



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

IMPACTO DEL MANEJO AGROECOLÓGICO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO: UN ESTUDIO COMPARATIVO EN PARCELAS DEL NORTE DEL ESTADO DE MÉXICO

**IMPACT OF AGROECOLOGICAL MANAGEMENT ON SOIL
PROPERTIES: A COMPARATIVE STUDY IN PLOTS IN THE
NORTH OF THE STATE OF MEXICO**

Clemente Eduardo López

Universidad Intercultural del Estado de México - México

Sonia Rebollo Contreras

Universidad Intercultural del Estado de México - México

Israel Cárdenas Camargo

Universidad Intercultural del Estado de México - México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15078

Impacto del Manejo Agroecológico en las Propiedades del Suelo: Un estudio comparativo en parcelas del Norte del Estado de México

Clemente Eduardo Lópezlopclemente5@gmail.com<https://orcid.org/0009-0002-4945-5922>Universidad Intercultural del Estado de México
México**Sonia Rebollo Contreras**rebollosoni5@gmail.com<https://orcid.org/0009-0008-5509-8873>Universidad Intercultural del Estado de México
México**Israel Cárdenas Camargo**Israel.cardenas@uiem.edu.mx<https://orcid.org/0000-0002-2680-5515>Universidad Intercultural del Estado de México
México

RESUMEN

La agroecología se ha consolidado como una de las estrategias más ampliamente adoptadas en el sector agrícola para fomentar un manejo sostenible del campo, siendo la conservación del recurso suelo uno de sus principios fundamentales. El objetivo de este estudio fue comparar las características físicas y químicas del suelo en parcelas manejadas con prácticas agroecológicas frente a aquellas bajo un manejo agrícola intensivo, con el fin de evaluar el impacto de cada tipo de gestión en la calidad del suelo. La investigación se llevó a cabo durante el año 2023 en cuatro parcelas agrícolas situadas en San Felipe del Progreso, Estado de México. La parcela agroecológica 1 se encuentra dentro del campus de la Universidad Intercultural del Estado de México, mientras que la parcela intensiva 2 está ubicada justo al lado, pero fuera del campus. Por otro lado, la parcela agroecológica 2 y la intensiva 1 se localizan en Santa Cruz Mextepec. En estas parcelas, se midieron las características físicas y químicas del suelo en dos momentos diferentes. Las propiedades físicas de las cuatro parcelas resultaron ser bastante similares, destacándose principalmente la estructura del suelo, que se refiere a la organización y disposición de sus partículas. En lo que respecta a las propiedades químicas, los sitios gestionados bajo prácticas agroecológicas mostraron valores significativamente más altos en comparación con aquellos manejados intensivamente. La comparación entre las características físicas y químicas del suelo revela que la implementación de ciertas prácticas agroecológicas, junto con un uso eficiente de fertilizantes químicos, contribuye a mejorar la calidad del suelo.

Palabras clave: edafología, agroforestería, sustentabilidad, manejo de recursos naturales, vinculación

Impact of Agroecological Management on Soil Properties: A comparative study in plots in the North of the State of Mexico

ABSTRACT

Agroecology has established itself as one of the most widely adopted strategies in the agricultural sector to promote sustainable management of the countryside, with soil resource conservation being one of its fundamental principles. The objective of this study was to compare the physical and chemical characteristics of the soil in plots managed with agroecological practices versus those under intensive agricultural management, in order to evaluate the impact of each type of management on soil quality. The research was carried out during 2023 in four agricultural plots located in San Felipe del Progreso, State of Mexico. Agroecological plot 1 is located within the campus of the Intercultural University of the State of Mexico, while intensive plot 2 is located right next door, but outside the campus. On the other hand, agroecological plot 2 and intensive plot 1 are located in Santa Cruz Mextepec. In these plots, the physical and chemical characteristics of the soil were measured at two different times. The physical properties of the four plots turned out to be quite similar, with the main one being soil structure, which refers to the organization and arrangement of its particles. As regards chemical properties, the sites managed under agroecological practices showed significantly higher values compared to those managed intensively. The comparison between the physical and chemical characteristics of the soil reveals that the implementation of certain agroecological practices, together with an efficient use of chemical fertilizers, contributes to improving soil quality.

Keywords: edaphology, agroforestry, sustainability, natural resource management, linkage

Artículo recibido 16 octubre 2024

Aceptado para publicación: 25 noviembre 2024



INTRODUCCIÓN

La agroecología se ha convertido en una de las estrategias más difundidas en el sector agrícola para promover un manejo sostenible del campo. En sus inicios, esta disciplina se entendía como una ciencia dedicada a la agricultura sostenible, fundamentada en principios ecológicos básicos que respaldan el estudio, diseño y gestión de los agroecosistemas (Altieri, 1995). Una de las características más importantes de este enfoque es su capacidad para reducir el impacto negativo que las prácticas agrícolas intensivas tienen sobre el medio ambiente (Gliessman, 2002). Adicionalmente, este enfoque destaca la relevancia de las relaciones ecológicas y culturales presentes en los agroecosistemas (León y Altieri, 2010), subrayando el papel crucial de los conocimientos ecológicos tradicionales y fomentando un diálogo de saberes entre diversos actores (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

Uno de los principales objetivos de la agroecología es fortalecer las interconexiones positivas entre los factores bióticos y abióticos dentro del agroecosistema (Altieri y Nicholls, 2007, 2010; Marielle, 2012; Nicholls, 2013). Estos componentes que conforman los agroecosistemas se verán afectados por su origen, función y mantenimiento. Uno de los factores abióticos en los que se pueden evaluar estos efectos es el suelo (Sans, 2007; González de Molina, 2011; Altieri y Nicholls 2013; Sarandón y Flores, 2014). Aunque existen diversas definiciones de suelo, en el contexto de la agroecología se le considera un ecosistema compuesto por componentes bióticos y abióticos (Vallejo, 2013; Ángel, 2016). Este sistema es heterogéneo y dinámico, en el que se entrelazan procesos físicos, químicos y biológicos que permiten su correcto funcionamiento (Sánchez de P. et al., 2012; González, 2013). De acuerdo con Altieri (2002), Gliessman (2007) y Pretty (2008), la agroecología busca que las condiciones edáficas (entre otras) se vean lo menos deterioradas posibles.

Un concepto fundamental en el manejo sostenible del recurso edáfico es la calidad del suelo. Según el Comité para la Salud del Suelo de la Soil Science Society of America (Karlen et al., 1997), esta se define como la capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema, ya sea natural o manejado. Esto incluye sostener la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del aire y del agua, así como promover la salud humana y el hábitat. En relación con este concepto, Carter et al. (1997) señalan que la calidad del suelo abarca tanto los aspectos de su funcionamiento múltiple como las actividades de manejo, integrando una dimensión relacionada con la sostenibilidad.

Esta calidad puede ser analizada mediante indicadores, como las características físicas y químicas del suelo, tal como lo demuestra Castillo-Valdez (2021).

La agroecología ha propuesto una serie de prácticas productivas orientadas a fortalecer sus principios. Entre estas prácticas se incluyen el uso de variedades locales, la adición de materia orgánica al suelo, la activación de la biología del suelo, la cobertura del suelo, los policultivos, así como la implementación de sistemas agroforestales y silvopastoriles (Altieri, 2009; Altieri y Nicholls, 2017; Pillado-Albarrán et al., 2022). En particular, el sistema de milpa intercalada con árboles frutales (MIAF) tiene prácticas consideradas por la agroecología, pues promueve la interacción entre especies perennes y anuales, como los árboles frutales y diversas plantas de interés agrícola, tales como el maíz, el frijól y los quelites (Albino et al., 2015; Turrent et al., 2017; Arriaga et al., 2020). En este contexto, Turrent et al. (2017) destacan el sistema MIAF como una tecnología multiobjetivo que refuerza la seguridad alimentaria de las familias, incrementa significativamente los ingresos familiares, contribuye a la conservación del suelo y del agua, y ayuda en la captura y secuestro de carbono. Además, Cortés et al. (2014) sugieren que este sistema permite lograr altas densidades de plantación y optimizar el uso de los recursos del suelo y el agua. En consecuencia, el MIAF es una tecnología multi objetivo que persigue: 1) incrementar significativamente el ingreso neto y el empleo familiar, sin dejar de producir sus alimentos básicos, 2) proteger el suelo contra la erosión, sin eliminar su roturación excepto en condiciones especiales, 3) fomentar la interacción entre los cultivos componentes, para una mayor economía del uso de los recursos naturales y los insumos importados a la parcela, 4) incrementar la captura del carbono atmosférico Cortés et al. (2014).

En contraste, la agricultura intensiva ha generado una serie de efectos negativos sobre el suelo, que van desde la pérdida de fertilidad hasta el deterioro de sus características originales. Estas alteraciones han conducido a una disminución de los múltiples servicios ambientales que el suelo proporciona (Wezel, 2014; Castillo-Valdez et al., 2021; Cuadras-Berrelleza et al., 2021). Ante esta situación y con el fin de validar prácticas agrícolas sostenibles intervienen ciencias como la agroecología, con herramientas para preservar y mejorar la calidad del agroecosistema, enfatizando que el uso del suelo y las prácticas de manejo determinan el grado y la dirección de las varianzas en su calidad a nivel de tiempo y espacio (Doran y Parkin, 1994; Wang y Gong, 1998; Gonzales de Molina, 2011; Vallejo, 2013).

Así el objetivo de este trabajo fue comparar las características físicas y químicas del suelo, en parcelas manejadas bajo prácticas agroecológicas y agrícolas intensivas, con el fin de determinar el impacto de cada tipo de manejo en la calidad del suelo. La hipótesis de trabajo fue que las parcelas con manejo agroecológico presentarán propiedades del suelo más favorables en comparación con las parcelas de manejo agrícola intensivo, lo que sugiere que las prácticas agroecológicas contribuyen a una mayor sostenibilidad y salud del suelo.

Sitio de Estudio

Las parcelas agrícolas donde se realizó el presente estudio se ubican en México, Estado de México y en específico en el municipio de San Felipe del Progreso. Este lugar se localiza al noroeste del Estado de México, entre los paralelos 19° 32' y 19° 46' de latitud norte; los meridianos 99° 52' y 100° 06' de longitud oeste; a una altitud entre 2 500 y 3 200 m. El Clima es Templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (96.48%) y semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (3.52%). El rango de temperatura es entre 10 – 14°C y el rango de precipitación es entre los 800 – 1 100 mm. Los suelos predominantes son Planosol (34.16%), Andosol (32.2%), Luvisol (9.83%), Umbrisol (3.91%), Leptosol (1.92%), Fluvisol (0.61%) y Durisol (0.28%) (INEGI, 2009). Particularmente, las parcelas de este estudio se ubican sobre suelo de tipo Planosol que son suelos desarrollados en relieves planos (INEGI, 2009). Su fertilidad es variable, tienen normalmente un horizonte superficial oscuro, seguido de horizontes más claros y a menudo compactos y su drenaje puede ser deficiente, lo que puede llevar a problemas de encharcamiento en épocas de lluvia y son aptos para la agricultura (INEGI, 2009).

Según INEGI (2022) San Felipe del Progreso tiene una población de 144, 924 habitantes entre los cuales el 47.8% son hombres y el 52.2% son mujeres: Las principales actividades económicas son el comercio y la agricultura, siendo los principales cultivos el maíz, el frijól, la avena, el trigo y las habas, pero los cultivos dependen de las temporadas de lluvia para que crezcan y se desarrollen.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó durante el año 2023, en 4 parcelas agrícolas ubicadas en San Felipe del Progreso, Estado de México. La parcela agroecológica, se ubica dentro del campus de la Universidad Intercultural del Estado de México, la intensiva 2 se ubica a un costado pero fuera del campus, en

cambio, la parcela agroecológica 2 y la intensiva 1 se ubican en Santa Cruz Mextepec.

El manejo de las parcelas se dividió en 2: agroecológica e intensiva. La agroecológica 1 tiene una medida de 221 m², se ha dedicado a la agricultura desde hace 17 años, tiene un manejo de tipo Milpa Intercalada con árboles frutales, siendo los cultivos principales el maíz nativo palomero, maíz oloton, frijol bayocote, frijol de guía negro, calabaza de guía y de mata. La fecha de siembra regularmente es el 21 de marzo, su fertilización inicia en la primera escarda con 440 kg DAP + 260 kg de urea, la segunda escarda se realiza cuando emergen las raíces adventicias, fertilizando por segunda y última vez con 440 kg de urea. Todo se cultiva sin el uso fertilizantes sintéticos o pesticidas (figura 1).

Figura 1. Parcela agroecologica, Milpa Intercalada con árboles frutales (Parcela 1)



La parcela agroecológica 2 tiene una medida de 181 m², se ha dedicado a la agricultura desde hace 12 años, siendo el cultivo principal el maíz nativo, la calabaza de mata y el frijól nativo. Se agregan 1000 kg de estiércol de bovino antes de la siembra, esto alrededor del mes de abril. En el mes de junio se realiza la fertilización con 120 kg de NPK, posteriormente, se realiza la escarda para cubrir el

fertilizante, no se hace uso de pesticidas. Además, se usa la técnica de acolchado que consiste en cubrir el suelo alrededor de las plantas con una capa de material, que puede ser biológico o sintético, este acolchado ayuda a conservar la humedad del suelo, suprime el crecimiento de malezas, regula la temperatura del suelo y mejora su estructura a medida que se descompone.

La parcela intensiva 1, tiene una medida de 640 m², se ha dedicado a la agricultura desde hace 20 años, promoviendo un monocultivo de maíz híbrido, la siembra se realiza entre el 15 y 25 de abril, integrando un fertilizante compuesto de: 360 kg de NPK + 40 kg microelementos + minerales, la escarda se realiza en el mes de junio, además se aplica una segunda y última fertilización con 120 kg de nitrógeno + 320 kg de materia orgánica y se incorpora residuos del cultivo del ciclo anterior (Figura 2). Finalmente, la parcela intensiva 2 tiene una medida de 459 m², se ha dedicado a la agricultura desde hace 8 años es un monocultivo de maíz, se inicia la siembra en la primera semana de abril dependiendo las lluvias, su fertilización se realiza en la primera y única escarda, aplicando 240 kg de NPK, además de un uso intensivo de maquinaria agrícola.

Figura 2. Parcela con manejo inytensivo (Parcela intensiva 1)



Caracterización física y química del suelo

Para identificar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, se llevó a cabo un muestreo en cada parcela, siguiendo el método de zigzag (Cárdenas et al. 2012). A partir de muestreos se obtuvieron 5 submuestreos por parcelas, se mezclaron y se obtuvo una mezcla compuesta, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de Diagnóstico Ambiental de la Universidad Intercultural del Estado de México. Se determinó el Color (Munsell Soil Color System), la Estructura (agregación), la Textura (método de Bouyocus), el pH (potenciómetro) y la Materia orgánica (Método de Walkley y Black), tomando en cuenta los criterios establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, además de la presencia de Nitrógeno, Fósforo y Potasio utilizando el kit de análisis HI3896, marca Hanna Instruments (kit químico de pruebas que utiliza colorimetría y turbidimetría). Estos parámetros se midieron en abril y diciembre de 2024 (Figura 3 y 4).

Figura 3 y 4. Analisis en Laboratorio de las muestras de suelo



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de las características físicas del suelo

Las propiedades físicas de las 4 parcelas son bastante semejantes, diferenciándose principalmente en la estructura, que se refiere a la organización y disposición de las partículas del suelo (Cuadro 1). La estructura puede influir en diversas propiedades del suelo, tales como la porosidad, la aireación, la retención de agua y la capacidad para sustentar el crecimiento radicular. Dentro de esta característica, se identifican dos condiciones: granular y migajosa.

Cuadro 1. Propiedades físicas del suelo en dos manejos agrícolas en San Felipe del Progreso Estado de México.

Manejo agrícola	Color	Estructura	Textura
Agroecológico 1	Café Oscuro	Granular	Franco arcillosa
Agroecológico 2	Café Oscuro	Granular	Franco arcillosa
Intensivo 1	Gris Claro	Migajosa	Franco arcillosa
Intensivo 2	Café Oscuro	Granular	Arcilloso limoso

En los sitios agroecológicos 1 y 2, así como en el intensivo 2, predomina la estructura granular, que podría asociarse a condiciones que favorecen la circulación del aire y el drenaje del agua, lo cual resulta beneficioso para las raíces de las plantas. Un drenaje adecuado disminuye el riesgo de encharcamientos y promueve un ambiente radicular saludable; además, contribuye a una óptima retención de humedad. Por otro lado, en el sitio de agricultura intensiva 1, se observa la condición migajosa, que presenta prácticamente las mismas características, diferenciándose únicamente en la porosidad de sus componentes. Los tipos de textura presentes en los sitios analizados son dos: franco-arcillosa (en los sitios agroecológicos 1 y 2 e intensivo 1) y arcilloso-limoso (en el sitio intensivo 2). La textura franco-arcillosa permite un balance entre la retención de agua y el drenaje. La arcilla retiene agua y nutrientes, mientras que la arena y el limo facilitan el drenaje. Esto genera un ambiente óptimo para el crecimiento vegetal. Los suelos con esta textura suelen poseer una buena capacidad para retener nutrientes gracias a la presencia de partículas finas (arcilla) que pueden atraer y almacenar cationes (nutrientes). Por su parte, la textura arcillo-limosa, tiene una alta capacidad para conservar agua y nutrientes debido a su gran superficie específica. Esto implica que los suelos con esta textura pueden almacenar suficiente humedad y nutrientes, resultando beneficiosos para el desarrollo de las plantas.

Evaluación de las características químicas del suelo

En el Cuadro 2 (análisis realizado en el mes de abril del 2024) se observa que, en general, las condiciones de los sitios bajo manejo agroecológico presentan valores más altos en comparación con aquellos bajo manejo intensivo. Destaca el caso del sitio agroecológico 1, que presenta una cantidad de nutrientes clasificada como "media", lo que sugiere que este sitio está bien preparado para iniciar un proceso agrícola exitoso. En contraste, el sitio de agricultura intensiva 1, muestra bajos niveles en la

mayoría de las características analizadas. Es importante señalar que el pH se encuentra en todos los sitios dentro de un rango adecuado para un manejo agrícola efectivo.

Cuadro 2. Propiedades químicas del suelo abril de 2023

Parcelas	pH	Materia orgánica	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Agroecológico 1	8.5	Bajo	Medio	Medio	Medio
Agroecológico 2	7.5	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Intensivo 1	7.7	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
Intensivo 2	8.2	Bajo	Bajo	Medio	Bajo

En el Cuadro 3 (análisis realizado en el mes de diciembre del 2024), se observa que ambas parcelas bajo manejo agroecológico muestran, en la mayoría de los casos, cantidades de nutrientes superiores a las evaluadas en las parcelas de agricultura intensiva. La parcela que exhibe las mejores condiciones en las características químicas analizadas es el sitio agroecológico 2; en contraste, la parcela con manejo agrícola intensivo 1 presenta condiciones menos favorables.

Cuadro 3. Propiedades químicas del suelo diciembre de 2023

Parcelas	pH	Materia orgánica	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Agroecológico 1	7.7	Bajo	Medio	Medio	Medio
Agroecológico 2	7.6	Medio	Alto	Medio	Bajo
Intensivo 1	7.3	Medio	Bajo	Medio	Bajo
Intensivo 2	6.7	Bajo	Alto	Medio	Bajo

Impacto de las prácticas agroecológicas en el suelo

Las características del suelo analizadas en este estudio muestran condiciones más adecuadas en los sitios bajo manejo agroecológico en comparación con aquellos bajo manejo intensivo. Los resultados presentados son consistentes con los hallazgos de estudios previos realizados por León y Álvaro (2021) y Texeira et al. (2021), que han reportado que prácticas como la conservación y uso de la materia orgánica, favorecen la sostenibilidad del suelo, estas similitudes podrían explicarse por el enfoque en el uso de la materia orgánica, el manejo de cultivos intercalados, así como por prácticas que favorecen la retención de humedad y el riego de temporal (Hernández et al., 2011). Además, de acuerdo con

Ramos y Terry (2014) y Medina et al. (2010), la utilización de abonos orgánicos constituye un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola. Finalmente, la diversificación de cultivos dentro de una parcela agrícola beneficia al sistema, al aumentar el nitrógeno y carbón orgánico total en el suelo, nutrientes claves en el crecimiento de las plantas (Espinoza et al. 2007).

CONCLUSIONES

La comparación entre las características físicas y químicas del suelo, en parcelas manejadas bajo prácticas agroecológicas y agrícolas intensivas, mostró que la utilización de algunas prácticas agroecológicas y un uso eficiente de fertilización química, favorece la calidad del suelo. Bajo las condiciones analizadas, las prácticas agroecológicas implementadas (como el sistema agroforestal y el acolchado) contribuyen al mantenimiento de las condiciones edáficas. Además, la calidad del suelo existente podría traducirse en múltiples beneficios, como una mejor infiltración de agua y la conservación de la micro y mesofauna. Por último, éstas prácticas agroecológicas no solo preservan las condiciones edáficas, sino además, generan un espacio para la producción de alimentos, educación y empleo digno, sumando un sentido de ritualidad (Albino et al. 2021).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albino, R., Turrent, A., Cortés J. I., Livera, M. y Mendoza, M. (2015). Distribución de raíces y de radiación solar en el dosel de maíz y frijol intercalados. *Agrociencia*, 49, pp. 513-531.
- Albino, R., Santiago, H., Turrent, A., Cortés, J. I. y Muñoz, E. (2021). Adaptación de especies anuales de clima templado en la MIAF: maíz, tomate de cáscara, calabaza de mata y quelites. Universidad Intercultural del Estado de México. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/359723927_Adaptacion_de_especies_anuales_en_la_MIAF_-2021?fbclid=IwAR0vChamWrdMHZ1aZRpy_D-i9jKHlihC9O1-sCi-Ule8eOrQcutyTWH9xQ [Links]
- Altieri, M. (1995). El estado del arte de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina. En: Cadenas Marín, A. (Ed.). *Agricultura y desarrollo sostenible*. Madrid: MAPA, p.151-203
- Altieri, M. (1995). *Agroecology: The Science of sustainable agriculture*. Boulder CO: westview press.



Second edition. 448 p

- Altieri, M. (2002). Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture Ecosystems and Environment*, vol. 93, p. 1-24.
- Altieri M. y Nicholls C. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente. Monografía. vol,16, no. 1, p. 3-12.*
- Altieri, M. (2009). El estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos. *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*, 77, 69-90.
- Altieri, M. (2009). El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos. En: *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. Medellín, Colombia: Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), p. 69-94
- Altieri, M. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. En: Nicholls, C. y Altieri, M. *Agroecología y Cambio Climático*. Lima – Perú: Red Iberoamericana de Agroecología para el desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al cambio Climático (REDAGRES), Red adscrita al Programa Iberoamericana de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) y La sociedad Científica Latinoamericana de agroecología (SOCLA). 2013. pp. 7-20
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2017). Estrategias agroecológicas para enfrentar el cambio climático. *LEISA revista de agroecología*, 33(2), 5-9.
- Ángel, D. (2016). Evaluación de Servicios Ecosistémicos Generados en Fincas Familiares Agroecológicas Campesinas (FFAC) del Centro del Departamento Del Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia. 236 p
- Arriaga, A. M., Martínez, M. R., Rubiños, J. E., Fernández, D. S., Delgadillo, J., Vázquez, A. (2020). Propiedades químicas y biológicas de los suelos en milpa intercalada con árboles frutales. *Terra Latinoamericana*, 38(3), pp. 465-474.
- Cárdenas C. I; Rangel V. M; Cadenas M. R; (2012) *Manual de Prácticas de Edafología*. Universidad Intercultural del Estado de México p. 80.
- Carter, M. R., E. G. Gregorich, D. W. Anderson, J. W. Doran, H. H. Janzen, and F. J. Pierce. 1997.



- Concepts of soil quality and their significance. Chapter 1. pp. 1-19. In: E. G. Gregorich and M. R. Carter (eds.). *Developments in soil science*. Elsevier. doi: [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(97\)80028-1](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(97)80028-1)
- Castillo-Valdez, X., Etchevers, J. D., Hidalgo-Moreno, C. M. I., & Aguirre-Gómez, A. (2021). Evaluación de la calidad de suelo: generación e interpretación de indicadores. *Terra Latinoamericana*, 39.
- Cortés, J., Turrent, A., Hernández, E., Francisco, N., Torres, J., Zambada, A. y Díaz, P. (2014). Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF). Ciudad de México, México. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa).
- Cuadras-Berrelleza, Aldo Alan, Peinado-Guevara, Víctor Manuel, Peinado-Guevara, Héctor José, López-López, José de Jesús, & Herrera-Barrientos, Jaime. (2021). Agricultura intensiva y calidad de suelos: retos para el desarrollo sustentable en Sinaloa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(8), 1401-1414. Epub 02 de mayo de 2022 <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2704>
- Doran, J. W. and T. B. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. Chapter 1. pp. 1-21. In: J. W. Doran, D. C. Coleman, D. F. Bezdicek, and B. A. Stewart (eds.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. SSSA. Madison, WI, USA. Online ISBN: 978089118930.
- Espinoza, Y., Lozano, Z., & Velásquez, L. (2007). Efecto de la rotación de cultivos y prácticas de labranza sobre las fracciones de la materia orgánica del suelo. *Interciencia*, 32(8), 554-559.
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 359 p.
- Gliessman, S.; Rosado-May, F.; Guadarrama, C.; Jedlicka, J.; Cohn, A.; Mendez, V.; Cohen, R.; Trujillo, L.; Bacon, C. And Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. En: *Ecosistemas*, vol. 16, no. 1, p. 13-23. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=459>
- González De Molina, M. (2011). *Introducción A La Agroecología*. Cuadernos técnicos Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). - serie: agroecología y ecología agraria. 37 p.
- González, G. (2013). Efectos en el corto plazo de sistemas de labranza y mejoradores en los indicadores de N, K y MO en un suelo franco arcilloso. Tesis de Pregrado, Coahuila, México: Universidad

- autónoma agraria Antonio Narro. 72 p.
- Hernández, R., Morros, M., Bravo, C., Lozano, Z., Herrera, P., Ojeda, A., et al. 2011. La integración del conocimiento local y científico en el manejo sostenible de suelos en agroecosistemas de sabanas. *Interciencia* 36(2): 104-112.
- Instituto nacional de Estadística Geografía y Informática, (2009). Guía para la interpretación cartográfica: Edafología.
- INEGI. (Instituto Nacional de Estadística Geografía y Estadística) (2022). Censo de Población y Vivienda. México.
- Karlen, D. (1997). Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. *Soil Science Society of America J.* vol. 61, p.4
- León T., Altieri, M. (2010). Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción En *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones* (León T, Altieri M, eds). Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología – Universidad Nacional de Colombia, p 53 - 77.
- Marielle, Catherine. (2012). Agroecología comunitaria Una experiencia hacia la reconstrucción de la autonomía y la soberanía alimentaria, Seminario Internacional “Nuevos Paradigmas y Políticas Públicas para la Agricultura y Sistemas Alimentarios Globales” Ciudad de México, p 13-15.
- Medina, L. A.; Monsalve, Ó. I. y Forero, A. F. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. *Ciencias Hortícolas*, 2010, vol. 4, no. 1, pp. 109-125. ISSN 2011-2173.
- Nicholls, C. (2013). Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. pp. 18-29. En: Clara Nicholls; Leonardo Ríos y Miguel Altieri (eds). *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptaciones al cambio climático*. Medellín, Colombia: Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES); Red Adscrita al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) y Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). 207 p
- Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000
- Pillado-Albarrán, Karla Violeta, Albino-Garduño, Rocío, Santiago-Mejía, Horacio, & Pedraza-

- Mandujano, Joel. (2022). Elementos bioculturales, base para la adaptación del sistema MIAF en la zona mazahua del Estado de México. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 32(60), e221247. Epub 10 de marzo de 2023.
<https://doi.org/10.24836/es.v32i60.1247>
- Pretty, J. (2008). *Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence*. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci*, vol.363: p. 447 – 465.
- Ramos Agüero, David, & Terry Alfonso, Elein. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4)
- Sánchez de Prager, M.; Prager, M.; Naranjo, R. Y Sanclemente, O. (2012). El suelo, su metabolismo, ciclaje de nutrientes y prácticas agroecológicas. *Agroecología*, vol. 7, p. 19-34.
- Sans, F. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Revista Ecosistemas*, vol. 16, no. 1, p. 44 – 49
- Sarandón, S y Flores, C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. Universidad Nacional de La Plata. 466 p.
- Texeira, H., Bianchi, F., Cardoso, I., Tittonell, P., Peña, M. 2021. Impact of agroecological management on plant diversity and soil-based ecosystem services in pasture and coffee systems in the Atlantic forest of Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 305: 107171
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107171>
- Toledo, V. M., y Barrera-Bassols, N. (2008). *La Memoria Biocultural la Importancia Ecológica de las Sabidurías Tradicionales* (1th ed.). Barcelona: Icaria Editorial. Recuperado de http://eramx.org/biblio/Toledo-_y_Barrera_2008.pdf
- Turrent, A., Cortés, J., Espinosa, A., Hernández, E., Camas, R., Torres, J., Zambada, A. (2017). MasAgro o MIAF ¿Cuál es la opción para modernizar sustentablemente la agricultura tradicional de México? *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(5), pp. 1169-1185 doi:
<http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v8i5.116>
- Vallejo Q., V. E. 2013. Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano. *Experiencias en sistemas silvopastoriles*. *Colomb. For.* 16: 83-99.
- Wang, X. And Gong, S. (1998). Assessment and analysis of soil quality changes after eleven years of

reclamation in subtropical china. In: Geoderma, no. 81, p. 339 – 355

Wezel, A; Casagrande, M; Celette, F; Francois, J; Ferrer, A and Peigné, J. (2014). Agroecological practices for sustainable agricultura. A review. Agronomy for Sustainable Development, vol.34, no. 1, p. 1-20.

