque requiere de altas cantidades de insumos químicos, aunado a que la semilla es cara. El rendimiento promedio del maíz criollo es de 5 Mg ha⁻¹; mientras que el maíz híbrido ronda las 6.5 Mg ha⁻¹. Generalmente, la semilla de maíz híbrido se destina a la tierra colorada y la blanca, por la capacidad de retención de humedad. En las clases de tierra tepetate y revuelta siembran cualquier semilla de maíz (Cuadro 5). Las cinco clases de tierra se trabajan y fertilizan de igual manera, la única excepción es con la tierra barro, la cual se debe "agarrar a tiempo" (laboreo en punto óptimo de humedad) para asegurar una buena producción o un rendimiento alto, el cual está asociado con años buenos (ciclos agrícolas con suficiente lluvia para el riego). En relación con lo anterior, en el ejido ha habido productores-investigadores que han experimentado en tierra propia, con diferentes variedades de maíz, cantidad de fertilizantes (kg ha⁻¹), número de aplicaciones de insumos químicos y métodos de aplicación de estos, cuyos resultados los han expresado cualitativamente en un mejor desarrollo de los cultivos y en el aumento del rendimiento. *Comunicación personal de los agricultores.* En estudios como el de Huynh, de Bruyn, Knox y Hoang (2021), los agricultores seleccionaron el color del suelo como la característica asociada con la mayoría de los tipos de cultivo, pero en este caso, las propiedades del suelo no son consideradas para un cultivo en específico sino por la presencia de las lluvias y por los recursos económicos con los que los agricultores cuentan.

⁴ Gutiérrez-Castorena, M. C. (1997). *Los suelos de la ribera oriental del Ex Lago de Texcoco (Macro y micromorfología)*. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

⁵ Ortiz-Solorio, C. A. (1999). *Los levantamientos etnoedafológicos*. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

Cuadro 5. Generalidades de las clases de tierra en el ejido San Juan y San Agustín, Jocotitlán, Estado de México.
Table 5. Generalities of the types of land in the ejido San Juan and San Agustín, Jocotitlán, State of Mexico.

Atributo	Clase de tierra				
	Barro	Blanca	Revuelta	Tepetate	Colorada
Germinación de semilla	15 días	10 días	12 días	12 días	10 días
Semilla de maíz	criollo	híbrido	criollo/híbrido	criollo/híbrido	criollo/híbrido
Cultivos alternos	avena y trigo				
Plagas	cultivo resistente (maíz)	cultivo muy susceptible	-	-	cultivo susceptible
Sequía	reseca, endurecida y agrietada	endurecida pero no se agrieta	seca	seca	seca
Fertilización	de 2-3 aplicaciones entre 400 a 950 kg ha ⁻¹				
Retención de humedad	*	***	**	*	***
Rendimiento	***	**	***	*	***
Laboreo	*	***	**		***

*** = alto; ** = medio, * = bajo.
 *** = high; ** = medium, * = low.

Las prácticas de manejo que se realizan en las tierras del ejido son las mismas; aunque hay algunas excepciones como el uso de otros implementos debido a la dureza de la tierra barro o de la apertura de vías para el drenaje del exceso de agua que ocurre en las tierras blanca y colorada (Figura 6). La realización de cada una de las prácticas depende del tiempo en que las tierras fueron regadas (riego de auxilio), de la condición de humedad de estas y del periodo de lluvias.

Respecto a la fertilización química, se realiza cada año en todas las clases de tierra por igual, principalmente con urea, fosfato diamónico (18-46-00), cloruro de potasio, sulfato de amonio o una combinación de éstos llamada "mezcla maicera". La selección de un fertilizante para ser aplicado depende del precio de estos, aunado al presupuesto del agricultor. Las cantidades de fertilizantes se establecieron por generaciones anteriores y actualmente se definen conforme el estado del cultivo.



Figura 6. Prácticas de manejo agrícola de las cinco clases de tierra del ejido San Juan y San Agustín, Jocotitlán, Estado de México.
Figure 6. Agricultural management practices of the five types of land of the ejido San Juan and San Agustín, Jocotitlán, State of Mexico.

En todas las clases de tierra, la cosecha, que es en los meses de diciembre y enero, se realiza con maquina cosechadora y camiones que transportan el grano al lugar de compra-venta o a la bodega donde se almacena. Posteriormente, algunos agricultores emplean personas, grupos de 8 a 12 trabajadores (mayormente mujeres), principalmente de alguna etnia (mazahua) para pepenar las mazorcas que quedaron en las parcelas "la pepena"; aunque en los últimos años ya no hay mano de obra para trabajar en el campo, además ya no resulta redituable su contratación. Actualmente, se emplean grandes maquinarias para las labores agrícolas, pero aún se conservan las prácticas tradicionales y el empleo de herramientas manuales como el machete, el azadón y la pala, para algunas actividades como el direccionamiento del agua al momento del riego o la limpieza de las besanas (quema y desensolve); esto sigue siendo reportado en otros sistemas de producción como lo reportaron Cruz-Hernández y Torres (2015).

Como actividades de conservación de tierras, los agricultores solo hacen rotación de cultivos, algunos dejan rastrojo en las tierras y lo incorporan, además cambian la semilla cada cierto tiempo. Los agricultores que tienen animales y que aplican "lana" (estiércol) a sus tierras si notan un aumento en su producción y condición del cultivo. Sin embargo, también indican que el transportar la lana a sus parcelas les resulta muy costoso y, por eso, solo la integran en las parcelas cercanas a sus viviendas, sin importar la clase de tierra que sea. No consideran viable poner cortinas rompevientos, cercas vivas o una obra similar para proteger las tierras porque dicha vegetación le robaría humedad, luz solar al cultivo, reduciría su área para sembrar y mermaría su producción.

En relación con el riego, este se realiza una vez al año, ya que en realidad es un riego de auxilio aplicado entre febrero y abril. El agua necesaria para el resto del ciclo agrícola depende de la temporada de lluvias. El agua para regar proviene de la presa San Jacinto, de dos pozos y dos válvulas del sistema Lerma y del río Santa María; el riego es rodado, se guía por medio de "machos" (surcos grandes abiertos con el arado). Se considera que la tierra está bien regada cuando el color de la misma cambia a muy oscuro y las botas del agricultor se hundan por completo. La organización del riego con agua de la presa lo rigen cuatro comités, uno por cada bomba instalada; cada comité está integrado por un presidente, un secretario, un tesorero y un canalero, los cuales se eligen cada año.

Se registró solo un caso donde el agricultor con asesoramiento externo elabora nutricomposta y la aplica a todas sus clases de tierras, además de una dosis menor de fertilizantes químicos, lo cual se traduce en un ahorro económico y benéfico para él. La nutricomposta, la produce a base de pacas, estiércol, cal y agua, y los lixiviados los aplica a los cultivos en forma de fertilizante foliar. Aparte de esto, hace una modificación en sus prácticas de manejo, subsolea dos años seguidos sus tierras de barro, blanca, revuelta y tepetate con un subsuelo agrícola de puntas y el tercer año las laborea con un arado de discos; esto permite que no se endurezcan y sean más "esponjosas" (porosas). *Comunicación personal del Sr. González.*

Limitaciones de producción. La principal limitación en las cinco clases de tierra es la escasez de lluvia, ya que los agricultores han notado una disminución en las precipitaciones en los últimos años, así como la dispersión de la temporada de lluvias, la cual normalmente era de mayo a septiembre. Cuando se analizaron los datos de tres estaciones meteorológicas (Cuadro 6) cercanas al ejido San Juan y San Agustín, se observó que hay congruencia con lo reportado por los agricultores, ya que 2017, 2019 y 2020 han sido los años más secos en la última década (Figura 7). Al respecto, Cruz-González *et al.*, (2023) analizaron el comportamiento de la precipitación y temperatura para la zona e identificaron una tendencia decreciente para la precipitación en el periodo 2007-2017 y confirmaron que existen cambios en los patrones climáticos en la región que podría impactar la producción de maíz. Baffour-Ata, Tabi, Sangber, Etu-Mantey y Asamoah (2023) señalaron que hay un impacto directo en el rendimiento del maíz y del trigo, ya que son cultivos altamente sensibles a la variación en los patrones de lluvia y los cambios de la temperatura.

Cuadro 6. Estaciones meteorológicas más cercanas al ejido San Juan y San Agustín, Jocotitlán, Estado de México.
Table 6. Meteorological stations closest to the ejido San Juan and San Agustín, Jocotitlán, State of Mexico.

Nombre	Municipio	Código	Ubicación		Periodo de registro de datos
			Latitud	Longitud	
Tiacaque	Jocotitlán	36756	19.66 306	-99.71 361	
San José del Río	Ixtlahuaca	31	19.63 123	-99.81 890	1985 - 2021
La Concha	Ixtlahuaca	36728	19.66 636	-99.87 222	

Fuente: Rodríguez-Moreno (2021).
Source: Rodríguez-Moreno (2021).

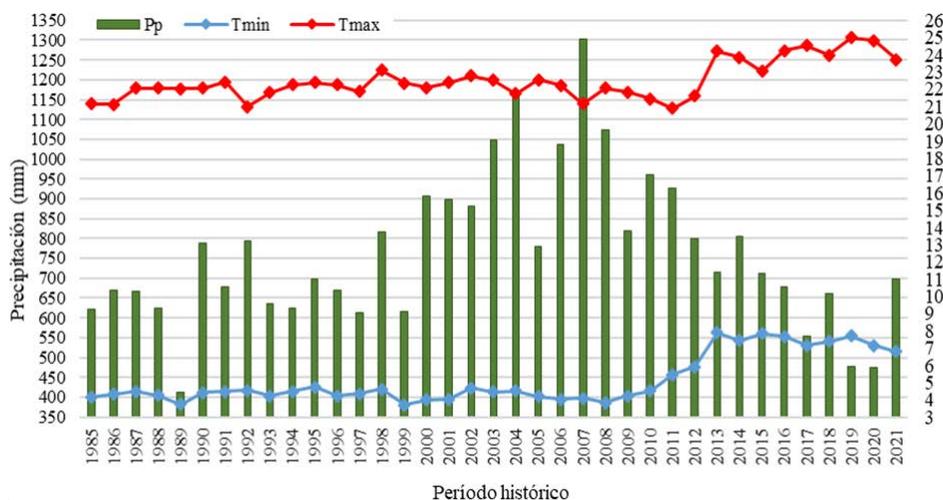


Figura 7. Comportamiento de la precipitación, temperatura mínima y máxima (1985-2021) de la región este de Jocotitlán, Estado de México.
Figure 7. Behavior of precipitation, minimum and maximum temperature (1985-2021) of the eastern region of Jocotitlán, State of Mexico.

Otra consecuencia de la falta de lluvias es la presencia de algunas plagas como el pulgón (*Rhopalosiphum maidis*), el picudo (*Geraeus senilis* y *Nicentrites testaceipes*) y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), que años antes no se presentaban y ahora lo encuentran en el cultivo de maíz (criollo e híbrido). Ahora se encuentran con mayor incidencia en la tierra blanca y colorada; mientras que en la tierra barro, las plagas no se desarrollan de igual manera, ya que la planta crece resistente, más protegida, pero en las otras dos clases, la planta es más frágil. Akullo *et al.* (2007) presentaron comentarios similares sobre el surgimiento de plagas y enfermedades que no existían en el pasado; además del empeño de los agricultores en combatirlas, ya que estos han optado por llevar una agricultura comercial lucrativa en vez de ser un medio de subsistencia.

La tierra blanca comúnmente presenta "joyas" (zonas de encharcamiento), áreas más susceptibles en temporada de heladas y de lluvias. Los agricultores consideran que el nivelar el terreno sería una buena opción, pero esto resulta muy costoso y no cuentan con recursos para destinarlos a dicha actividad.

Una limitante más es la presencia del maíz teocintle, conocido en la zona como "mobi" o "pata de mula", considerado como una plaga, ya que se desarrolla mejor y más rápido que el cultivo principal (maíz), puede cubrir parcelas completas en poco tiempo y se encuentra, principalmente, en las clases de tierra blanca y revuelta. Considerando las limitaciones de las tierras del ejido, es importante resaltar el conocimiento local que se ha aplicado para hacerle frente a dichos problemas, como la apertura de "sangraderas", la quema del pasto que crece alrededor de la besana para evitar plagas o los recorridos para identificar especies no deseadas (teocintle), en este sistema de producción de maíz, trigo y avena al igual que Cruz-Hernández y Torres (2015) lo señalan en su estudio.

Aspectos culturales. Se tienen algunas tradiciones en el ejido donde la mayor parte de los agricultores participan como la bendición de la semilla, la petición por una buena temporada de lluvias y la ofrenda para tener buenas cosechas; sin embargo, en los últimos años dichas celebraciones se han visto con menos concurrencia debido a que los productores consideran que el interés se ha ido perdiendo debido a las creencias de las nuevas generaciones. Martínez-López *et al.*, (2019) manifestaron que es importante promover el conocimiento local desde la perspectiva del desarrollo de comunidades rurales, donde estos aspectos espirituales y religiosos están presentes.

CONCLUSIONES

Resultó posible identificar y clasificar a las diferentes clases de tierras del ejido San Juan y San Agustín mediante la metodología de un estudio etnoedafológico, desarrollada con ligeras modificaciones por la disponibilidad de los informantes clave y la situación de los representantes legales del ejido. Lográndose documentar el conocimiento local del suelo y del entorno, por parte de los agricultores, así como de su sistema de manejo del suelo y su problemática, permitiendo con esto comprender las diversas prácticas agrícolas realizadas en la zona.

Los productores del ejido reconocen cinco clases de tierra: barro, blanca, revuelta, colorada y tepetate, basando sus conocimientos en el comportamiento de las tierras respecto al manejo dado y el desarrollo de los cultivos. Tal es el caso de la clase de tierra tepetate, que no es considerada de gran importancia porque los cultivos no se desarrollan vigorosamente, además, representa una superficie muy pequeña del ejido, en cambio la tierra colorada es valorada como una buena tierra, con el inconveniente de tener también una extensión mínima.

Se interpretó técnicamente que los agricultores consideran al color, la textura, la porosidad, el contenido de humedad, para diferenciar a las tierras, además, le dan mucho peso a la presencia de la lluvia (año bueno o año malo), al trabajo realizado y los recursos económicos disponibles, para establecer si se obtendrán en la clase de tierra buenos rendimientos.

Respecto a la clasificación científica de las cinco clases de tierras, estas se asociaron con cuatro órdenes de suelos en la Taxonomía de Suelos; en cambio, en la WRB se relacionaron con cinco grupos de referencia. Por lo que la clasificación campesina resulta tener mayor detalle. Al tomar como referencia o en su caso compararla con otros estudios y encontrar discrepancias en los resultados es importante señalar que, al hacer uso de datos técnicos del suelo de algún área, estos se deben obtener con todo el rigor científico posible.

Mediante las entrevistas se expresó que hay mayor incidencia de plagas en unas clases de tierras que en otras. En particular, la blanca y colorada, fueron identificadas por los agricultores durante los recorridos de campo como las más susceptibles.

En relación con el riego, a pesar de que la literatura o información técnica oficial reporta al ejido como un área de agricultura de riego, en la zona solo se cuenta con agua para dar un riego de auxilio durante el ciclo agrícola, por lo cual, se traduce a que el sistema es en realidad de punta de riego y después pasa a ser de temporal la mayor parte del año.

Los resultados obtenidos destacan y apoyan la idea de que la investigación con este enfoque es necesaria porque cada ejido en México tiene características particulares y recursos únicos. Mencionando que este tipo de estudios, ayuda a crear una perspectiva global desde las cuestiones locales, en lugar de generar una política general, con bases de datos de una calidad dudosa.

DECLARACIÓN DE ÉTICA

No aplicable.

CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

Las personas que participaron en este estudio dieron su autorización para utilizar cualquier información con fines de investigación.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

No aplicable.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

FINANCIACIÓN

Colegio de Postgraduados.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, investigación, administración del proyecto, visualización, redacción-borrador original: G.P.R. Administración del proyecto, recursos, supervisión, redacción-revisión y edición: C.A.O.S. y M.C.G.C. Redacción-revisión y edición: V.M.O.C. y A.L.L.V.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por patrocinar el programa de doctorado de la primera autora. Agradecimiento a los agricultores del ejido San Juan y San Agustín, Jocotitlán, Estado de México por su colaboración y disposición para llevar a cabo el estudio etnoedafológico.

LITERATURA CITADA

- Acuña-Tobasura, I., Moncayo-Obando, F. H., Chávez-Moreno, F. A., Londoño-Morales, C. S., & Castaño-Henao, A. M. (2015). De la conservación del suelo al cuidado de la tierra una propuesta ético-afectiva del uso del suelo. *Ambiente & Sociedad*, 18(3), 121-136. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC802V1832015>
- Aguilar-Orea, G. F., Ruiz-Rosado, O., Ortiz-Solorio, C. A., & Armida-Arcudia, L. (2019). La etnoedafología como instrumento para la caracterización de agroecosistemas a nivel local, el caso de un ejido cafetalero del centro de Veracruz. *Investigaciones Geográficas*, 99, 1-18. <https://doi.org/10.14350/rig.59850>
- Akullo, D., Kanzikwera, R., Birungi, P., Alum, W., Aliguma, L., & Barwogeza, M. (2007). *Indigenous knowledge in agriculture: A case study of the challenges in sharing knowledge of past generations in a globalized context in Uganda*. Durban, South Africa: IFLA.
- Baffour-Ata, F., Tabi, J. S., Sangber-Dery, A., Etu-Mantey, E. E. & Asamoah, D. K. (2023). Effect of rainfall and temperature variability on maize yield in the Asante Akim North District, Ghana. *Environmental Sustainability*, 5, <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2023.100222>
- Barrios, E., & Trejo, M. T. (2003). Implications of local soil knowledge for integrated soil management in Latin America. *Geoderma*, 111(3-4), 217-231. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00265-3](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00265-3)
- Castillo, A., Capa-Mora, E. D., Fierro-Jaramillo, N. C., Quichimbo-Niguitama, P. G. & Jiménez-Álvarez, L. S. (2020). Repercusión del saber local en el manejo y conservación del suelo en el sur del Ecuador. *Ciencia del Suelo*, 38, 192-198.
- Cheik, S., & Jouquet, P. (2020). Integrating local knowledge into soil science to improve soil fertility. *Soil Use and Management*, 36(4), 561-564. <https://doi.org/10.1111/sum.12656>
- Cruz-Hernández, S., & Torres-Carral, G. (2015). El conocimiento campesino del agroecosistema cafetalero en la sierra sur de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2, 147-154.
- Cruz-González, A., Arteaga-Ramírez, R., Sánchez-Cohen, I., Soria-Ruiz, J., Monterroso-Rivas, A. I., & Flores-Magdaleno, H. (2023). Tendencia y variabilidad climática: efecto en la producción de maíz en el Distrito de Desarrollo Rural Atlacomulco. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 10, 1-14. <https://doi.org/10.19136/era.a10nNEIII.3868>
- Foth, H. D., & Turk, L. M. (1981). *Fundamentos de la ciencia del suelo*. 5a ed. en español. México: Compañía Editorial Continental.
- Gibson, Ch. (1996). *Los Aztecas bajo el dominio español, 1519-1810*. (13ª ed.). México: Editorial Siglo XXI. ISBN: 968-23-0144-0
- Grossman, J. M. (2003). Exploring farmer knowledge of soil processes in organic coffee systems of Chiapas, Mexico. *Geoderma*, 111(3-4), 267-287. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00268-9](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00268-9)
- Hazelton, P., & Murphy, B. (2007). *Interpreting soil test results. What do all the numbers mean?* (2nd ed.). Australia: CSIRO Publishing. ISBN: 978-0-643-09468-0
- Hernández-Hernández, R. M., Morros, M. E., Bravo-Medina, C. A., Pérez-Lozano, Z., Herrera-Díaz, P. E., Ojeda-Hernández, A., ... & Birber-Fernández, B. O. (2011). La integración del conocimiento local y científico en el manejo sostenible de suelos en agroecosistemas de sabanas. *Interciencia*, 36, 104-112.
- Huynh, H. T., de Bruyn, L. A. L., Knox, O. G., & Hoang, H. T. (2021). Local soil knowledge, sustainable agriculture and soil conservation in Central Vietnam. *Geoderma Regional*, 25, e00371. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2021.e00371>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (1981). *Síntesis geográfica del Estado de México*. Distrito Federal, México: Secretaría de programación y presupuesto. ISBN: 968-809-259-2
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2014). Conjunto de datos vectoriales edafológicos, escala 1:250000 Serie II. (Continuo Nacional), escala: 1:250 000. Consultado el 13 de febrero, 2024, desde http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/tsuelo/eda250s2gw.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2016). Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, escala 1:250000 Serie VI. (Capa unión), escala: 1:250 000. Edición: 1. Consultado el 13 de febrero 2024 desde <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/usv250s6gw.html>.
- IUSS Working Group WRB. (2022). *World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition*. Vienna, Austria: International Union of Soil Sciences (IUSS).
- Jacobs, P. M., & Mason, J. A. (2004). Paleopedology of soils in thick Holocene loess, Nebraska, USA. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 21(1), 54-70.
- Kyebogola, S., Burras, L. C., Miller, B. A., Semalulu, O., Yost, R. S., Tenywa, M. M., ... & Mazur, R. E. (2020). Comparing Uganda's indigenous soil classification system with World Reference Base and USDA Soil Taxonomy to predict soil productivity. *Geoderma Regional*, 22, e00296. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2020.e00296>
- Licon-Vargas, A. L., Ortiz-Solorio, C. A., Gutiérrez-Castorena, M. C., & Manzo-Ramos, F. (2006). Clasificación local de tierras y tecnología del policultivo café-plátano para velillo-sombra en comunidades cafetaleras. *Terra Latinoamericana*, 24(1), 1-7.
- Lleverino-González, E., Ortiz-Solorio, C. A. & Gutiérrez-Castorena, M. del. C. (2000). Calidad de los mapas de suelos en el ejido de Atenco, Estado de México. *Terra Latinoamericana*, 18(2), 103-113.
- López-Carmona, D., Zuñiga, F. B., & Bautista-Hernández, D. A. (2024). Identification of soil properties associated with the peasant perception of the suitability of the land for growing organic coffee: the case of traditional agriculture in the "Mixteca Alta" mountains of Oaxaca, México. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 48(2), 161-182. <https://doi.org/10.1080/21683565.2023.2280770>
- Martínez-López, A., Cruz-León, A., Sangerman-Jarquín, D. Ma., Cárdenas, S. D., Cervantes-Herrera, J., & Ramírez-Valverde, B. (2019). El estudio de los saberes agrícolas como alternativa para el desarrollo de las comunidades cafetaleras. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(7), 1615-1626. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.2113>

- Ntongani, W., Munishi, P., More, S., & Kashaigili, J. (2014). Local knowledge on the influence of land use/cover changes and conservation threats on avian community in the Kilombero Wetlands, Tanzania. *Open Journal of Ecology*, 4, 723-731. <https://doi.org/10.4236/oje.2014.412062>
- Ocampo-Fletes, I., & Escobedo-Castillo, J. F. (2006). Conocimiento tradicional y estrategias campesinas para el manejo y conservación del agua de riego. *Ra Ximhai*, 2(2), 343-371.
- Ortiz-Solorio, C. A., Pájaro, H. D., & Ordaz, C. V. M. (1990a). *Manual para la cartografía de clases de tierras campesinas. Serie cuadernos de Edafología 15*. Montecillo, Texcoco, México: Centro de Edafología-Colegio de Postgraduados.
- Ortiz-Solorio, C. A., Pájaro-Huertas, D., Martínez-Días, D., & Ordaz-Chaparro, V. (1990b). *Etnoedafología*. Chapingo, Texcoco, México: Colegio de Postgraduados.
- Ortiz-Solorio, C. A. (1992). Hablemos de suelos. *Agroproductividad*, 1, 3-10.
- Ortiz-Solorio, C. A., & Gutiérrez-Castorena, M. C. (2001). La etnoedafología en México: una visión retrospectiva. *Etnobiología*, 1(1), 44-62.
- Palerm-Viqueira, J. (2000). Organización social y agricultura de riego. En: J. Palerm-Viqueira, & S. T. Martínez (Eds.). *Antología sobre pequeño riego. Volumen II. Organizaciones autogestivas* (pp. 13-30). Distrito Federal, México: Colegio de Postgraduados.
- Pérez-Rodríguez, G., Ortiz-Solorio, C. A. & Gutiérrez-Castorena, M. C. (2023). Ethnopedology, its evolution and perspectives in soil security: A review. *Soil Security*, 10, 100121. <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2023.100121>
- QGIS.org (2021). *QGIS Geographic Information System. User's Guide. Version 3.18*. Grüt, Switzerland: QGIS Association.
- RAN (Registro Agrario Nacional). (2023). Perimetrales núcleos agrarios SHAPE Entidad Federativa Estado de México. Consultada el 13 de febrero, 2023, desde <https://datos.ran.gob.mx/conjuntoDatosPublico.php>
- Richelle, L., Visser, M., Bock, L., Walpole, P., Mialhe, F., Colinet, G., & Dendoncker, N. (2017). Looking for a dialogue between farmers and scientific soil knowledge: Learnings from an ethno-geomorphopedological study in a Philippine's Upland Village. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42, 2-27. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1322661>
- Rodríguez-Moreno, V. M. (2021). ESSENGER. Sistema de base de datos meteorológicos. In *X Congreso Nacional sobre conservación y utilización de los recursos zoogenéticos. XXII simposio Iberoamericano y X Congreso Nacional CONBIAND*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla de Zaragoza, México: INIFAP. RPDA INIFAP-03-2021-120109052200-01.
- Sánchez, G. P., Ortiz-Solorio, C. A., Gutiérrez-Castorena, M. C., & Gómez, D. J. (2002). Clasificación campesina de tierras y su relación con la producción de caña de azúcar en el sur de Veracruz. *Terra Latinoamericana*, 20(4), 359-369.
- Sánchez-Olarte, J., Argumedo-Macías, A., Álvarez-Gaxiola, J. F., Méndez-Espinoza, J. A., & Ortiz-Espejel, B. (2015). Conocimiento tradicional en prácticas agrícolas en el Sistema del cultivo de amaranto en Tochmilco, Puebla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12(2), 237-254.
- Sánchez-Vera, G., Obrador-Olan, J. J., Palma-López, D. J., & Salgado-García, S. (2003). Densidad aparente en un vertisol con diferentes agrosistemas. *Interciencia*, 28(6), 347-351.
- Schlatter, J. E., & Gerding, V. (1995). Método de clasificación de sitios para la producción forestal, ejemplo en Chile. *BOSQUE*, 16(2), 13-20. <https://doi.org/10.4206/bosque.1995.v16n2-02>
- Sotelo-Ruiz, E. D., Cruz-Bello, G., González-Hernández, A., & Flores-López, R. (2020). Actualización de la cartografía edafológica del Estado de México: una herramienta para la planeación. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, 11(8), 1775-1788. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.1975>
- Torres-Guerrero, C. A., Gutiérrez-Castorena, M. C., Ortiz-Solorio, C. A., & Gutiérrez-Castorena, E. V. (2016). Manejo agronómico de los Vertisoles en México: una revisión. *Terra Latinoamericana*, 34(4), 457-466.
- USDA (United States Department of Agriculture). (2019). *Java Newhall Simulation Model (jNSM). A soil climate simulation model version 1.6.1*. Washington, DC, USA: Natural Resources Conservation Service.
- USDA (United States Department of Agriculture). (2022). *Keys to Soil Taxonomy, 13th edition*. Washington, DC, USA: Natural Resources Conservation Service.
- Van Reewijk, L. P. (1993). *Procedures for soil analysis. Technical paper 9* (4th ed.). Wageningen, The Netherlands: International Soil Reference and Information Center.
- Williams, B. J., & Ortiz-Solorio, C. A. (1981). Middle American folk soil taxonomy. *Annals of the Association of American Geographers*, 71(3), 335-358. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1981.tb01361.x>