

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,
Volumen 9, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DEL SUELO EN EL TIGRE, CANTÓN PUERTO QUITO, ECUADOR

**SOIL CONSERVATION PRACTICES IN EL TIGRE, PUERTO
QUITO CANTON, ECUADOR**

Javier Eduardo Prado Suárez
Universidad Técnica de Machala

Salomon Barrezueta Unda
Universidad Técnica de Machala

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.18958

Prácticas de conservación del suelo en El Tigre, cantón Puerto Quito, Ecuador

Javier Eduardo Prado Suárez ¹

jprado4@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6882-6066>

Universidad Técnica de Machala

Ecuador

Salomon Barrezueta Unda

sabarrezueta@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4147-9284>

Universidad Técnica de Machala

Ecuador

RESUMEN

La agricultura sostenible se basa en prácticas locales que fortalezcan la conservación de los suelos. Este estudio tuvo como objetivo identificar técnicas de conservación implementadas por los agricultores en el sector El Tigre, cantón Puerto Quito, provincia de Pichincha (Ecuador). Se aplicó una metodología cuantitativa, de alcance descriptivo, mediante encuestas estructuradas dirigidas a 15 agricultores seleccionados aleatoriamente y análisis de suelo (pH y conductividad eléctrica) en 10 fincas, donde se recolectaron muestras compuestas según la norma NTC 5264. Los resultados muestran que la mayoría de los agricultores son propietarios de sus terrenos, lo que favorece la adopción de prácticas de conservación como el uso de abono orgánico, barbecho, poscosecha, labranza mínima y control manual de malezas. Se evidenció una preferencia por cultivos perennes, y una considerable presencia de lombrices, indicador de buena calidad edáfica. Finalmente, los resultados del análisis de suelo fueron pH de 5,34 y conductividad eléctrica 192 μ S. La mayoría de los encuestados manifestó tener conocimientos sobre técnicas de conservación del suelo, atribuible a procesos de capacitación y seguimientos continuos liderados por asociaciones locales.

Palabras claves: conservación del suelo, prácticas agrícolas, erosión, agricultura sostenible

Artículo recibido 06 julio 2025

Aceptado para publicación: 07 agosto 2025

¹ Autor principal

Correspondencia: jprado4@utmachala.edu.ec

Soil conservation practices in El Tigre, Puerto Quito canton, Ecuador

ABSTRACT

Sustainable agriculture is based on local practices that strengthen soil conservation. This study aimed to identify conservation techniques implemented by farmers in the El Tigre sector, Puerto Quito canton, Pichincha province (Ecuador). A descriptive, quantitative methodology was applied through structured surveys targeting 15 randomly selected farmers and soil analysis (pH and electrical conductivity) on 10 farms, where composite samples were collected according to NTC 5264 standard. The result show that most farmers own their land, which favors the adoption of conservation practices such as the use of organic fertilizer, fallow land, post-harvest cultivation, minimal tillage, and manual weed control. A preference for perennial crops was evident, as was a significant presence of earthworms, an indicator of good soil quality. Finally, the soil analysis results showed a pH of 5.34 and electrical conductivity of 192 μ S. The majority of respondents reported having knowledge of soil conservation techniques, attributable to training processes and ongoing monitoring led by local associations.

Keywords: soil conservation, agricultural practices, erosion, sustainable agriculture

*Artículo recibido 03 julio 2025
Aceptado para publicación: 07 agosto 2025*



INTRODUCCIÓN

Cada año, más de 12 millones de hectáreas de tierra se pierden debido a la desertificación, la degradación y la sequía. La erosión de la capa superficial del suelo se ha duplicado debido a la actividad humana. El mundo pierde 24000 toneladas de suelo fértil anualmente. (ONU, 2021), por esto el recurso suelo se encuentra vinculado a desafíos globales tales como la seguridad alimentaria, energética, la mitigación del cambio climático y la salud humana (Evangelista et al., 2024). Según la (FAO, 2022), el 95% de los alimentos provienen directa o indirectamente del suelo; sin embargo, cerca de un tercio de este recurso a nivel mundial ya está degradado. Además, estudios de campo han demostrado que las capas orgánicas del suelo se han deteriorado por el uso excesivo de agroquímicos (Acosta, 2022). Los sistemas agrícolas actuales dependen de fertilizantes nitrogenados que representan el nitrógeno reactivo o biológicamente disponible en el suelo y su excesiva presencia se convierte en una amenaza en el medio ambiente (Giordano et al., 2021), los químicos aplicados se nitrifican y contribuyen al cambio climático como contaminantes atmosféricos (Cuesta, 2023).

El 75% de los suelos en América Latina y el Caribe presentan problemas de degradación (FAO, 2024), en parte por la presencia de agroquímicos para prácticas agrícolas, lo que ha causado degradación.

En este marco la conservación del suelo es relevante en países en vía de desarrollo que presentan marcadas diferencias, como es el caso de Ecuador. Uno de los problemas serios que enfrenta el país es el deterioro de los recursos naturales, entre ellos el recurso suelo especialmente en las zonas de ladera, donde se asientan una alta población de pequeños y medianos productores agropecuarios. (Haro et al., 2023).

En el cantón Puerto Quito (Provincia Pichincha, Ecuador) predominan los suelos Andisoles, los cuales presentan la degradación de suelos, tanto en forma natural como inducida por el manejo agrícola inadecuado, convirtiéndolo a la vez en un suelo susceptible al encostrado y la compactación (GAD Puerto Quito, 2021). A ello se le suma la contaminación de suelo y cuerpos hídricos causada por el uso indiscriminado de químicos en la producción de palma, y palmito principalmente, así como por el lavado de envases fertilizantes en los esteros, lo que incrementa el impacto ambiental en la zona (GAD Puerto Quito, 2024)



En suelos Andisoles, se identifican prácticas eficaces para su conservación y mejora. Por ejemplo, la aplicación de cal o compost para mantener el pH por encima de 5,0 favorece la retención de cationes y reduce la fijación de fósforo, lo que contribuye a la estabilización del carbono orgánico y la estructura del suelo (Anda et al., 2021). Asimismo, investigaciones en Hawái resaltan que mantener coberturas vegetales perennes y limitar la labranza mejora la salud del suelo, ya que incrementa las fracciones físicas de materia orgánica (Beckstrom et al., 2025)

En este contexto la presente investigación enfatiza su importancia a nivel social y ambiental, en fomentar técnicas de agricultura respetuosas con el medio ambiente y que puedan ser sostenibles en el tiempo.

Por esto, es necesario evaluar los conocimientos de agricultores locales sobre las prácticas de conservación del suelo, el uso desmedido de químicos y los ciclos de cultivos. El objetivo del estudio fue identificar las prácticas de conservación del suelo en el sitio El Tigre en el cantón Puerto Quito.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el sitio El Tigre ubicado en el cantón Puerto Quito de la provincia de Pichincha (Ecuador) entre las coordenadas geográficas 0°03'48.1"N 79°18'24.0"W (Figura1). En cantón Puerto Quito. El clima es tropical, que se distingue entre 22°C a 26 °C relativamente uniformes a lo largo del año, junto con niveles elevados de humedad (>85%) y precipitaciones de más de 1000 mm durante todo el año. (GAD Puerto Quito, 2024). La tipografía en el cantón es diversa, con áreas montañosas, llanuras y bosques tropicales.

La distribución poblacional de Puerto Quito se divide en 15% área urbana, 23% asentamientos humanos concentrados, y 61% corresponde a recintos rurales y asentamientos humanos dispersos, los cuales conforman la mayor parte de la población. A esta distribución pertenece el recinto rural “El Tigre” con una población aproximada de 302 habitantes, y un área de 6,36 (Has) dedicadas mayoritariamente a la agricultura y ganadería (GAD Puerto Quito, 2024)

El sitio se caracteriza por cultivos de palma africana, palmito, y en menor proporción frutas tropicales; además de sembríos de cacao, maíz, arroz, yuca, plátano, y nuez macadamia (Cristian & Morales, 2017)



Figura 1. Ubicación Geográfica de sitio El Tigre



Fuente: (GAD Puerto Quito, 2023)

El método de investigación fue cuantitativo con un alcance descriptivo. Se utilizó una encuesta, para recabar información de campo. Simultáneamente se realizaron los análisis de suelo para medir el pH y la conductividad eléctrica. Se completó la investigación con revisión documental del sitio, y bibliografía científica que contextualizan el desarrollo de la investigación.

Dentro de Puerto Quito existen al menos siete grupos o asociaciones agrícolas o agropecuarias activas, tanto formales como comunitarias. En el lugar de estudio El Tigre se encuentra la Asociación Agro artesanal 19 de noviembre, de la cual fueron seleccionados 15 agricultores mediante un muestreo aleatorio simple para la encuesta, (Salazar-Gutiérrez et al., 2020a). La encuesta se conformó de: 10 preguntas cerradas de opción múltiple, dos demográficas, y ocho referentes al manejo y aprovechamiento del suelo.

Análisis de suelo

Toma de muestra: siguiendo la normativa técnica NTC 5264 para la toma de muestra en campo, fueron seleccionadas 10 fincas del sitio El Tigre, y en cada una se tomaron 10 submuestras siguiendo un patrón de muestreo en zigzag por la pendiente del terreno. Estas submuestras se combinaron en recipientes de metal para crear una muestra compuesta, representativa por finca y finalmente fueron almacenadas en bolsas herméticas para el traslado a laboratorio, garantizando así la homogeneidad y precisión en los resultados, como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Toma de muestras



Fuente: Elaboración propia (2025)

Análisis de laboratorio: para la determinación del pH y conductividad eléctrica, se aplicó la norma NTC 5264: *Calidad del suelo. Determinación de pH*. En primer lugar, la muestra fue secada en estufa (MEMMERT SNB400) a temperatura máxima de 40°C, posteriormente fue tamizada con tamiz de 2 mm para conseguir una muestra uniforme y retirar impurezas, luego se preparó la suspensión suelo-agua destilada en relación 1:1, se pesó 50g de la muestra en balanza analítica (OHAUS PA323), se mezcló con 50 ml de agua destilada, y la suspensión se agitó durante una hora con agitador magnético (Thermo Scientific). Después de dejarla reposar durante unos minutos, se procedió a la medición utilizando un potenciómetro de la marca HANNA modelo HI 98129.

Figura 3. Equipos de laboratorio



Fuente: Elaboración propia (2025)

Análisis Estadístico: la información obtenida de las encuestas fue procesada utilizando el software Microsoft Excel, utilizando medidas de tendencia central, de dispersión estándar, así como frecuencias y porcentajes para resumir las variables de estudio. Para encontrar el promedio aritmético (media) de las tres muestras de suelo obtenidas en cada finca, se empleó la fórmula:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Donde:

\bar{x} = media o promedio aritmético

\sum = signo de sumatoria

x_i = cada uno de los valores observados

i = índice que indica el inicio de la sumatoria

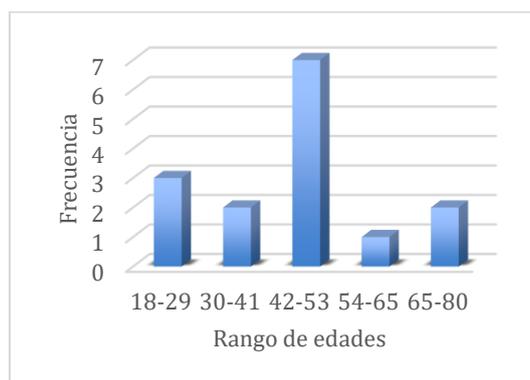
n = número total de muestras consideradas en el cálculo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 4 que contempla la pregunta sobre la edad de los participantes, se representa la distribución etaria agrupada en intervalos. El grupo de 42-53 años es el más numeroso, le siguen los grupos de entre 18 a 29 años y 65 a 80 años con presencia moderada y menos representados se encuentran los grupos de 30-41 y 54-65 años. Los resultados de rango de edades concuerdan con datos (INEC, 2021), la mayoría de los productores en Ecuador se concentran entre los 45 y 64 años con una edad promedio de 49 años, el GAD Puerto Quito (2021), establece que en el cantón se dan flujos migratorios debido a la búsqueda de mejores condiciones de vida, estudio y posibilidades de trabajo. La población adulta tiene mayor experiencia en el manejo del suelo, pero los jóvenes pueden representar innovación en técnicas de agricultura sostenible.

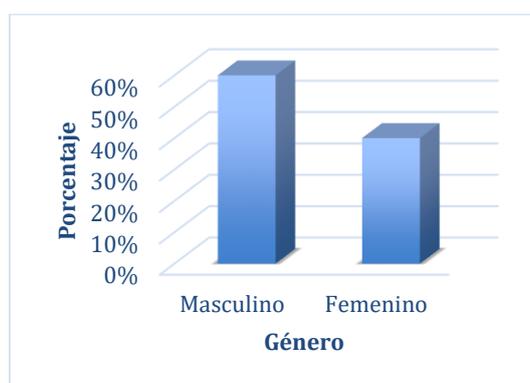


Figura 4. Rango de edades



La figura 5 contempla la pregunta sobre la distribución por género. El 60% de los encuestados son hombres, y un 40% corresponden a mujeres. Se establece una mayoría en el caso de los hombres dedicados a actividades agrícolas en comparación con las mujeres dedicadas, a pesar de ello el porcentaje de mujeres es superior al obtenido a nivel nacional. El 72% de las unidades de producción agropecuaria son dirigidas por hombres y el 27% por mujeres (INEC, 2021). Aunque los hombres dominan la toma de decisiones en los cultivos enfocados en productividad, las mujeres son más flexibles aplicando técnicas de conservación variadas y sostenibles (Rodríguez Vásconez, 2021)

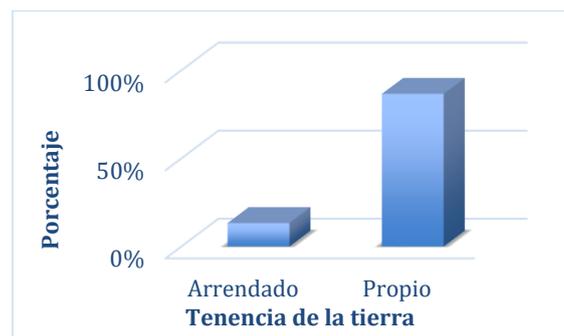
Figura 5. Distribución por género



En la figura 6 correspondiente a la tenencia de terrenos, se observa que la mayoría de encuestados (87%) tienen terreno propio, mientras que una menor cantidad (13%), indicó que el terreno en el que cultiva es arrendado, estos datos coinciden con el estudio de (Bravo Solis, 2016) La tenencia en el cantón Puerto Quito se debe en un 77,31% a la compra, seguido por un 12,26% que tienen estatus de posesión y el 10,13% de los terrenos son arrendados. La seguridad de la tenencia está estrechamente asociada con resultados ambientales positivos, especialmente la adopción de prácticas sostenibles

como el aumento de la fertilidad del suelo y la reducción de la erosión que requieren una planificación a largo plazo, que debe estar respaldado por la seguridad de la tenencia (IFAD, 2021). Caso contrario ocurre con los procesos de arrendamiento que generan una actitud despreocupada por parte de los arrendatarios que se aprovechan de un recurso limitado de manera insostenible (Ortiz et al., 2022), el sector El Tigre con la proporción de agricultores con terrenos propios sugiere aplicación de técnicas de conservación considerables.

Figura 6. Tenencia de la tierra



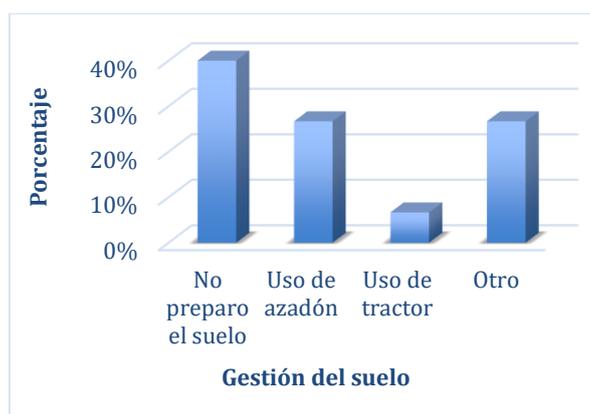
En la figura 7 correspondiente al control de maleza, la opción de retirarla con guadaña fue superior con un 58%, seguida por el uso de herbicidas 21%, en menor proporción el uso de machete 11%, mientras que no retirar maleza y la quema tuvieron 5% cada una. Autores como (Domínguez, 2023), obtiene resultados similares destacando el uso de herbicidas en el control de maleza con un 68,75, seguido de guadaña con 18,75%, y el 12,55 % machete. Las herramientas de corte (manuales o motorizadas) utilizadas de manera adecuada son útiles para el manejo de arvenses y para evitar la erosión (Salazar-Gutiérrez et al., 2020). El uso adecuado de estas herramientas consiste en un raspado superficial; con machetes muy afilados y ángulo de corte lo más paralelo posible a la superficie del suelo (Sepúlveda et al., 2021)

Figura 7. Control de maleza



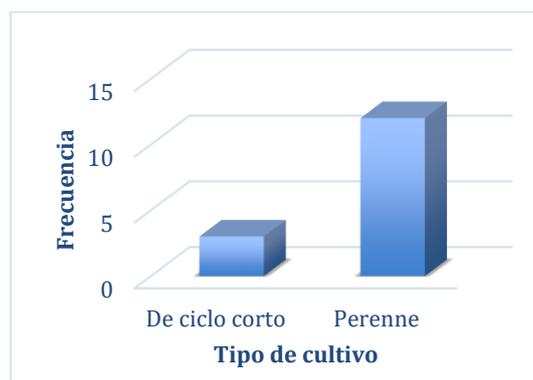
La figura 8, que corresponde a la preparación del suelo, se observa que el 40% de los encuestados no prepara el suelo para empezar a cultivar, seguido por el uso de azadón y la opción otro método (indicando el uso de cal y abono) que a la par obtuvieron 27%, en cuanto al uso de tractor tuvo una menor acogida con un 7%. La labranza de conservación está siendo bien recibida en la agricultura sostenible, autores como (Asaquibay Inca et al., 2023) en la parroquia Cacha de Riobamba, sostienen un 95% de aceptación para labranza mínima modificada y un 70% con labranza mínima o cero para mejorar las condiciones del suelo; el otro método señalado en la encuesta es el uso de cal y abono orgánico, técnica común en el sitio para mejorar la fertilidad. Su acción combinada mejora significativamente la disponibilidad de nutrientes y calidad del suelo (Islam et al., 2021); el uso de tractor con porcentajes mínimos puede ser resultado de la topografía variada del lugar que complica su uso.

Figura 8. Gestión del suelo



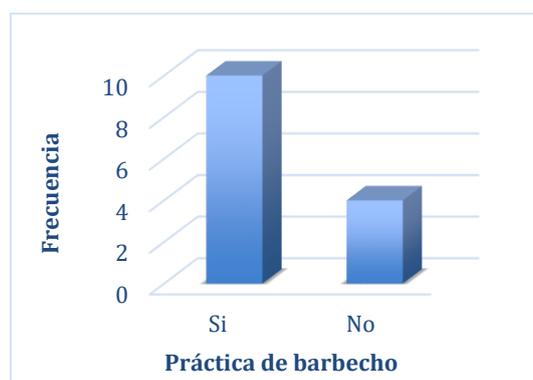
La figura 9 corresponde al tipo de cultivo, refleja que la mayoría de encuestados tiene cultivos perennes (cacao y palma) y ciclo corto en menor cantidad (maíz y maní). Los resultados concuerdan con el informe presentado por (GAD Puerto Quito, 2021), los cultivos perennes tienen mayor importancia en el sector económico agropecuario, representa el 96%, en comparación con los de ciclo corto conservan mejor las propiedades del suelo y obtienen mayores reservas de carbono además de un alto rendimiento de biomasa (Shang et al., 2024).

Figura 9. Tipo de cultivo



En la figura 10 correspondiente al descanso de suelo después de cada ciclo productivo o también denominado barbecho, la mayoría respondió que, sí deja descansar el suelo, y una menor cantidad de encuestados respondió negativamente. Los encuestados establecen un periodo de descanso (3 a 4 meses) después de cada cultivo, criterios similares obtuvo (Castillo et al., 2020) los agricultores dejan descansar la tierra como una forma de compensar los nutrientes que las cosechas anteriores extrajeron del suelo consiguiendo un aumento de materia orgánica y microorganismos, se conserva la humedad y se reduce la erosión. En duraciones de barbecho regulares la rentabilidad es menor, pero también la menor infestación final del suelo lo compensa (Chedjou et al., 2020).

Figura 10. Práctica de barbecho



En la figura 11 correspondiente al uso de abono, la mayoría de los agricultores si utilizan abono orgánico (87%), y en menor porcentaje no utiliza abono orgánico (13%). Autores como (Huerta et al., 2019) obtuvieron resultados similares, el 85,1% de los productores aplican estiércol y/o abonod orgánicos procesados. El abono orgánico que mencionan los agricultores en este estudio se compone de estiércol de animales, residuos de las cosechas o alimentos y lombricompost, el 13% restante utiliza

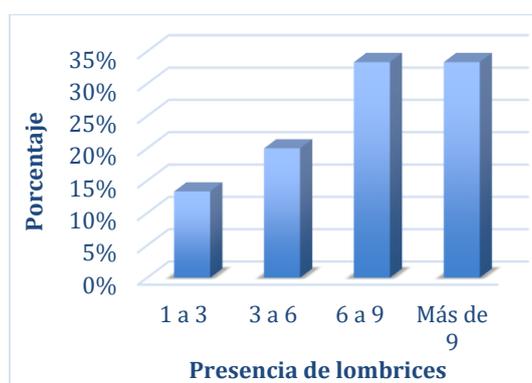
fertilizante Yaramila. Los que aplican abono orgánico son conscientes de los efectos positivos que se observan en el suelo y en sus cultivos, aquellos que no lo utilizan es debido a que estos beneficios tardan en reflejarse y buscan la inmediatez.

Figura 11. Uso de abono orgánico



En la figura 12 que corresponde a la pregunta sobre la presencia de lombrices. Las opciones de 6 a 9 lombrices encontradas e incluso más de 9 son las que tienen mayor aceptación, seguido de 3 a 6 y en menor cantidad de 1 a 3. La presencia de lombrices se convierte en un indicador biológico del suelo, (Castillo et al., 2020) menciona en su investigación que el 90% de los agricultores encuestados consideran que las lombrices son los indicadores más importantes para la fertilidad edáfica, aseverando que los suelos con lombrices son más sueltos y adecuados para cultivar. La observación considerable de lombrices por parte de los agricultores puede ser debido a las constantes capacitaciones que se recibe por medio de GAD Puerto Quito sobre lombricompost.

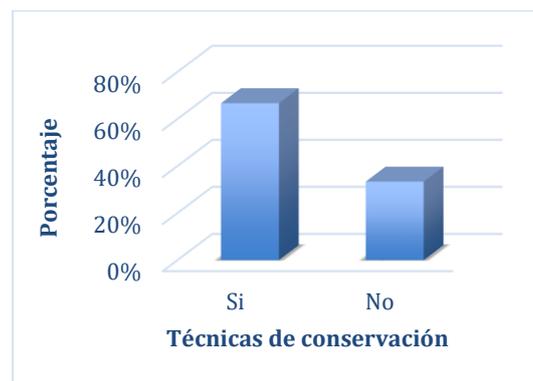
Figura 12. Presencia de lombrices



La figura 13 que corresponde al conocimiento de técnicas de conservación del suelo, presenta resultados afirmativos, en su mayoría respondieron que, si conocen de técnicas de conservación de

suelo, mientras que en menor cantidad respondieron No, indicando total desconocimiento. En su gran mayoría los agricultores de El Tigre tienen conocimientos sobre técnicas de conservación del suelo, gracias a capacitaciones constantes, así como intervenciones públicas y privadas sobre el cuidado ambiental. Resultados similares obtuvo (Castillo et al., 2020) el 64% de agricultores encuestados mencionaron tener conocimientos de técnicas de conservación del suelo, como incorporación de residuos de las cosechas, el barbecho del suelo y siembra de árboles.

Figura 13. Conocimientos de técnicas de conservación



Los resultados de análisis de suelo muestran un promedio total de pH de 5,34 y conductividad eléctrica 192 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Tabla 1.**), estableciendo un suelo ligeramente ácido, característico de suelos Andisoles de Puerto Quito. Autores como (Dogbatse et al., 2020) reportaron rangos similares en su estudio sobre suelos ácidos (oxisoles forestales) y su efecto en el crecimiento de variedades de cacao obteniendo 4,21 y 5,64, aunque estos rangos no son recomendables para la agricultura, el autor establece mejores rendimientos con la adición de fertilizantes que contengan P (fosforo) y K (potasio). La conductividad eléctrica de 192 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indica una baja salinidad, que no demuestra riesgo para la mayoría de cultivos.

Tabla N°01.*Resultados de pH y Conductividad Eléctrica.*

Zona de Cultivo	Promedio de pH	D.E pH	Var. de pH	Promedio de C.E (µS/cm)	D.E – C.E (µS/cm)	Var. de CE (µS/cm)
Zona #1	5,35	0,035	0,001	256	1,528	2,333
Zona #2	5,27	0,036	0,001	224	0,577	0,333
Zona #3	5,29	0,030	0,001	233	1,000	1,000
Zona #4	5,23	0,021	0,000	180	1,155	1,333
Zona #5	5,42	0,015	0,000	169	2,000	4,000
Zona #6	5,56	0,015	0,000	176	1,155	1,333
Zona #7	5,37	0,053	0,003	222	2,309	5,333
Zona #8	5,38	0,030	0,001	146	2,000	4,000
Zona #9	5,32	0,035	0,001	158	1,000	1,000
Zona #10	5,24	0,031	0,001	157	1,528	2,333
Total	5,34	0,099	0,010	192	36,808	1354,861

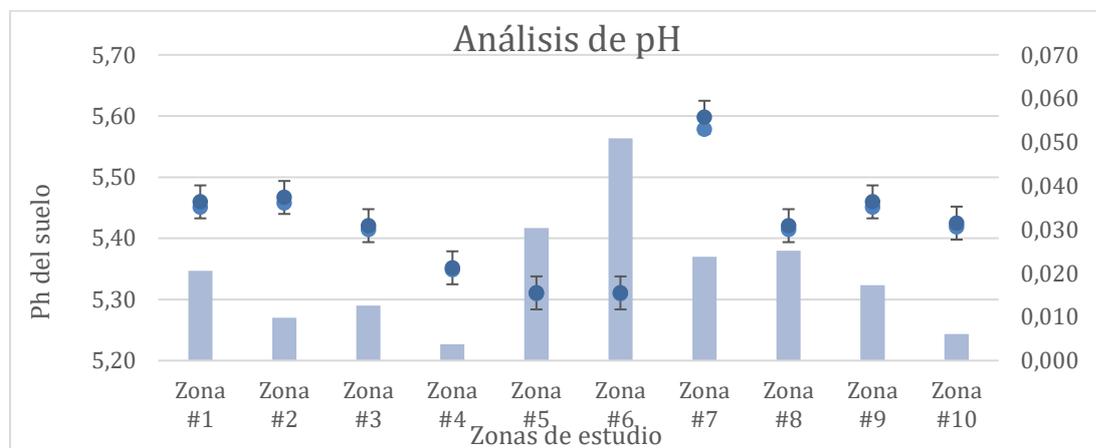
C.E = Conductividad eléctrica; D. E= Desviación Estándar; Var. = Varianza

Fuente: Elaborado por Autor (2025)



En la figura 14 se muestran los valores de pH del suelo que varía ligeramente entre las zonas de estudio, la zona #6 presenta el valor de pH más alto, es decir que posee mejores condiciones del suelo al ser la zona menos ácida, las zonas #4 y #10 presentan valores de pH más bajos, lo que indica suelos más ácidos. La desviación estándar es baja en todas las zonas lo cual sugiere que las mediciones fueron consistentes. Los valores obtenidos están en el rango ácido (<6,5), lo cual es típico de suelos Andisoles comunes en zonas agrícolas húmedas.

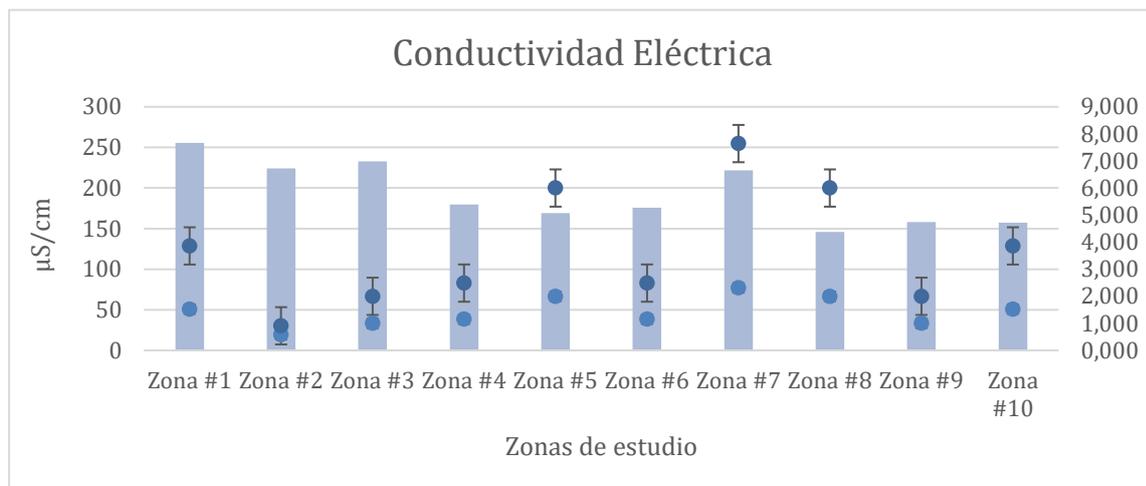
Figura 14. pH del Suelo



Fuente: Elaborado por autor (2025)

La figura 15 representa los valores de conductividad eléctrica la cual varía notablemente entre las zonas de estudio, las zonas #1, #3 y #7 tienen valores altos de conductividad eléctrica lo que sugiere una mayor concentración de sales solubles en el suelo. Las zonas #8, #9 y #10 tienen la conductividad eléctrica más baja, indicando menor salinidad, la variabilidad entre zonas es alta, lo que podría relacionarse con diferencias en el manejo agrícola, el uso de fertilizantes o el riego, a pesar de ello ninguna zona presenta valores críticos, por lo tanto, no se detecta que la salinidad pueda afectar a los cultivos.

Figura 15. Conductividad Eléctrica



Fuente: Elaborado por autor (2025)

CONCLUSIÓN

Se concluye que los agricultores del recinto El Tigre del cantón Puerto Quito sostienen un nivel significativo de conocimiento, así como de aplicación de prácticas de conservación del suelo, lo cual se ve reflejado en el dominio considerable de técnicas sostenibles como es el uso de abonos orgánicos, en conjunto con la aplicación de labranza mínima, la práctica de barbecho, y el control manual de malezas. Así como la tenencia de terrenos propios que forma un factor predominante en la toma de decisión en la adopción de estas prácticas, pues permite tener una visión del uso del suelo de manera continuada, a largo plazo. Adicionalmente, la presencia de cultivos perennes y de indicadores biológicos como lombrices muestran la certeza de un manejo agrícola que se encuentra guiado hacia la sostenibilidad. Además, los resultados de análisis de suelo pH y conductividad eléctrica confirman esta tendencia ya que los valores obtenidos propios de suelos volcánicos jóvenes reflejan condiciones químicas adecuadas para el desarrollo agrícola con suelos ácidos. Estos hallazgos resaltan la importancia de continuar fortaleciendo más procesos de formación y acompañamiento técnico a nivel local, a fin de consolidar una agricultura ambientalmente responsable y que sea persistente en las diferentes comunidades rurales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J. (2022). *Abonos orgánicos como alternativa para el mejoramiento y conservación de suelos afectados por el incorrecto manejo de pesticidas agrícolas* [Universidad Técnica de Babahoyo]. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13311/E-UTB-FACIAG-AGRON-000024.pdf?sequence=1>
- Anda, M., Kasno, A., Ginting, C. B., Barus, P. A., & Purwanto, S. (2021). Response of Andisols to intensive agricultural land use: Implication on changes in P accumulation and colloidal surface charge. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 648(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012016>
- Asaquibay Inca, C. R., Park, C. H., Narváez Pavón, G. A., & Peñaherrera Mafla, D. F. (2023). *Siembra en hoyos, una alternativa de producción de papa Solanum tuberosum L., en suelos erosionados. Cacha, Riobamba, Chimborazo, Ecuador*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6129>
- Beckstrom, T. B., Maaz, T. M., Deenik, J. L., Peter-Contesse, H., Koch, A., Tallamy Glazer, C., Rivera-Zayas, J., & Crow, S. E. (2025). From volcanic ash to abundant earth: understanding Andisol organic matter dynamics in relation to soil health on Hawai'i Island. *Biogeochemistry*, 168(2), 1–16. <https://doi.org/10.1007/S10533-025-01216-9/FIGURES/8>
- Bravo Solis, L. F. (2016). *Alternativas para la reducción sostenible del envejecimiento de la fuerza productiva en el sector agropecuario del cantón Puerto Quito, provincia de Pichincha*. PUCE - Quito. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/10986>
- Castillo, A., Capa-Mora, E. D., Fierro Jaramillo, N. D. C., Quichimbo Miguitama, P. G., & Jiménez Álvarez, L. S. (2020). Repercusión del saber local en el manejo y conservación del suelo en el sur del Ecuador. *Ciencia del suelo*, 38(1), 192–198. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672020000100017&lng=es&nrm=iso&tlng=es



- Chedjou, I. T., Grogard, F., Tewa, J. j., & Touzeau, S. (2020). Optimal and sustainable management of a soilborne banana pest. *Applied Mathematics and Computacion*.
<https://doi.org/10.1016/j.amc.2020.125883>
- Cristian, A., & Morales, P. M. (2017). *Propuesta de manejo y gestión integral de residuos sólidos generados en el cantón Puerto Quito*.
<http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8275>
- Cuesta Onofre, J. J. (2023). *Problemas del suelo por el uso excesivo de productos químicos en la agricultura del Ecuador*. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14938>
- Dogbatse, J. A., Arthur, A., Padi, F. K., Konlan, S., Quaye, A. K., Owusu-Ansah, F., & Awudzi, G. K. (2020, 9 24). Influence of Acidic Soils on Growth and Nutrient Uptake of Cocoa (*Theobroma Cacao* L.) Varieties. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(17), 2280-2296.
<https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1822384>
- Domínguez Rodríguez, R. K. (2023). *Caracterización de los sistemas de producción agrícola predominante en la comuna La Barranca de Julio Moreno de la parroquia Simón Bolívar, provincia de Santa Elena*.
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10270>
- Evangelista, S. J., Field, D. J., McBratney, A. B., Minasny, B., Ng, W., Padarian, J., Román Dobarco, M., & Wadoux, A. M. J. C. (2024). Soil security—Strategizing a sustainable future for soil. *Advances in Agronomy*, 183, 1–70.
<https://doi.org/10.1016/BS.AGRON.2023.10.001>
- FAO. (2022, diciembre 5). *Día Mundial del Suelo de 2022: la FAO publica el primer informe mundial sobre suelos negros*. <https://www.fao.org/newsroom/detail/world-soil-day-2022-fao-global-report-black-soils/es>
- FAO. (2024, diciembre 4). *FAO advierte: tres cuartas partes de los suelos en América Latina y el Caribe están en riesgo*. <https://www.fao.org/americas/news/news-detail/suelos-en-riesgo/es>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Puerto Quito. (2021). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Puerto Quito (PDOT) 2022-2025 [Plan Parroquial]*.



https://www.puertoquito.gob.ec/2023_LOTAIP/PDyOT/PDOT_2021_CANT%C3%93N_PTOO_UITO%20con%20alineacion.pdf

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Puerto Quito. (2023). *ATLAS CARTOGRÁFICO CANTONAL*.

<https://www.puertoquito.gob.ec>

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Puerto Quito. (2024). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT-PUGS) 2024-2027 [Plan Parroquial]*.

https://www.puertoquito.gob.ec/Rendici%C3%B3n%20de%20cuentas%202024/PDOT-2024%20-SEPTIEMBRE_Registro%20Oficial.pdf

Giordano, M., Petropoulos, S., & Roupael, Y. (2021, 9 29). The Fate of Nitrogen from Soil to Plants: Influence of Agricultural Practices in Modern Agriculture. *Agriculture*, *11*(10), 944.

<https://doi.org/10.3390/agriculture11100944>

Haro, L. F., Espinoza, M. B., Rubio B, S. E., Villarreal, M. G., Método, G., Fabiola, L., Terán, H., Belén, M., Castro, E., Estefanía, S., Benavides, R., Gissela, M., & Ger, V. (2023). Método Multicriterio Neutrosófico para la evaluación del impacto de la política pública para la conservación del suelo a través de la formación de agricultores. *Neutrosophic Computing and Machine Learning*. ISSN 2574-1101, *29*, 159–170.

<https://fs.unm.edu/NCML2/index.php/112/article/view>

Huerta, E., Cruz, J., & Aguirre, L. (2019). La apreciación de abonos orgánicos para la gestión local comunitaria de estiércoles en los traspatios. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, *29*(53), 2-24. <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.702>

IFAD. (2021, mayo 27). *Por qué la tenencia de la tierra es crucial para los sistemas alimentarios sostenibles*.

<https://www.ifad.org/en/w/opinions/fs-thematic-land>

INEC. (2021). *ECUADOR - Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2021*.

https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/935/related_materials

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2023). NTC 5264: *Calidad del suelo. Determinación del pH* (Ed.4.0). ICONTEC.



- Islam, M. R., Hasan, M. M., Hoque, M. A., Uddin, S., Hoque, T. S., Rea, R. S., Alorabi, M., Gaber, A., & Kasim, S. (2021). Lime and Manure Amendment Improve Soil Fertility, Productivity and Nutrient Uptake of Rice-Mustard-Rice Cropping Pattern in an Acidic Terrace Soil. *Agriculture*, *11*(11), 1070. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111070>
- ONU. (2021, junio 14). *High-Level Dialogue on Desertification, Land Degradation and Drought* | *General Assembly of the United Nations*.
<https://www.un.org/pga/78/event/high-level-dialogue-on-desertification-land-degradation-and-drought/>
- Ortiz, S., Saynes, V., Bunge, V., Anglés, M., Pérez, M. E., & Prado, B. (2022). Soil governance and sustainable agriculture in Mexico. *Soil Security*, *7*, 1-8.
<https://doi.org/10.1016/j.soisec.2022.100059>
- Rodríguez Vásquez, M. J. (2021). *Enfoque de género: rol de la mujer rural en la agricultura ecuatoriana*.
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10261>
- Salazar-Gutiérrez, L., Hincapié, É., Menza, H. D., & Torres, F. A. (2020). Manejo de arvenses en los sistemas de producción de café. *Manejo Agronómico de los Sistemas de Producción de Café*, 150–196.
https://doi.org/10.38141/10791/0002_5
- Sepúlveda, R. B., Carrillo, A. Á., & Lima, F. (2021). Impact of Weed Control by Hand Tools on Soil Erosion under a No-Tillage System Cultivation. *Agronomy*, *11*(5), 974.
<https://doi.org/10.3390/agronomy11050974>
- Shang, Y., Olesen, J. E., Lærke, P. E., Manevski, K., & Chen, J. (2024, 5 1). Perennial cropping systems increased topsoil carbon and nitrogen stocks over annual systems—a nine-year field study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 365.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.108925>

