

## Impact of different agricultural practices on the physicochemical characteristics of the soil: a critical analysis.

## Impacto de diferentes prácticas agrícolas sobre las características fisicoquímicas del suelo: un análisis crítico.

<sup>1</sup>TORRES, L., A. <sup>2</sup>GONZALEZ-PEDRAZA, A. <sup>3</sup>CASTELLANOS, L.

<sup>1</sup>Ing. Luz America Torres Torres, Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Agrónomo. Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Distrital Bogotá, Colombia. Tel: +573132257054 e-mail:

[luzamericatorres.ta@gmail.com](mailto:luzamericatorres.ta@gmail.com). ORCID:

<https://orcid.org/0000-0001-7610-0225>

<sup>2</sup>GONZALEZ-PEDRAZA, ANA FRANCISCA. Ingeniera Agrónoma, Dra. En Ciencias mención Ecología. Docente Tiempo Completo. Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Ingeniería Agronómica. Universidad de Pamplona. Km1 Vía Bucaramanga Pamplona. Norte de Santander, Colombia. Tel: 57-3174740703, Fax: 57- Ext. 140. E-mail: [anagonzalez11@gmail.com](mailto:anagonzalez11@gmail.com). ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-4392-3724>

<sup>3</sup>CASTELLANOS, LEÓNIDES. Ingeniero Agrónomo, Doctor en Ciencias Agrícolas, Docente Tiempo Completo. Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Ingeniería Agronómica. Universidad de Pamplona. Km1 Vía Bucaramanga Pamplona. Norte de Santander, Colombia. Tel: 57-, Fax: 57- Ext. 140. E-mail: [lccastell@gmail.com](mailto:lccastell@gmail.com). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9285-4879>

### Entidad

Universidad Distrital de Bogotá, Colombia. e-mail: [luzamericatorres.ta@gmail.com](mailto:luzamericatorres.ta@gmail.com)

Recibido: 12/10/2023 / Aceptado: 30/04/2024

### Resumen

En este artículo de revisión se realizó una recopilación de investigaciones sobre las diferentes actividades antrópicas que determinan la calidad del suelo y su fertilidad; la producción de cultivos de manera convencional, que ha ocasionado pérdida de su capacidad productiva y deterioro en la calidad física, química y biológica, donde los cultivos, no obtienen un balance de nutrientes adecuado para su desarrollo, en tal sentido recuperar la resiliencia de los suelos mediante el manejo de buenas prácticas agrícolas es posible. El objetivo de esta investigación fue documentar los resultados científicos que influyen en las variaciones de las características físicas y químicas de los suelos. Para ello se realizó una investigación documental cuya metodología fue de tipo descriptiva mediante un análisis exhaustivo en revistas internacionales y nacionales, sobre estudios científicos y resultados sobre los factores que influyen en las variaciones de las características fisicoquímicas del suelo. De acuerdo con los resultados analizados, los monocultivos o uso continuo e intensivo del suelo, aceleran el deterioro de las propiedades de los suelos. Existen numerosos factores que inciden en la calidad de estos, tales como los procesos de formación, procesos pedogenéticos, así como las propiedades y atributos inherentes.

Con base en los estudios examinados en relación con las diferentes prácticas agrícolas, se observa una notable heterogeneidad espacial en las características fisicoquímicas de los suelos, lo que complica la determinación, en muchos casos, de la influencia del manejo; no obstante, se evidencia una correlación entre manejo y algunos indicadores de calidad de los suelos. Los monocultivos o la práctica continua e intensiva del suelo propician la aceleración de la degradación de las características fisicoquímicas del suelo. En contraste con diversas prácticas, se identifican diversos factores determinantes de su calidad, entre los cuales se incluyen los procesos de formación, los fenómenos pedogenéticos, así como las propiedades y atributos inherentes. La revisión de los estudios concernientes a distintos tipos de prácticas agrícolas reveló una marcada variabilidad espacial en las características edáficas. Este fenómeno dificulta en muchos casos la atribución de influencias específicas al manejo; sin embargo, se observa una correlación palpable.

**Palabras clave:** Monocultivo, agroforestal, silvicultura, agrosilvopastoril

### Abstract

In this review article, a compilation of research was carried out on the different anthropogenic activities that determine soil quality and fertility; the production of crops in a conventional way, which has caused loss of their productive capacity and deterioration in the physical, chemical and biological quality, where the crops do not obtain an adequate balance of nutrients for their development, in this sense recovering the resilience of the crops. soils through the management of good agricultural practices is possible. The objective of this research was to document the scientific results that influence the variations in the physical and chemical characteristics of soils. For this, documentary research was carried out whose methodology was descriptive through an exhaustive analysis in international and national journals, on scientific studies and results on the factors that influence the variations in the physicochemical characteristics of the soil. According to the results analyzed, monocultures or continuous and intensive use of soil accelerate the deterioration of soil properties. There are numerous factors that affect their quality, such as formation processes, pedogenetic processes, as well as inherent properties and attributes.

Based on the studies examined in relation to the different agricultural practices, a notable spatial heterogeneity is observed in the physicochemical characteristics of the soils, which complicates the determination, in many cases, of the influence of management; However, a correlation is evident between management and some soil quality indicators. Monocultures or continuous and intensive cultivation of the soil lead to the acceleration of the degradation of the physicochemical characteristics of the soil. In contrast to various practices, various determinants of their quality are identified, including formation processes, pedogenetic phenomena, as well as inherent properties and attributes. The review of studies concerning different types of agricultural practices revealed a marked spatial variability in edaphic characteristics. This phenomenon makes it difficult in many cases to attribute specific influences on management; however, a palpable correlation is observed.

**Keywords:** Monoculture, Agroforestry, Forestry, Agrosilvopastoral

## 1. INTRODUCCIÓN

Ante el evidente incremento poblacional y la demanda de alimentos transcurrido en el

siglo XX, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés) planteó la necesidad aumentar los rendimientos por área cultivada surgiendo así la llamada “Revolución Verde” que trajo consigo, plantas mejoradas genéticamente; elevado uso de fertilizantes químicos de origen mineral; agroquímicos capaces de controlar plagas, microbios y plantas indeseadas; así mismo, preparación de suelos con maquinaria agrícola pesada, sistemas de regadío y distintas tecnologías (Ardisana et al., 2018).

Las prácticas agrícolas convencionales, como la labranza intensiva en combinación con la incineración de restos vegetales, han exacerbado la degradación del suelo (Cortes & Acevedo, 2019; Latorre & Villamizar, 2019; Buelvas, 2021; 2022; Flores et al., 2021). Al mismo tiempo recientes investigaciones demuestran, que los animales de pastoreo alteran sustancialmente las propiedades fisicoquímicas del suelo, provocando erosión, compactación y reducción del espacio poroso, influyendo a su vez en la velocidad del flujo de agua y modificando el equilibrio de los nutrientes; además, de reducir el contenido de materia orgánica, pérdida de la diversidad y disminución de la fertilidad (González-Pedraza & Dezzeo, 2011; 2014a; 2020; Villanueva et al., 2014).

Los suelos sometidos a prácticas agrícolas exhiben un proceso de degradación caracterizado por una disminución en la cantidad de materia orgánica, nitrógeno total y bases intercambiables, además de una capacidad de intercambio catiónico reducida en comparación con suelos sin cultivo y áreas con vegetación natural (Castellanos et al., 2019a; 2019b; Buelvas, 2021; Orellana et

al., 2020; Latorre & Villamizar, 2019; González-Pedraza et al., 2011; 2014; Fernández et al., 2016). Madrigal et al., (2019) puntualizan que, los procesos de degradación de los ecosistemas naturales se deben a cambios en el uso del suelo, ya que observaron variación de los contenidos de N almacenado en el suelo con pérdida 12,5 kg ha<sup>-1</sup> por la conversión de un sistema natural a pastizal.

Otra investigación destacada es la llevada a cabo por Cotler et al., (2016), donde se argumenta que el carbono en el suelo mejora la estructura del suelo y la estabilidad de los agregados ante el impacto directo de las lluvias. Esto se traduce en una mejora en la tasa de infiltración y retención de agua, así como un aumento en la microbiota y el ciclo de nutrientes.

Las prácticas agrícolas intensivas han afectado las funciones de los ecosistemas, lo cual se manifiesta de manera significativa a través de la pérdida de su diversidad biológica. Son sistemas con largos períodos bajo un mismo cultivo con bajo aporte anual de carbono y disminución de los contenidos de materia orgánica del suelo, generando pérdida progresiva de la fertilidad (Granados-Ferrer & Giraldo-Vanegas, 2020; Vázquez et al., 2020).

La agricultura intensiva ha impactado negativamente los ecosistemas, evidenciándose en una disminución importante de la diversidad biológica. La característica principal es la siembra de monocultivos por períodos extensos en el que las entradas de materia orgánica son muy bajas, resultando en una disminución de las reservas de carbono y de la fertilidad natural de los suelos (Vázquez et al., 2020).

El tipo de producción agropecuaria está determinada en gran medida por las características químicas, físicas y biológicas de los suelos y ello incide en el desarrollo de las actividades productivas y sobre las medidas a adoptar que conduzcan a un aumento de los rendimientos deseados y mantener su capacidad productiva (González-Pedraza *et al.*, 2014b; Rodríguez *et al.*, 2016; Jiménez-Jiménez *et al.*, 2019).

El suelo constituye un ente natural con marcada variación vertical, lateral y temporal. Para establecer criterios de calidad, resulta imperativo examinar variables que posibiliten la evaluación de su estado y desarrollo (Báez *et al.*, 2017). Para González *et al.*, (2018) los indicadores de calidad del suelo podrían ser propiedades físicas, químicas y biológicas; sin embargo, estas no deberían ser medidas como un caso particular. Santiago *et al.*, (2018), mencionan que la variabilidad espacial tiene que ver con el enfoque que se da a la tierra dando lugar a varios niveles de variabilidad, lo que traduce a una disminución en la variación de las propiedades desde suelos jóvenes a residuales, lo que traduce en procesos de homogenización en el tiempo.

Dada la influencia que tiene el tipo de uso sobre las características de los suelos, en esta revisión se recopiló información relacionada con el impacto de diferentes prácticas agrícolas sobre variables fisicoquímicas de los suelos.

## 2. METODOLOGIA

Se desarrolló una investigación documental descriptiva y analítica donde las unidades de análisis fueron los artículos recopilados

sobre el tema con énfasis en los últimos 20 años. Se realizó una búsqueda en Google y Google académico y en las revistas agronómicas como Agrosavia, Agronomía Colombiana, Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, Dialnet. Redalyc. Esta búsqueda fue complementada con revisiones llevadas a cabo en bases de datos científicas publicadas en otros idiomas que ofrece la biblioteca digital de la Universidad de Pamplona como: Science direct, Scopus, Springerlinks, Oxford Journals y Francis and Taylor (Yañes *et al.*, 2018).

Se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos y tesis acerca del impacto de las prácticas agrícolas sobre las características de los suelos, los cuales fueron seleccionados por año de publicación, tipo de sistema de cultivo y/o uso del suelo y propiedades estudiadas por país.

Con la información recopilada de artículos y tesis, se compararon por quinquenio, zona geográfica, tipo de suelo estudiado, factor y propiedades estudiadas, los cuales se llevaron a una base de datos. Dichas tablas se sometieron a análisis manual a través de lectura considerando los distintos criterios de investigación recopilados.

## 3. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 3.1 Impacto de Diferentes Prácticas Agrícolas Sobre Características Físicas y Químicas de los Suelos.

En la tabla I se presentan los artículos y tesis compilados que abordan el impacto de los tipos de prácticas de producción agrícola sobre las características físicas de los suelos. De acuerdo con la revisión y análisis de la bibliografía se observó en general que

los diferentes sistemas de cultivo impactaron en diferentes formas sobre las propiedades fisicoquímicas de los suelos. De las propiedades físicas analizadas, la densidad aparente está presente en todos los

estudios, puesto que se trata de una variable que es sensiblemente afectada por el tipo de uso dado al suelo, además es un indicador del grado de compactación de los suelos.

**Tabla 1.** Influencia de diferentes prácticas de producción agrícola sobre características físicas

Práctica agrícola	Parámetros de suelo evaluados	País	Autor y año de publicación
Arreglo agrosilvopastoril con ceiba roja.	Textura, densidad aparente, porosidad e infiltración	Colombia	Roncallo <i>et al.</i> , (2012)
Conversión de bosques a pastizales de gramíneas de 5 y 18 años de establecidos	Textura, densidad aparente	Venezuela	González-Pedraza & Dezzeo (2011; 2014a; b)
Bosque nativo, maíz, cacao, pasto y palma aceitera.	Densidad aparente, densidad real, conductividad hidráulica, porosidad	Ecuador	Novillo <i>et al.</i> , (2017)
Cultivo con vicia y diferentes sistemas de labranza.	Densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración, resistencia mecánica del suelo a la penetración	Argentina	Deagustini <i>et al.</i> , (2017)
Cultivo con <i>Morella pubescens</i> , arreglo de árboles dispersos, cultivo con <i>A. acuminata</i> , monocultivo de papa, pasto kikuyo y bosque secundario	Densidad aparente, porosidad, infiltración	Colombia	Molina <i>et al.</i> , (2017)
Uso convencional, silvopastoril y de regeneración natural	Textura, densidad aparente, resistencia mecánica del suelo a la penetración, humedad, permeabilidad e índice estructural	Colombia	Royero, (2019)
Trece unidades productivas con monocultivos de cultivos perennes y semipermanentes.	Densidad aparente, porosidad	Colombia	Saavedra-Mora <i>et al.</i> , (2019)
Trece años de secuencias agrícolas continuas de soja,	Densidad aparente, resistencia mecánica a la penetración, infiltración	Argentina	Barraco <i>et al.</i> , (2019)

<b>centeno, avena y raigrás</b>			
<b>Rotación de maíz, algodón y arroz</b>	Porosidad total, estabilidad de agregados, densidad aparente, densidad real, macro y microporosidad	Colombia	Contreras et al. (2020)

**Fuente:** Autores.

Otras propiedades físicas analizadas fueron la conductividad hidráulica, porosidad, permeabilidad, resistencia mecánica del suelo a la penetración y la velocidad de infiltración del agua, las cuales son considerados indicadores de calidad de los suelos ya que son sensibles a los cambios en el tipo de uso de los suelos.

En un estudio realizado Roncallo *et al.*, (2012) evaluaron la evolución de las características físicas del suelo comparando los estados iniciales y finales en un arreglo agrosilvopastoril con una especie maderable, una especie para consumo animal y un cultivo de yuca en rotación con *Panicum maximum* y *Clitoria ternatea*. De acuerdo con los datos reportados por Roncallo *et al.*, (2012), la densidad aparente no evidenció problemas de compactación, dado que es un suelo con textura franca (1,60 g cm<sup>-3</sup>). No obstante, en el tratamiento sin la presencia de yuca, se observó un deterioro en la densidad aparente del suelo en el rango de 0-20 cm, lo cual podría tener repercusiones en el desarrollo radicular y la hojarasca proveniente de las especies arbóreas, al carecer de la influencia del cultivo de yuca.

A pesar de que el cultivo de yuca exhibió variaciones en relación con esta propiedad, se mantuvo relativamente estable, probablemente debido a que se trató de la primera cosecha, lo que generó presión en

las raíces sobre el suelo y extracción en el momento de la cosecha.

En los monocultivos y en los arreglos con yuca y sin yuca, los valores de porosidad experimentaron mínimas variaciones, posiblemente atribuibles a la disminución de la densidad aparente, lo que implica un incremento en la porosidad. Los resultados obtenidos sugieren que las características del suelo no experimentan cambios significativos asociados al desarrollo del cultivo de yuca. Además, se observa que el pastoreo de animales en los arreglos silvopastoriles y monocultivos genera efectos adversos en las propiedades del suelo, con incrementos en la densidad aparente y reducciones en la porosidad e infiltración.

Molina *et al.*, (2017) evaluaron a nivel de campo, en la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño, municipio de Pasto, seis tratamientos, T1 sistema silvoagrícola bajo cultivo de callejones con laurel de cera (*Morella pubescens* (Humb & Bonpl) Wilbur), T2 sistema silvopastoril bajo un arreglo de árboles dispersos con aliso (*Alnus acuminata* Kunth), T3 sistema silvoagrícola bajo un arreglo de callejones con aliso (*Alnus acuminata*), T4 monocultivo de papa (*Solanum tuberosum* L), T5 pradera de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst.ex Chiov.) T6 bosque experimental Botana con 34 especies, con mayor importancia *M. pubescens*.

Molina *et al.*, (2017) llevaron a cabo una evaluación a nivel de campo en la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño, ubicada en el municipio de Pasto. Se estudiaron seis tratamientos distintos: entre ellos T1: método silvoagrícola con laurel de cera sembrado en los callejones; T2: arreglo silvopastoril con árboles de aliso dispersos; T3: método silvoagrícola con un arreglo de callejones con aliso ; T4: cultivo de papa; T5: pasto kikuyo y T6: bosque experimental con 34 especies.

Los resultados obtenidos por Molina *et al.*, (2017) evidenciaron una densidad aparente más alta en T1, T2 y T4, y a su vez que no hubo diferencias significativas para la infiltración, el T6 bosque, presentó los mayores promedios para cada una de las variables, probablemente debido a la cobertura arbórea permanente y a la no intervención humana. Los sistemas agroforestales analizados solo mostraron influencia en la velocidad de infiltración del agua en el suelo.

Royero (2019) evaluó el impacto de tres tipos de uso de la tierra: ganadería, silvopastoril y regeneración natural sobre algunas variables de los suelos en una zona del Atlántico colombiano. Se encontraron diferencias significativas en la textura del suelo entre los sistemas, con densidades aparentes oscilando entre  $1,2 \text{ g/cm}^3$  y  $1,4 \text{ g/cm}^3$ , sin diferencias estadísticas entre los tres sistemas. La resistencia a la penetración fue mayor en el sistema convencional de ganadería en comparación con el silvopastoril y de regeneración natural, mientras que la estabilidad estructural no presentó un comportamiento claro para diferenciar cada sistema.

Saavedra-Mora *et al.*, (2019) investigaron 13 unidades productivas en el centro de formación La Angostura, Huila, Colombia, durante dos periodos de lluvia en el año. Se realizaron muestreos de suelo hasta una profundidad de 60 cm en tres puntos clave y se analizaron diferentes variables de suelo. Los manejos agroecológicos mostraron valores bajos de Da en el sistema de cacao, similares a los de frutales y cacao o aguacate. En cambio, la unidad productiva de café presentó cierto grado de compactación, presumiblemente asociado al sistema radical del cultivo. Los autores concluyen que el manejo de la hojarasca puede contribuir a mejorar la calidad del suelo, afectando la Da y porosidad mediante cambios en el sistema radical de los cultivos.

Otro estudio reciente realizado por Contreras *et al.*, (2020) en un sistema productivo de maíz, algodón y arroz, en el valle del Sinú Colombia, se evaluaron diferentes parámetros de suelos. Los resultados arrojaron como valores elevados de Da, lo que ocasiona restricción y dificultad para el crecimiento de las raíces, baja porosidad del suelo, poca o nula infiltración de agua. Resultados similares fueron encontrados por Rodríguez *et al.*, (2020) en donde un aumento de la compactación disminuyó los espacios porosos impactando negativamente en el desarrollo de las raíces de las plantas.

En la Estación Experimental Tropical de Pichilingue, Provincia de Los Ríos Ecuador, Novillo *et al.*, (2017) evaluaron el efecto de cinco sistemas de uso del suelo: bosque primario, maíz, cacao, pasto guinea y palma aceitera, sobre variables de los suelos. En este estudio se encontró que el monocultivo restringió la movilidad del agua en el perfil del suelo, así mismo el cultivo de palma de

aceite negativamente la Da, la conductividad hidráulica y arcilla dispersa en agua.

Por otro lado, Deagustini *et al.*, (2017) investigaron el impacto de diversos sistemas de labranza a largo plazo en propiedades del suelo en la estación experimental INTA Balcarce, Argentina. El estudio, que incluyó la rotación de girasol, trigo y maíz, con la introducción previa de vicia como cultivo puente para el maíz, reveló que los valores de densidad aparente se mantuvieron por debajo de los niveles críticos. La estabilidad de agregados no presentó cambios significativos sobre ninguna de las interacciones y profundidades analizadas; sin embargo, a medida que se aumentó la agresividad con el tipo de labranza la velocidad de infiltración en el cultivo de vicia mostró diferencias lo que significa que mejoró el contenido hídrico del suelo.

En una investigación en el campo experimental Villegas (Drabble, Buenos Aires) Barraca *et al.* (2019) durante 9 campañas estudiaron la influencia de los cultivos de centeno, avena y raigrás y un cultivo control sin barbecho; sobre algunos parámetros físicos de los suelos. No se observaron cambios en la densidad aparente y el tamaño de agregados para las distintas profundidades, mientras que la distribución de agregados mostró diferencias significativas solo en la capa de 0-10 cm. La resistencia a la penetración y la infiltración presentaron variación; observándose mayores valores de infiltración en los suelos cultivados con avena, seguido de centeno y menores valores para el pasto raigrás. Se concluyó que los cultivos de avena y centeno mejoraron la condición física del suelo; sin embargo, se hace necesario más estudios futuros sobre la influencia de las raíces y la

calidad del material aportado por estos al suelo.

### 3.2 Influencia del Tipo de Manejo del Suelo Sobre las Propiedades Químicas.

La Tabla 2, exhibe una compilación de artículos y tesis que abordan el impacto de diversas prácticas agrícolas en variables químicas del suelo. Estos recursos, tanto nacionales como internacionales, fueron recopilados de la base de datos de la Universidad de Pamplona. La disposición se organiza por año de publicación, sistema de cultivo y/o uso del suelo, y propiedades estudiadas, clasificadas por país.

Se localizaron 8 trabajos en los cuales se analizaron el pH, la conductividad eléctrica, la materia orgánica del suelo (MO), nitrógeno total (NT), la capacidad de intercambio catiónico (CIC), bases cambiables como el calcio (Ca), potasio (K), magnesio (Mg), microelementos como el hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), Boro (B) y manganeso (Mn).

De acuerdo con los trabajos analizados se destacan el de Perera *et al.* (2014) en Sri Lanka, donde evaluaron el nivel de deterioro del suelo y la influencia de las prácticas de monocultivo de maíz sobre las características químicas, en dos sitios ya cosechados, maíz cultivado por primera vez y cultivo continuo durante 10 años. De acuerdo con los resultados, hubo una reducción de la materia orgánica, e incremento del pH pudiendo aludirse a la erosión y el poco crecimiento de las raíces de la planta; así mismo, una reducción de la conductividad eléctrica atribuyendo esta drástica caída a una menor disponibilidad de iones cargados en el suelo lo que concuerda con los resultados obtenidos de pH, dando

mayor seguridad a la poca disponibilidad de nutrientes debido a una menor tasa de descomposición. Por su parte, el carbono y la materia orgánica tuvieron reducción en un año lo que indica un deterioro del suelo. El mismo caso ocurrió con el N y el P presentando una reducción significativa de los contenidos tanto en un año como en 10 años.

En este contexto, Fernández *et al.*, (2016) estudió dos sistemas agroforestales un monocultivo de café sin sombra y con sombra, asociación de café-macadamia y aguacate y bosque, en el municipio de Huatascos Veracruz, México, Los resultados obtenidos mostraron, que el pH no tuvo similitud a diferentes profundidades, una baja saturación de bases produce acidez en el suelo, la CIC aumentó conforme a la profundidad del suelo en los cuatro sistemas, lo que podría deberse a la textura y al contenido de MO, en el estudio sobresalió bosque y sistema café tradicional para los contenidos de NT presentando valores de alto a muy alto; pero cuyos valores disminuyeron con la profundidad, caso contrario para el fósforo en donde en todos los sistemas fue bajo, el sistema más deficiente fue el monocultivo cuyos valores fueron bajos para las propiedades químicas evaluadas, y el mejor sistema para estas variables fue bosque, seguido por café tradicional y producción de café macadamia-aguacate.

Saavedra-Mora *et al.*, (2019) encontraron porcentajes de MO más altos en el sistema agroforestal asociado con especies frutales y cacao, el cual fue asociado a las entradas provenientes de la hojarasca, así mismo, se determinó que las interacciones pueden tener impacto positivo sobre las propiedades químicas.

Rodríguez *et al.*, (2020) en la granja Santa Inés de la Universidad técnica de Machala Ecuador en el que seleccionó cinco agroecosistemas en áreas productivas de banano, cultivos de ciclo corto (maíz y maní), pastos, cacao y bosque; a través de muestras de suelos recolectadas a profundidades de (0-15 y 15-30 cm) determinaron que los valores de pH y MO influyen en el tipo de sistema de producción, que es un factor que condiciona a la presencia o modificación de los valores, la CIC para el área de ciclo corto presentó valores bajos lo que indica baja fertilidad por el uso continuo e intensivo del suelo.

Por otra parte, Rodríguez *et al.*, (2016) analizaron la calidad del suelo para la producción de maíz bajo sistema agroforestal, monocultivo y árboles de olivo, en Texcoco, México, por más de 30 años, con el fin de comprobar la influencia del arreglo agrícola sobre la producción, determinaron que la densidad de los árboles incidió significativamente en las características estructurales del suelo, lo que pudo deberse a un mayor aporte de MO; tanto, en el SAF como el MC, sin embargo, las diferencias no son significativas ya que la presencia de árboles no incremento la concentración de nutrientes en el suelo.

Otra investigación, que buscó identificar el efecto del uso del suelo sobre las propiedades químicas, fue el realizado por Molina y Feijoo (2016) en Armenia, Quindío. Luego de seleccionar 32 fincas productoras de plátano con cuatro tipos de uso del suelo; asociación tradicional arbóreo, asociación café, monocultivo y asociación frutales, para lo cual se determinó que las características químicas del suelo de cultivos de plátano variaron significativamente con respecto al

uso del suelo pH, % N, % MO, Ca y Mn presentando diferencias significativas en los cuatro usos del suelo evaluados, sin

embargo, los cationes K, Ca, Mg y el P no presentaron variación.

**Tabla 2.** Influencia de diferentes prácticas agrícolas sobre variables químicas del suelo

Práctica agrícola	Parámetro de suelo evaluado	País	Autor y año de publicación
Conversión de bosques a pastizales de gramíneas de 5 y 18 años de establecidos	pH, conductividad eléctrica, carbono orgánico total, hidrosoluble, nitrógeno total, nitrógeno disponible, cationes	Venezuela	González-Pedraza & Dezzeo (2011; 2014a; b)
Maíz	pH, conductividad, Capacidad de intercambio catiónico, carbono orgánico, N y contenido de P	Sri Lanka	Perera (2014)
Bosque natural, agroforestal y monocultivo.	MO, NT, Bases intercambiables, microelementos, pH, y Capacidad de Intercambio catiónico	México	Fernández <i>et al.</i> , (2016)
Pasto, banano, cacao y bosque	pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, CIC	Ecuador	Rodríguez <i>et al.</i> , (2020)
Agroforestal y monocultivo	pH, MO, P, K, amonio, $\text{NO}_3^-$ , N, CIC	México	Rodríguez <i>et al.</i> , (2016)
Cultivo con <i>Morella pubescens</i> , arreglo de árboles dispersos, cultivo con <i>A. acuminata</i> , monocultivo de papa, pasto kikuyo y bosque secundario	pH, N, MO, K, C, Mg, P, Fe, Cu, Zn, Mn, B	Colombia	Molina <i>et al.</i> , (2017)
Maíz, boniato, yuca, tomate, plátano, papayo, frijol y ají pimienta en rotación durante 20 años	MO, pH, Ca, Mg	Cuba	Martín <i>et al.</i> , (2018)
Milpa con árboles frutales, cultivo tradicional y labranza conservacionista.	N, P, K, $\text{CO}_2$ , MO	México	Arriaga <i>et al.</i> , (2019)
Trece unidades productivas con monocultivos de cultivos perennes y semipermanentes	pH, CE, MO	Colombia	Saavedra-Mora <i>et al.</i> , (2019)
Monocultivo de tabaco, rotación con gramíneas y abonos verdes	pH, CE, NT, COT	Argentina	Colque <i>et al.</i> , (2021)

Fuente: Autores.

Otra investigación, que buscó identificar el efecto del uso del suelo sobre las propiedades químicas, fue el realizado por Molina y Feijoo (2016) en Armenia, Quindío. Luego de seleccionar 32 fincas productoras

de plátano con cuatro tipos de uso del suelo; asociación tradicional arbóreo, asociación café, monocultivo y asociación frutales, para lo cual se determinó que las características químicas del suelo de cultivos de plátano variaron significativamente con respecto al

uso del suelo pH, % N, % MO, Ca y Mn presentando diferencias significativas en los cuatro usos del suelo evaluados, sin embargo, los cationes K, Ca, Mg y el P no presentaron variación.

Otro estudio reciente sobre la evaluación de las propiedades químicas fue el realizado por Martín *et al.*, (2018) en Cuba, donde se identificó en un área de 22 hectáreas, 18 de ellas dedicadas a la siembra de cultivos varios, como maíz, boniato, yuca, tomate, platano, papayo, frijol y ají pimiento, en sucesión constante, donde se evaluó las propiedades del suelo como pH, MO, P asimilable, cationes intercambiables, K, Ca/Mg, capacidad de intercambio catiónico (CIC); se determinó que el uso intensivo del suelo incrementó los valores de pH lo cual se relaciona con los factores antrópicos, así mismo, prácticas agroecológicas como la incorporación de restos de cosecha contribuyen al aumento de la MO, mientras que el monocultivo condujo a valores bajos en todos los parámetros químicos evaluados.

Por su parte Arriaga *et al.*, (2020) evaluaron las propiedades químicas de los suelos en el area experimental INIFAP ubicada en Tuxtla México, en un sistema de milpa intercalada con árboles frutales (MIAF), cultivo tradicional (LT) y labranza conservacionista (LC). Los resultados demostraron mayores contenidos MO en el sistema MIAF con respecto al cultivo tradicional. Estos resultados fueron atribuidos a una mayor retención de sedimentos, por encontrarse intercalados en bandas de cultivos, además de minimizar la pérdida de restos de cosecha contribuyendo a acumulación de hojarasca, mismo caso, para el NT, siendo una reserva importante en el suelo, comparado con LT, LC. Probablemente la

MO en forma de humus conduzca a una menor actividad del aluminio (Al) o, su reacción con fosfatos conlleve a una modificación del pH hacia valores menos ácidos en el suelo. Este cambio pH resulta propicio para el desarrollo de especies como el maíz y el frijol. En consecuencia, se puede inferir que las propiedades químicas del suelo en el MIAF presentan condiciones más favorables para el desarrollo de los cultivos.

Para concluir Colque *et al.*, (2021) realizó un estudio que consistió en evaluar en un suelo del Valle de los Pericos, Valles Templados, Provincia de Jujuy, el efecto sobre distintos parámetros edáficos por la implementación de diferentes sistemas de manejo del cultivo de tabaco bajo labranza convencional y riego: monocultivo, rotación con gramíneas e incorporación de abonos verdes, contrastando a su vez los resultados con testigo sin disturbar, en el cual determinaron las propiedades químicas como pH, CE, NT, PE, COT, COPG, COPF, COA, concluyendo que hubo un efecto significativo de la rotación con gramíneas y/o incorporación de abonos verdes respecto al monocultivo.

Para concluir, Colque *et al.*, (2021) llevaron a cabo un estudio en la Provincia de Jujuy, Argentina con el propósito de evaluar el impacto de del monocultivo de tabaco, la rotación con gramíneas y la incorporación de abonos verdes sobre variables químicas de los suelos. Se concluyó que la rotación con gramíneas y/o la incorporación de abonos verdes ejercieron un efecto significativo sobre las propiedades químicas evaluados en comparación con el monocultivo.

#### 4. CONCLUSIONES

Los monocultivos con uso continuo e intensivo del suelo, aceleran el deterioro de

los suelos, en comparación con diferentes sistemas más diversos; si bien, es cierto que la influencia de los sistemas de cultivo afectan de manera significativa las propiedades fisicoquímicas del suelo no son únicamente atribuibles a este hecho ya que existen muchos aspectos que influyen en la calidad de estos, como los procesos de formación, procesos pedogenéticos, propiedades y rasgos.

Según los estudios analizados para los distintos tipos de sistemas agrícolas, la alta variabilidad espacial de las características de los suelos dificulta determinar en muchos casos la existencia de la influencia del manejo; no obstante, si existe de forma general una relación entre los tipos de manejos y la conservación de estas propiedades.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardisana, E., Gaínza, B., & Torres, A. (2018). Agricultura en sudamérica: la huella ecológica y el futuro de la producción agrícola. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades* (5), 90-101. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5717/571763394006/571763394006.pdf>
- Arriaga, A., Martínez, M., Rubiños, J., Fernández, D., Delgadillo, J. & Vázquez, A. (2020). Propiedades químicas y biológicas de los suelos en milpa intercalada con árboles frutales. *Terra Latinoamericana*, 38(3), 465-477. doi:DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.599>
- Arriaga, A., Martínez, M., Rubiños, J., Fernández, D., Delgadillo, J., y Vázquez, A. (2019). Propiedades químicas y biológicas de los suelos en milpa intercalada con árboles frutales. *Terra Latinoamericana*, 38(3). <http://terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/599>
- Báez, A., Agustin, L., Lucila, G., Cesar, R., & Bautista, A. (2017). Efecto de las prácticas de agricultura de conservación en algunas propiedades químicas de los Vertisoles. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(4), 759-772. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263152088001>.
- Barraco, M., Álvarez, C., Girón, P., Miranda, W., Ramo, M. y Martín, H. (2018). Impacto de 13 años de secuencias agrícolas continuas en algunas propiedades de suelo. *Revista Memoria técnica* [https://inta.gov.ar/sites/default/files/impacto\\_de\\_13\\_anos\\_de\\_secuencias\\_agricolas\\_continuas\\_en\\_algunas\\_propiedades\\_de\\_suelo.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/impacto_de_13_anos_de_secuencias_agricolas_continuas_en_algunas_propiedades_de_suelo.pdf)
- Buelvas J. M. (2021). Importancia de los factores climáticos en el cultivo de arroz. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 6(1), 28-34. Recuperado a partir de <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsview/einves/index.php/rcyta/article/view/1080>
- Buelvas, M., González-Pedraza, A. F. (2022). Caracterización química de suelos cultivados con arroz en el municipio de Majagual, subregión de La Mojana, Sucre, Colombia. *INGECUC*, 18(2). <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/3979>
- Cabascango, A. & Parra, S. (2019). "Evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo en áreas

- con cultivos transitorios de la Parroquia Pimampiro, Provincia Imbaura" Tesis de pregrado. Ibarra, Ecuador.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9823>
- Castellanos, L., Martínez, G., Castro, M., & Villamizar, C. (2019a). Alternativas para el control de la hernia de las crucíferas en coliflor en el municipio Mutiscua, provincia de Pamplona, Norte de Santander. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 4(2), 75-81.  
<https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/1014/112446>
- Castellanos G. L., Fuentes, Y. Y., & Mondragón, Y. D. (2019b). Comparación de la eficacia de tres antagonistas comerciales para el control de Plasmodiophora brassicae Wororin en condiciones de laboratorio. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 4(1), 22-28.  
<https://doi.org/10.24054/cyta.v4i1.903>
- Contreras-Santos, J. L., Martínez-Atencia, J., Cadena-Torres, J., Novoa-Yanez, R.-S. & Tamara-Morelos, R. (2020). Una evaluación de las propiedades fisicoquímicas de suelo en sistema productivo de maíz - algodón y arroz en el Valle del Sinú en Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(2).  
<https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1375>
- Colque, R., Romaniuk, R., Arias, P., & Castiglioni, M. (2021). Rotación de cultivos en la producción de tabaco efecto sobre algunas propiedades edáficas. *Ciencia Suelo*, 1(39), 127-143. Obtenido de <http://www.suelos.org.ar/publicaciones/Volumen39n1/9-657-Texto.pdf>
- Cortes, E. & Acevedo, Á. (2019). Efectividad de cuatro prácticas agroecológicas de conservación de suelos, frente a procesos erosivos hídricos en Guasca – Cundinamarca. *Revista La Sallista de Investigación*, 16(1). doi:<https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a11>
- Cotler, H., Martínez, M. & Etchevers, J. (2016). Carbono orgánico en suelos agrícolas de México: Investigación y políticas públicas. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 125-138. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57344471009>
- Deagustini, C., Domínguez, G., Agostini, MA., Studdert, G. & Tourn, S. (2017) Vicia como cultivo puente y sistema de labranza: efecto sobre propiedades físicas del suelo. *Revista Ciencia del Suelo*, 35(2), 325-335.  
<http://www.suelos.org.ar/publicaciones/volumen3522017/325-336%20p%C3%A1gs%20CS%20489%20Deagustini%20etal%20nov%2027.pdf>
- Fernández, P. R., Acevedo, D. C., Villanueva, A. & Miguel, U. (2016). "Estado de los elementos químicos esenciales en suelos de los sistemas natural, agroforestal y monocultivo". *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(35), 65-77.
- Flores, Y. E., Romero, A. J., Torres, A. M., Briceño, F. A. & García, A. J. (2021). Efecto de abonos biológicos y fertilizantes químicos en el cultivo de maíz, FLASA Cojedes Venezuela. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 6(1), 21-27. Recuperado a partir de

- <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsview/index.php/rcyta/article/view/1079>
- González, R. A., Alvares, E. Y. & Castañeda, D. A. (2018). Evaluación de la calidad química del suelo en agroecosistemas cacaoteros de la subregión del Nordeste y Urabá Antioqueño. *Revista colombiana de investigaciones agroindustriales*, 5(1), 41-52. doi:doi:http://dx.doi.org/10.23850/24220582.730
- González-Pedraza, A. & Dezzeo, N. (2011). Efecto del cambio de uso de la tierra sobre las características de algunos suelos en los Llanos Occidentales de Venezuela. *INTERCIENCIA*, 36(2), 135-141. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/135-c-GONZALEZ-7.pdf>
- González-Pedraza Ana F. & N. Dezzeo. (2014a). *Changes in the labile and recalcitrant organic matter fractions due to transformation of semi-deciduous dry tropical forest to pasture in the Western Llanos, Venezuela*. In: F. E. Greer (Ed.); *Dry Forests: Ecology, Species Diversity and Sustainable Management*. Nova Science Publishers, Inc. New York, Chapter 4, 105-132. [https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=50331](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=50331)
- González-Pedraza A. F. & Dezzeo, N. (2014b). Effects of Land Use Change and Seasonality of Precipitation on Soil Nitrogen in a Dry Tropical Forest Area in the Western Llanos of Venezuela. *The Scientific World Journal. Special issue: "Impacts of Land Use Changes on Soil Properties and Processes" Volume 2014* (2014), Article ID 514204, 11 pages. 1537-744X (Electronic) 2356-6140 (Print) 1537-744X (Linking) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25610907>
- González-Pedraza, A. F. & Dezzeo, N. (2020). Vertical distribution, nutrient content and seasonal changes of fine root mass in a semi-deciduous tropical dry forest and in two adjacent pastures in the western Llanos of Venezuela. *Tropical Grassland*. 8(2), 93-104. DOI: [https://doi.org/10.17138/tgft\(8\)93-104](https://doi.org/10.17138/tgft(8)93-104)
- González-Pedraza, A., Atencio-Pulgar, J. & García, B. (2011). Efecto del cultivo de palma aceitera y pastizales sobre algunas propiedades de los suelos. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia*. 28(1), 478-491. [http://revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento\\_diciembre\\_2011/v28supl1a\\_2011pa\\_478.pdf](http://revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_diciembre_2011/v28supl1a_2011pa_478.pdf)
- González-Pedraza, A. F., Chiquillo B. Y. A., & Escalante, J. C. (2022). Salinización de suelos en áreas agrícolas de la región Caribe y estrategias agroecológicas de recuperación. *Revisión. Inge Cuc*, 18(1), 14-26. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.18.1.2022.02>
- Granados-Ferrer, E. A., & Giraldo-Vanegas, H. (2020). Alternativas biológicas para el manejo de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolny), como contribución a la producción limpia de la papa, en Suramérica. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5(2), 79-82. <https://doi.org/10.24054/cyta.v5i2.8>

- Jiménez-Jiménez, R. A., Rendón-Rendón, M. C., Chávez-Pérez, L. M. & Soler Fonseca, D. M. (2019). La polarización de los sistemas de producción pecuaria en México. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 4(1), 31-39. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/981/1118>
- Latorre A. C. A., & Villamizar Q. C. (2019). Evaluación del efecto de la fertilización en el rendimiento de cuatro clones promisorios de papa criolla (*Solanum phureja* Juz. et. Buk) en Mutiscua, Norte de Santander. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 4(1), 3-9. Recuperado a partir de <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsvc/einves/index.php/rcyta/article/view/1072>
- Madrigal, S., Acevedo, D. C., Hernández, E. & Romo, J. L. (2019). Influencia de la cobertura, pendiente y profundidad, sobre el carbono y nitrógeno del suelo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(51), 201-223. doi:<https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i51.113>
- Martín, G., Rivera, R., Fundora, L., Cabrera, A., Martín, N. & Alonso, C. (2018). Evolución de algunas propiedades químicas de un suelo después de 20 años de explotación agrícola. *Cultivos tropicales*, 39(4), 21-26. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362018000400003&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000400003&lng=es&tlng=es).
- Molina, D., Moreno, A. & Navia, J. (2017). Evaluación de propiedades fisicoquímicas en diferentes usos y manejos de suelo, región Altoandina de Pasto. Tesis Universidad de Nariño, Pasto. <http://sired.udenar.edu.co/id/eprint/5974>
- Novillo, I., Carrillo, M., Cargua, J., Moreira, V., Albán, K. y Morales, F. (2018). Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Revista Temas Agrarios*, 23(2), 177-187. <https://doi.org/10.21897/rta.v23i2.1301>.
- Orellana, R., Orellana, E. C. & Méndez, R. (2020). Calidad del agroecosistema de producción de cacao (*Theobroma cacao* L) en la finca Los Lirios municipio Sucre estado Portuguesa Venezuela. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5(1), 3-8. Recuperado a partir de <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsvc/einves/index.php/rcyta/article/view/786>
- Rodríguez, A., Acevedo, D., Álvarez, E. & Uribe, M. (2016). Indicadores de calidad de un suelo para la producción de maíz bajo sistemas agroforestal y monocultivo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7, 3263-3275. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2631/263146726009>
- Rodríguez, D. I., Pérez Iglesias, H. I., García B. R. M. & Quezada M. A. J. (2020). Efecto del manejo agrícola en propiedades físicas y químicas del suelo en diferentes agroecosistemas. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(5), 389-398.
- Roncillo, B., Murillo, J., Bonilla, R. & Barros, J. (2012) Evolución de las propiedades del suelo en un arreglo agrosilvopastoril basado en Ceiba

- roja (*Pachira quinata* (Jacq.) W.S Alverson). *Revista Corpoica- Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(2), 167-178.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624586>
- Roncallo, B., Murillo, J., Bonilla, R. & Barros, J. (2012) Evolución de las propiedades del suelo en un arreglo agrosilvopastoril basado en Ceiba roja (*Pachira quinata* (Jacq.) W.S Alverson). *Revista Corpoica- Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(2), 167-178  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624586>
- Royero, S. (2019). Macrofauna edáfica y características físicas y químicas del suelo en áreas con diferentes sistemas de manejo en el departamento del Atlántico, Colombia. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia. <http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/bitstream/handle/654321/4244/8%20PROPIEDADES%20FISICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saavedra-Mora, D., Murcia, V., Machado, L., Sánchez, J., Estrada, Luis. & Ordoñez, C. (2019) Propiedades físicas y químicas de suelos y su relación con sus sistemas de producción en el municipio Campo Alegre, Departamento del Huila, Colombia. *Revista Bioagro*, 31(2), 151-158  
<http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/bitstream/handle/654321/4244/8%20PROPIEDADES%20FISICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Santiago, B. E., Martínez, M. R., Rubio, E., Vaquera, H. & Sánchez, J. (2018). Variabilidad espacial de las propiedades físicas y químicas del suelo en un sistema lama-bordo en la Mixteca Alta de Oaxaca, México". *Agricultura sociedad y desarrollo*, 15(2), 275-278. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-54722018000200275&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722018000200275&lng=es&tlng=es).
- Villanueva, G., Martínez, P., Ramírez, L., Casanova, F. y Jarquín, A. (2014). Influence of livestock systems with live fences of *Gliricidia sepium* on several soil properties in Tabasco, México. *Ciencia e Investigación Agraria*, 41(2), 175-186. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5316091>
- Yañes, M. I., Cantu, I. & González, H. (2018). Efecto del cambio de uso del suelo en las propiedades químicas de un vertisol. *Terra Latinoamericana*, 36(4), 369-379. doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v36i4.349>.