

DOI: <https://doi.org/10.56124/allpa.v8i16.0117>

Características de los suelos con manejo de cultivos de rotación y bosque protector

Characteristics of soils with rotating crop management and protective forest

Leal-Cevallos Carlos Orley ¹; Carbo-Ibarra Jonathan Vidal ²; Valarezo-Beltrón Carlos Oswaldo ³;
Reyna-Bowen José Lizardo ⁴

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ESPAM MFL. Calceta, Ecuador. Correo: carlos.leal@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-9680-2672>.

² Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ESPAM MFL. Calceta, Ecuador. Correo: jonathan.carbo@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-9283-2326>.

³ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ESPAM MFL. Calceta, Ecuador. Correo: cvalarezo@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6476-139X>.

⁴ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ESPAM MFL. Calceta, Ecuador. Correo: jlreyna@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0352-4005>.

Resumen

El estudio analiza las características físicas y químicas del suelo en un bosque protector y un cultivo de rotación (maíz), con el objetivo de evaluar su impacto en la calidad del suelo y su sostenibilidad. Se realizó en el Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo Agropecuario (CIIDEA) de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López" (ESPAM MFL), en el cantón Bolívar, Ecuador. La metodología incluyó el análisis de 120 muestras de suelo a diferentes profundidades (0-5, 5-10, 10-20 y 20-30 cm). Se evaluaron variables como humedad, densidad aparente, densidad real, pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica y textura del suelo. Los resultados registraron que la humedad no varió significativamente entre ambos sistemas, es decir la cobertura vegetal no siempre garantiza una mayor retención de humedad. La densidad aparente del bosque protector presentó diferencias entre de bajo las plantas y calles, con valores de 1.35 g/cm³ y 1.39 g/cm³, reflejando compactación. El cultivo de rotación y la densidad aparente se mantuvieron, con una media de 1.38 g/cm³. La comparación entre la textura y la materia orgánica mostró mayor variabilidad en el bosque protector, con texturas arcillosas hasta arenosas y un contenido de materia orgánica entre 0.27% y 2.04%. Concluyendo, el cultivo de rotación presentó un mejor contenido de materia orgánica, en este sentido, las prácticas agrícolas sostenibles pueden mejorar la estructura del suelo. También reducir la compactación y aumentando la materia orgánica, es la clave para su conservación del suelo y su adaptación a cambios ambientales.

Palabras clave: Calidad del suelo, Rotación de cultivos, Bosque protector, Manejo agrícola.

Abstract

The study analyzes the physical and chemical characteristics of the soil in a protective forest and a rotation crop (corn), with the aim of evaluating their impact on soil quality and sustainability. It was carried out at the Center for Agricultural Research, Innovation and Development (CIIDEA) of the Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López" (ESPAM MFL), in the Bolívar canton, Ecuador. The methodology included the analysis of 120 soil samples at different depths (0-5, 5-10, 10-20 and 20-30 cm). Variables such as humidity, apparent density, real density, pH, electrical conductivity, organic matter content and soil texture were evaluated. The results showed that humidity did not vary significantly between both systems, indicating that plant cover does not always guarantee greater moisture retention.

The bulk density of the protective forest showed differences between under plants and streets, with values of 1.35 g/cm³ and 1.39 g/cm³, reflecting compaction. In the rotation crop, the bulk density remained the same, with an average of 1.38 g/cm³. The comparison between texture and organic matter showed greater variability in the protective forest, with clayey to sandy textures and an organic matter content between 0.27% and 2.04%. In conclusion, the rotation crop presented a better organic matter content, suggesting that sustainable agricultural practices can improve soil structure. Also reducing compaction and increasing organic matter is the key to soil conservation and adaptation to environmental changes.

Keywords: Soil quality, Crop rotation, Protective Forest, Agricultural management.

1. Introducción

La calidad del suelo es un factor imprescindible para el bienestar del ecosistema, la sostenibilidad en la agricultura, la salud de las plantas, los animales y los seres humanos (Burbano Orjuela, 2017).

El cambio de uso de suelo al pasar de los años se convirtió en una práctica indispensable en la gestión de territorios debido al impacto que produce al medio ambiente y a las condiciones de vida en las comunidades (Sahagún & Reyes, 2018). En los suelos agrícolas se llevan a cabo diversas prácticas destinadas a mejorar sus condiciones, como es el caso de la agricultura ecológica y los clareos, sin embargo, también existen malas prácticas como la tala indiscriminada de árboles y la agricultura convencional extensiva, que deterioran las propiedades del suelo (Descloz et al., 2022).

Los suelos destinados a cultivos de rotación, debido a su manejo constante, pueden influir en la calidad física y química del suelo, además este tipo de prácticas puede presentar un efecto negativo sobre la erosión, debido a que las alteraciones en la cobertura vegetal reducen la protección del suelo frente a los agentes erosivos (Marwa et al., 2022).

En este sentido, los bosques son los principales productores de materia orgánica, porque protegen al suelo contra la pérdida de nutrientes, y la erosión (Aguirre, 2018). Debido a que, funcionan como reservorios de carbono, almacenando grandes cantidades de este gas en forma de materia orgánica, esto no solo ayuda a mitigar el cambio climático, sino que mejora también la calidad del suelo (Nóvoa et al., 2022).

El cambio de uso de suelo (CUS) en exceso afecta a las propiedades del suelo

como la capacidad de intercambio catiónico, la estructura, la infiltración, la porosidad y la densidad aparente (Serrano et al., 2015). En este sentido, análisis de suelo es imprescindible para la toma de decisiones correctivas y el mejoramiento de las buenas prácticas agrícolas contribuyendo a la sostenibilidad del suelo y su salud del ecosistema (De Agronomía et al., 2024). Por lo que el objetivo de esta investigación es determinar las características físicas y químicas de

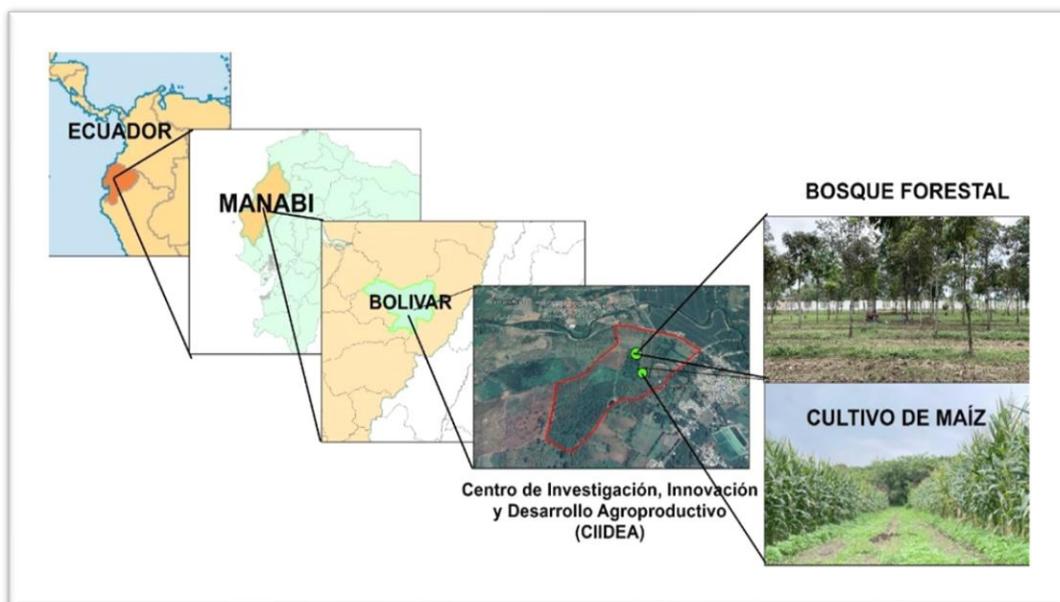
suelos desde un cultivo de rotación a un bosque protector.

2. Metodología (materiales y métodos)

2.1. Área de estudio.

La investigación se efectuó en el área de centro de investigación, innovación y desarrollo agropecuario (CIIDEA), ubicada en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López" (ESPAM MFL) localizada en el cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador (Figura 1).

Figura 1: Ubicación de ciidea **Fuente:** autores.



2.2 Levantamiento de suelo y preparación de muestra.

Para determinar la cantidad de carbono almacenada en el suelo, la investigación

se desarrolló en dos tipos suelo, suelo A y B. El área A corresponde a un cultivo forestal con una densidad de siembra de 5m x 5m, compuesto por cuatro especies: guayacán, guachapelí, ébano y

caoba, establecidas en mayo del 2015. En el área B está sembrado un cultivo de ciclo rotativo (maíz) el cual tiene 120 días de longevidad, tiene una siembra de 0.80 cm x 0.20 cm, estando en 1ha de sembrío, cabe mencionar que en esta área también se cultivaron zapallo y pasto (Vélez et al., 2021).

Para la determinación de las propiedades del suelo se realizaron dos calicatas una en cada área de estudio, las cuales fueron de 1,5 m de profundidad, donde se obtuvo el horizonte, la textura,

estructura a través del manual de la ESPAM MFL (Vera et al., 2017).

Para la obtención de muestras se ubicó 30 mini calicatas entre el área A y B, se realizarán 20 mini calicatas en el área A se las tomó bajo la planta y calle pasando cada dos árboles. En la B se ubicó 10 mini calicatas al azar en esta área se realizó menos mini calicatas, debido al que terreno no es tan amplio. Cada mini calicata tuvo cuatro profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30(cm). Se obtuvo un total de 120 muestras (Tabla 1).

Tabla1: Distribución de muestras. **Fuente:** autores.

Áreas de estudio	Mini calicatas		Profundidades	Total
	Debajo de la planta	Calle		
Suelo con cultivo forestal	10	10	0-5, 5-10, 10-20, 20-30	80
Suelo con cultivo de rotación (Maíz)	10		0-5, 5-10, 10-20, 20-30	40
Total	30			120

2.3 Procedimiento de laboratorio.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de agua, suelo y planta de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López" (ESPAM MFL), perteneciente al sitio El Limón, cantón Bolívar con

coordenadas de 0°49'8.12"S Latitud Sur y 80°10'53.08"O Longitud Oeste.

2.4 Densidad aparente.

Se obtuvo a través del método de la probeta, en el cual se utilizó la Balanza analítica, y una probeta de 100 ml, luego

se pesó la probeta vacía (P1), luego se agregó la muestra hasta la marca de 100 ml de la probeta, seguido se pesó la probeta con la muestra (P2), luego se golpeó la probeta 5 veces sobre la palma de la mano, se anotó el volumen (V). se obtendrá a través de la siguiente formula (1).

$$1. D. A = \frac{P2-P1}{V}$$

2.4 Humedad.

Se utilizó el analizador de humedad BOECO BMA 150, en el cual se agregó 25g de suelo a una temperatura de 105 °C durante 10 minutos, así se obtuvo el porcentaje de humedad del suelo.

2.5 Densidad real.

Se determino la densidad real, pesando un matraz vacío anotando el peso (W), se colocó 20g de suelo en el matraz, pesar nuevamente (W2), se agregó 40 ml de agua se agito durante 5 minutos dando un movimiento suave para desalojar el aire del matraz, luego agregar agua hasta aforar y pesar nuevamente (W3), seguido se tirará el contenido del matraz se enjuagará y luego aforar el matraz con agua y pesar nuevamente (W4). Se utilizará la siguiente formula (2).

$$2. D. R = \frac{W2-W1}{(W4-W1)-(W3-W2)}$$

2.6 Análisis estadístico.

El análisis estadístico se realizó en el software estadístico InfoStat donde se realizó las medidas utilizando la prueba de Tukey que se usó con el ANOVA.

3. Resultados y discusión

Tabla 2: Descripción del perfil del suelo y sus propiedades. **Fuente:** autores.

Área	Horizonte	Profundidad (m)	pH	Conductividad (uS)	Mo (%)	Da gr/cm3	Dr gr/cm3	Humedad (%)	Textura (%)		
									Arcilla	Limo	Arena
Bosque	A	0-30	6.27	135.5	2.04	0.89	2.08	32	40.8	25.6	33.6
	B	34-50	6.45	13.8	0.95	1.24	2.89	22	8	39.2	52.8
	Cs	50-150	6.67	116.9	0.27	1.38	2.27	8.18	24	3.2	72.8
Cultivo de rotación	A	0-20	6.42	180.9	2.27	1.03	2.07	43	64	28	8
	B	20-95	6.53	186.6	1.12	1.02	2.04	45	39.2	23.2	37.6
	IIA	95-150	6.87	171.4	1.63	1.32	2.23	6.12	32	30.4	37.6

Nota: pH corresponde al potencial de hidrogeno del suelo; la conductividad se expresa en micro siemens (uS); MO indica el porcentaje de materia orgánica; Da significa densidad aparente expresada en gramos por centímetros cúbicos (gr/cm³); Dr corresponde a la densidad real también en (gr/cm³); la humedad representa el porcentaje de agua en el suelo; y la textura está conformada por los porcentajes de arcilla, limo y arena. Los horizontes del suelo se identificaron como A, B, Cs e IIA, de acuerdo con la clasificación realizada en el perfil edáfico durante el estudio.

Tabla 3: Comparación de la humedad (%). **Fuente:** autores.

Profundidad (cm)	BOSQUE PROTECTOR		CULTIVO DE ROTACIÓN	
	Bajo planta		Calle	Cultivo de maíz
	n	media	media	media
0-5	10	6,27±0,23	6,52 ±0,32	5,99 ±0,31
5-10	10	6,22± 0,23	5,72 ±0,32	6,58 ±0,31
10-20	10	5,91 ±0,23	6,03 ±0,32	6,26 ±0,31
20-30	10	6,31 ±0,23	5,71 ±0,32	6,12 ±0,31

Los análisis de humedad no mostraron diferencias significativas entre las áreas evaluadas. En el bosque, la mayor humedad se registró en la calle a una profundidad de 0-5 cm, con una media de 6,52% mientras que bajo la planta se observó la mayor media en la profundidad de 20-30 cm, con un valor de 6,31%, en el cultivo de maíz, la humedad promedio fue mayor, alcanzando un 6,26%, en este sentido, no se evidencian diferencias estadísticamente significativas en el contenido de humedad del suelo (tabla 3).

Los niveles de humedad se mantuvieron constantes entre las diferentes ubicaciones evaluadas. Estos resultados difieren de los encontrados Yaguache (2022), en su estudio sobre la humedad y el almacenamiento de agua en el suelo en cuatro tipos de cobertura vegetal, donde se señala que los bosques presentan una mayor capacidad para retener la humedad en el suelo.

Tabla 4: Comparación de la Densidad aparente. **Fuente:** autores.

Profundidad (cm)	n	BOSQUE PROTECTOR		CULTIVO DE ROTACIÓN
		Bajo planta	Calle	Cultivo de maíz
		Media	Media	Media
0-5	10	1,35±0,03	1,39 ±0,02	1,38 ±0,01
5-10	10	1,35±0,03	1,39 ±0,02	1,38 ±0,01
10-20	10	1,35±0,03	1,39 ±0,02	1,38 ±0,01
20-30	10	1,35±0,03	1,39 ±0,02	1,38 ±0,01

Para la variable densidad aparente se presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la calle y debajo de la planta en el bosque protector, teniendo una diferencia de 3% entre ambos rangos, la calle tiene una media mayor de $1,39 \pm 0,02$, mientras bajo la planta con una media $1,35 \pm 0,03$. (Tabla 4). Según estudios realizados por Mendoza (2022), si los valores son altos, los suelos se mostrarán compactos, la filtración del agua es más lenta, esto podría causar encharcamientos, y si los valores son bajos indican suelos aireados, porosos y con buena filtración de agua.

Discusión.

Los resultados del estudio indican que no existen diferencias estadísticamente significativas en los niveles de humedad del suelo entre el bosque protector y el área de cultivo de rotación, con medias que oscilan entre el 6.27% y el 6.52%

(Cuadro 2). Esto contrasta con el criterio de Espinoza (2023), quien sostiene que los bosques tienden a tener una mayor capacidad de retención de humedad debido a su densa cobertura vegetal, minimizan la evaporación y maximizan la infiltración de agua, esto es atribuible a factores locales, como el tipo de suelo, la textura y la cantidad de materia orgánica, la precipitación y la gestión del uso del suelo, que pueden influir en la dinámica de la humedad de manera más notable que el tipo de cobertura vegetal por sí solo.

La tabla 1 muestra que en el bosque protector en relación a la textura del suelo varía desde arcillosa hasta arenosa, y que los niveles de materia orgánica fluctúan entre 0.27% y 2.04%. Según lo señalado por Morales y Quiroga (2022), los suelos con texturas más arenosas presentan menor capacidad de

retención de agua, esto neutraliza el efecto positivo de la cobertura vegetal sobre la humedad del suelo. Complementariamente, Bedoya y Julca (2021), encontraron que la materia orgánica es fundamental para mejorar la estructura del suelo y aumentar su capacidad de retención de agua, lo que explica por qué en este estudio no se observaron diferencias considerables en la humedad, pese a la mayor cobertura vegetal del bosque protector.

En línea con los hallazgos de Rodrigo et al. (2022), argumentan que las prácticas de manejo del suelo en áreas agrícolas, como el uso de cultivos de cobertura y la rotación de cultivos, mejoran la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua, equiparándose a veces a los niveles observados en áreas boscosas. Estudios como los de Núñez et al. (2021), evidenciaron que la acumulación de materia orgánica en el suelo, aumenta la capacidad de retención de humedad, mejora la estructura del suelo y aumenta la estabilidad de los agregados.

En este sentido, la rotación de cultivos y la incorporación de materia orgánica no solo mejoran la estructura del suelo, incrementa la actividad biológica, esto

aumenta la agregación del suelo y su capacidad para retener agua (Núñez et al., 2021). Según Yaguache (2022), esto ocurre por qué la humedad del suelo no difiere entre el área de cultivo de rotación y el bosque protector, debido a que las mejoras en la estructura del suelo derivadas de buenas prácticas agrícolas pueden contrarrestar la pérdida de humedad que normalmente se observa en suelos cultivados

En cuanto a la densidad aparente, se puede evidenciar diferencias significativas en el bosque protector entre la calle (1.39 g/cm^3) y debajo de la planta (1.35 g/cm^3) (Cuadro 3). Esta variación puede ser un indicativo de que existe compactación del suelo en áreas más transitadas, como lo discuten López (2020), quienes destacan que la compactación del suelo puede disminuir la porosidad y, por lo tanto, la infiltración de agua, lo que afecta la disponibilidad de agua para las plantas y la actividad biológica del suelo. La compactación aumenta la densidad aparente al reducir la porosidad del suelo, esto disminuye la infiltración de agua y la aireación, factores esenciales para el desarrollo radicular y la actividad microbiana, por ende es un indicador de que la presión

ejercida por el tránsito en la calle ha compactado el suelo, reduciendo su capacidad de sostener vida vegetal comparado con el suelo debajo de las plantas (Rasche et al., 2020).

En contraste, en el área de cultivo de rotación, los valores de densidad aparente son uniformes entre diferentes ubicaciones y profundidades, con una media de 1.38 g/cm^3 . Esto quiere decir que el manejo agrícola en estas áreas es eficaz para mantener una estructura suelta y porosa del suelo, favoreciendo la infiltración de agua y el crecimiento de raíces. Según López (2020), las prácticas agrícolas sostenibles, como la labranza mínima y la incorporación de materia orgánica, pueden reducir la compactación del suelo y mejorar su estructura física, contribuyendo a la conservación de la capacidad de retención de agua del suelo.

Esta uniformidad es el resultado de prácticas agrícolas que minimizan la compactación del suelo, como el uso de maquinaria adecuada y técnicas de labranza mínima (López et al., 2020). La labranza mínima reduce la perturbación del suelo, lo que mantiene la estructura del suelo más estable y previene la compactación, la densidad aparente

uniforme también indica un manejo exitoso del suelo, que promueve un ambiente favorable para el crecimiento de las raíces y la actividad microbiana en todas las áreas del cultivo (López, 2022).

Los resultados también concuerdan con las observaciones de Sánchez (2024), quienes señalan que la densidad aparente y la compactación del suelo son variables críticas para evaluar la sostenibilidad del uso del suelo, debido que influyen directamente en la capacidad de infiltración de agua y el desarrollo de las raíces. Estos datos resaltan la importancia de aplicar prácticas de manejo del suelo que eviten la compactación y promuevan una buena estructura del suelo, tanto en áreas forestales como agrícolas.

En síntesis, este análisis indica que, aunque las diferencias en la humedad del suelo no sean notables entre los diferentes sistemas de manejo, las variaciones en la densidad aparente y las propiedades del suelo, como la textura y el contenido de materia orgánica, pueden tener implicaciones importantes para la gestión del suelo. La adopción de prácticas de manejo sostenibles que mejoren la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua puede

ser clave para optimizar la función del suelo y su resiliencia frente al cambio climático, tal como han señalado los diversos autores que intervienen en este apartado.

4. Conclusiones

El análisis comparativo entre el suelo del bosque protector y el del cultivo de rotación manifiestan cambios significativos en las propiedades físicas y la gestión del agua en el suelo, aunque las diferencias en cuanto a la humedad no son relevantes entre ambos sistemas. En el bosque protector, los niveles de humedad fueron consistentes a distintas profundidades, con ligera variabilidad entre las áreas debajo de las plantas y las calles. Estos datos contrastan con estudios previos que aseguran que la capacidad de retención de humedad en estos bosques es debido a la alta densidad cobertura vegetal, no obstante, factores como la textura del suelo y la materia orgánica moderan este efecto.

En cuanto al área de cultivo de rotación, se observó una mayor estabilidad en las mediciones de humedad a lo largo de las diferentes profundidades, esto podría estar asociado con prácticas agrícolas

sostenibles aplicadas en este tipo de manejo, como la rotación de cultivos y la incorporación de materia orgánica. Estos elementos permiten mejorar la estructura del suelo, promoviendo la infiltración de agua y favoreciendo un ambiente más adecuado para las raíces y la vida microbiana, en comparación con los suelos en áreas de tránsito intenso, como las calles dentro del bosque protector.

En cuanto a la densidad aparente, se encontró una ligera diferencia entre la calle y debajo de las plantas en el bosque protector, donde la compactación en las zonas de mayor tránsito redujo la porosidad del suelo, afectando su capacidad de infiltración de agua. Esta variabilidad destaca la importancia de los factores de presión y compactación, los cuales son imprescindibles para la función del suelo, especialmente en áreas transitadas. En el área de cultivo de rotación, la densidad aparente fue más uniforme, por ende, las prácticas agrícolas en estas áreas muestran ser eficaces para mantener la porosidad y evitar la compactación, contribuyendo a una estructura del suelo más factible para la infiltración y el crecimiento de las raíces.

En síntesis, aunque los suelos en ambos sistemas (bosque protector y cultivo de rotación) presentan características similares en términos de humedad, la densidad aparente y la textura del suelo indican que las prácticas de manejo agrícola sostenible pueden tener un impacto positivo en la estructura y la funcionalidad del suelo. La rotación de cultivos y la incorporación de materia orgánica en los suelos agrícolas contribuyen a mejorar la capacidad de retención de agua y reducir la compactación, lo que puede hacer que estos suelos sean más resilientes frente a los desafíos ambientales.

Bibliografía

- Aguirre, Z. (2018). Estimación del carbono acumulado en una parcela permanente de bosque andino en el parque universitario Francisco Vivar Castro, Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(3), 939–952.
<https://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25307>
- Bedoya, E. y Julca, A. (2021). Efecto de la materia orgánica en el cultivo de palto variedad Fuerte en Moquegua, Perú. *Idesia (Arica)*, 39(4).
<https://doi.org/10.4067/S0718-34292021000400111>
- Burbano Orjuela, H. (2017). La calidad y salud del suelo influyen sobre la naturaleza y la sociedad. *Tendencias*, 18(1), 118–126.
<https://doi.org/10.22267/rtend.171801.68>
- Descloz, R., Mataix, J. y García, M. (2022). Efectos del cambio de uso del suelo en la microbiota edáfica. Una Revisión Bibliográfica. 1–38.
<https://hdl.handle.net/11000/26131>
- Espinoza, A. (2023). Diagnóstico del uso de coberturas para controlar malezas en el cultivo de café provincia de Rioja, San Martín 2022. Universidad Nacional de San Martín.
<https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/5223/1/TESIS-Anthony%20Marko%20Espinoza%20Rengifo.pdf>
- López, J., Astroz, A. y Silva, A. (2020). Uso de la tierra y su influencia en la compactación del suelo en el oriente de Colombia. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 11(1), 34-53.
<https://doi.org/10.22579/22484817.462>
- López, R. (2020). Prevención de la compactación del suelo por operaciones agrícolas: una perspectiva geotécnica. Universitat Politècnica de València.
<http://hdl.handle.net/10251/151210>

- Marwa D, Sánchez, M., Rodríguez, M. S. y Marín, J. M. (2022). Impacto de la Temperatura y de Prácticas Agrícolas Sostenibles en la Degradación de Herbicidas. *Scap - Sociedad De Ciencias Agrarias De Portugal*, 45(4), 583–583. <https://doi.org/10.19084/rca.28699>
- Mendoza, L., Vera, V., Giler, J. y Simbaña, K. (2022). Características físicoquímicas de suelos de uso agrícola y forestal. Caso: San Pablo de Tarugo, Chone – Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 16(1), 334–341. <https://doi.org/10.53591/cna.v16i1.1599>
- Morales, N. y Quiroga, M. (2022). Capacidad de retención de agua en un suelo arenoso con adición de hojas de sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y pencas de tuna (*Opuntia ficus-indica* sp.) deshidratadas y su influencia en el desarrollo fisiológico de la acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*). *Cibum Scientia*, 1(1), 32-40. <https://doi.org/10.53287/midd3643bt25x>
- Nóvoa, J., Gómez, A., Calvo, N., Méndez, M., Parente, A., Fernández, D. y Alonso, F. (2022). Predicción de la densidad aparente en horizontes orgánicos de suelos de bosque dominados por *Quercus robur* en Galicia. *Diciembre*, 45(4), 731–735. <https://doi.org/10.19084/rca.28680>
- Nuñez, R., Orozco, G., Marceleño, S. y Nájera, O. (2021). La acumulación de materia orgánica mejora el suelo en un sistema agroforestal. *Abanico agroforestal*. <http://dx.doi.org/10.37114/abaaagrofore/2021.10>
- Rasche, J., Jandrey, E., Fatecha, D. y Leguizamón, C. (2020). Compactación del suelo y su efecto en el crecimiento vegetativo de soja, maíz y guandú. *Investigación Agraria*, 22(1). <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2020.junio.13-21>
- Rodrigo, J., Caballero, A., Salvati, L. y Senciales, J. (2022). Sostenibilidad de los cultivos subtropicales: claves para el manejo del suelo, el uso agrícola y la Ordenación del Territorio. *Revista de la Universidad de Granada*, 6(1), 150-167. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/22284>
- Sánchez, M. (2024). Índices de calidad del suelo en sistemas integrales de producción en el caserío Peregrino, distrito Daniel Alomía Robles – Tingo María. *Universidad Nacional Agraria de la Selva*. <https://repositorio.unas.edu.pe/i>

- tems/fcea5420-c6c3-46f5-ba5d-475ba1775615
- Sahagún, F. y Reyes, H. (2018). Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental, México. *CienciaUAT*, 12(2), 06. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v12i2.831>
- Serrano, J., Pacheco, L., Jiménez, A., Paredes, J. y Molina, M. (2015). Cambios En Las Reservas De Carbono Orgánico Del Suelo Bajo Diferentes Coberturas. *Cultivos Tropicales*, 36(4), 63–69. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193243175008.pdf>
- Vélez, M., Betancourt, C. y Mendoza, J. (2021). Evaluación de diferentes momentos de aplicación de insecticida Metomil 90% para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz. *Ciencia y Tecnología*, 14(2), 33–40. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i2.500>
- Vera, L., Mesías, F., Guzmán, Á. y Cedeño, Á. (2017). Manual para la cartografía de suelos y la descripción de perfiles de suelos (Issue January). https://www.researchgate.net/publication/330968626_MANUAL_PARA_LA_CARTOGRAFIA_DE_SUELOS_Y_LA_DESCRIPCION_DE_PERFILES_DE_SUELOS_Adaptado_a_las_caracteristicas_de_los_suelos_de_la_parte_centro_norte_de_Manabi
- Yaguache, L. (2022). Humedad y almacenamiento de agua en el suelo en cuatro tipos de cobertura vegetal. *Revista Ciencia y Tecnología*, 15(1), 19–24. <https://doi.org/10.18779/cyt.v15i1.539>