

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i1.3343>

## **Evaluación de parámetros físicos del suelo para la siembra del híbrido OxG en la estación experimental latitud 0 del occidente del Ecuador**

Evaluation of physical soil parameters for sowing the OxG hybrid at the latitude 0 experimental station in western Ecuador

**Fredy Alejandro Zambrano Rivera**

1315613750@live.ulead.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0000-5706-8733>  
ULEAM  
Pedernales – Ecuador

**Pablo Segundo Zamora Macias**

segundo.zamora@uleam.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-7389-6288>  
ULEAM  
Pedernales – Ecuador

**Raúl Ramon Macias Chila**

raul.macias@uleam.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0005-7060-4971>  
ULEAM  
Pedernales – Ecuador

**Henry Othon Intriago Mendoza**

Henry.intriago@uleam.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-0565-2695>  
ULEAM  
Pedernales – Ecuador

**Tyrone Antonio Zambrano Barcia**

tyrone.zambrano@uleam.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-4497-0197>  
ULEAM  
Pedernales – Ecuador

Artículo recibido: 10 de enero de 2025. Aceptado para publicación: 24 de enero de 2025.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### **Resumen**

Evaluar las características físicas del suelo en diferentes horizontes en un lote experimental de palma aceitera en Pedernales, Ecuador. La degradación del suelo, a menudo no percibida, se manifiesta en la disminución de la productividad agrícola, la destrucción de agregados estructurales del suelo, causada por la pérdida de cobertura vegetal y el pisoteo por prácticas ganaderas, es un factor predisponente a los daños. La investigación se realizó en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Se utilizó un enfoque mixto cuantitativo - cualitativo, analizando variables como densidad aparente (Da), densidad real (Dr), porosidad (P), materia orgánica (MO) y pH. Las muestras se tomaron de diferentes horizontes (A, AB, B) y se analizaron mediante prueba de Chi cuadrado y análisis de varianza. Los datos se analizaron usando un diseño completamente al azar. El análisis mostró diferencias significativas en la textura y composición del suelo entre los horizontes. El horizonte A presentó un mayor contenido de materia orgánica (2.73%) y una mayor porosidad total (57%). Los horizontes AB y B mostraron mayor compactación y menor contenido de MO, influenciado por la

actividad ganadera. El pH varió de moderadamente ácido a ácido, afectando la fertilidad del suelo. Se destaca como los resultados pueden aplicarse al manejo de suelos, medio ambiente y producción de cultivos, especialmente para los productores de Pedernales y alrededores. Este estudio resalta la innovación al abordar como la compactación de suelos afecta raíces y producción.

*Palabras clave:* horizontes, densidad real, densidad aparente, materia orgánica

## Abstract

Soil degradation, often imperceptible, manifests itself in the decrease in agricultural productivity, the destruction of soil structural aggregates, caused by the loss of vegetation cover and trampling by livestock practices, is a predisposing factor. To evaluate the physical characteristics of the soil in different horizons in an experimental plot of oil palm in Pedernales, Ecuador. The research was carried out at the Eloy Alfaro Lay University of Manabí. A mixed quantitative - qualitative approach was used, analyzing variables such as apparent density ( $D_a$ ), real density ( $D_r$ ), porosity ( $P$ ), organic matter (OM) and pH. The samples were taken from different horizons (A, AB, B) and analyzed using Chi square tests and analysis of variance. Data were analyzed using a completely randomized design. The analysis showed significant differences in the texture and composition of the soil between the horizons. Horizon A presented a higher organic matter content (2.73%) and a higher total porosity (57%). Horizons AB and B showed greater compaction and lower OM content, influenced by livestock activity. The pH varied from moderately acidic to acidic, affecting soil fertility. The results can be applied to soil management, environment and crop production, especially for producers in Pedernales and surrounding areas. This study highlights innovation in addressing how soil compaction affects roots and production.

*Keywords:* horizons, real density, bulk density, organic matter, organic matter

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Zambrano Rivera, F. A., Zamora Macias, P. S., Macias Chila, R. R., Intriago Mendoza, H. O., & Zambrano Barcia, T. A. (2025). Evaluación de parámetros físicos del suelo para la siembra del híbrido OxG en la estación experimental latitud 0 del occidente del Ecuador. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (1), 353 – 365.  
<https://doi.org/10.56712/latam.v6i1.3343>

## INTRODUCCIÓN

La degradación del suelo ocurre de manera gradual y a menudo pasa desapercibida, manifestándose únicamente a través de una reducción en la productividad agrícola a lo largo del tiempo. Uno de los principales factores que contribuyen a esta degradación es la destrucción de los agregados estructurales del suelo, provocada por la pérdida de cobertura vegetal o el pisoteo asociado con prácticas ganaderas, según diversos estudios (Castillo & Amézquita, 2000) y (Linares., 2006) “indican que la estabilidad de los agregados es una de las propiedades físicas más relevantes del suelo, ya que influye significativamente en su resistencia a la erosión”.

“El manejo adecuado de las interacciones entre el suelo, las plantas y el ambiente es fundamental para lograr una producción exitosa, independientemente del tipo de cultivo” (Verheye et al., 2009), (Rubio, 2020) “aunque el suelo es un factor abiótico importante para la vida, no se le ha prestado la debida atención, la conservación de este recurso es importante, por lo que la rehabilitación de suelos degradados resulta ser una práctica esencial” (Bautista et al., 2004) y (Rubio, 2020),

El uso de los suelos de manera incorrecta afecta su salud, de alguna manera se ve afectada la biota del suelo, lo cual limita la capacidad de reducir y sostener las necesidades de alimentación humana, los principales impactos se integran en la recarga de acuíferos, desequilibrio en la corriente superficial, pérdida de los nutrientes minerales, materia orgánica, microorganismo, conllevando a la degradación de los suelos por la pérdida de su estructura, con una mayor densidad aparente, que limita el crecimiento radicular (Valarezo et al., 2021) y (Mendoza et al., 2022).

El Ecuador es un país que se caracteriza por ser de riqueza Agropecuaria lo cual representa un importante rubro dentro de las divisas del país, siendo la región amazónica uno de los sectores con mayor fuente de trabajo, los cultivos de importancia económica como el café, plátano, maíz, yuca, piña, y caña de azúcar, debido a sus condiciones edafoclimática ahora último se ha implementado la siembra del cultivo de ciclo corto arroz, no obstante debido a la mala calidad de los suelos es importante tomar en consideración algunos aspectos técnicos con la finalidad de mejorar sus condiciones físicas debido a la degradación de suelos que provoca los contenidos altos de H+Al (Caicedo, 2020) y (Tigreros-Zapata et al., 2022).

Iheshiulo et al., (2024) y Even & Cotrufo. (2024) destacan que los factores claves para la estabilidad de los agregados de los suelos, destacando el papel de los agentes bióticos, la fauna del suelo, las raíces, también indican la importancia de los agentes abióticos como la textura del suelo la materia orgánica, la fracción arcilla, los óxidos de hierro.

De acuerdo por lo manifestados por Hernández et al., (2023) mencionan que, en el suelo Feozem flúvico y cámbico del ecosistema de la Llanura Carrizal-Chone, en la provincia de Manabí, Ecuador, el cultivo continuo ha causado un deterioro en las propiedades físicas del suelo, especialmente en el horizonte húmico superior acumulativo. Como resultado de este proceso, el suelo pierde su característica de horizonte mólico, que es componente importante para la calidad del suelo. Además, debido a la intervención antropogénica, el suelo original, clasificado como Feozem Lúvico y cámbico, experimenta una transformación hacia un Cambisol, una modificación que refleja el impacto de las prácticas agrícolas en la estructura y composición del suelo.

En su estudio Álvarez et al., (2021) establecen que las áreas destinadas al laboreo continuo, a través del tiempo se transforman en los nuevos cultivos agrícolas, es necesario la adopción de prácticas sostenibles, con el propósito de evitar la degradación de suelos, siendo importante la verificación de las propiedades físicas, químicas, y biológicas, con el fin de promover prácticas adecuadas de manejo (PAM).

En suelos de piedemonte de Caquetá (Colombia), se han observado cambios significativos en las propiedades físicas del suelo debido a la compactación causada por el pisoteo de animales en pastizales, la compactación afecta sustancialmente las propiedades físicas del suelo, incluyendo su densidad, porosidad, estabilidad estructural, capacidad de infiltración y retención de humedad, de hecho estos cambios tienen un impacto notable en la calidad del suelo en el piedemonte amazónico, alterando su funcionalidad y productividad de acuerdo a lo manifestado por varios autores Sadeghian et al., (1999) y Jiménez et al., (2010).

De acuerdo a lo manifestado por Saxton & Rawls. (2006) y Alvear. (2020) quienes enfatizan que la textura del suelo, y materia orgánica (M.O) son las principales variables que influyen en la disponibilidad de agua en el suelo. Los suelos con altos porcentajes de arcilla suelen tener una mayor cantidad de poros y diferentes efectos mineralógicos en comparación con aquellos que contienen altas fracciones de arena o limo.

La investigación "Evaluación de Parámetros Físicos del Suelo para la Siembra del Híbrido OxG en la Estación Experimental Latitud 0 en el Occidente del Ecuador" es fundamental para determinar la factibilidad del cultivo de palma aceitera, específicamente en la Extensión de Pedernales de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), este estudio aborda la necesidad de comprender las condiciones físicas del suelo, como la densidad aparente, la porosidad y el contenido de materia orgánica, que son variables a manejar adecuadamente para optimizar el crecimiento y la productividad del híbrido OxG. El propósito de este estudio es identificar las características físicas a nivel de los horizontes del suelo con el objetivo de cuantificar los resultados obtenidos, estos resultados permitirán diseñar e implementar estrategias de manejo de suelos más eficiente lo que garantizará el éxito sostenible de esta relevante actividad agrícola en la región Noroccidente del Ecuador. La hipótesis de este trabajo científico pretende determinar si existe o no, diferencias significativas a través de los horizontes de los suelos con relación a las características físicas.

## **METODOLOGÍA**

### **Densidad aparente (DA)**

La densidad aparente del suelo, o densidad de volumen, se refiere a la masa de suelo por unidad de volumen ( $\text{g/cm}^3$  o  $\text{Tm}^3$ ). Según Centeno. (2017), esta medida varía de acuerdo a los agregados del suelo formando la clase textural, y los contenidos orgánicos de la zona de intercambio iónico.

Gutiérrez (2010) indica que, para medir la densidad aparente del suelo, se extrae una muestra de volumen conocido y se seca en horno a  $105^\circ\text{C}$  hasta obtener un peso constante. La densidad aparente se determina dividiendo el peso seco del suelo por el volumen que ocupaba en el campo.

$$Da = P/V$$

Da = Densidad aparente

P = Peso del suelo seco

V = Volumen del cilindro.

### **Densidad real (DR)**

La masa es la unidad de medida que mide la cantidad de volumen de un material, indicando la cantidad de masa de sólidos en comparación con el volumen que estos sólidos ocupan (Cortes Pérez, F. 2020)

$$Dr = Ms / Vs.$$

Donde: Ms = Masa sólida.

Vs = Volumen de sólidos.

### Conductividad eléctrica

La medición de la conductividad eléctrica del extracto de suelo proporciona una estimación rápida y aproximada del nivel de salinidad del suelo y se realiza utilizando un dispositivo conocido como puente de conductividad. El agua pura es un mal conductor de electricidad, pero cuando contiene sales disueltas, su capacidad de conducción eléctrica aumenta proporcionalmente a la cantidad de sales presentes. Para determinar la conductividad eléctrica, se evalúa la durabilidad eléctrica entre un par de conductos paralelos que están colocados en las cargas coloidales del suelo. En el Sistema Internacional de Unidades (SI), la conductividad eléctrica se mide en decisiemens por metro (dS/m). Para los análisis de suelo, los resultados se ajustan a una temperatura de 25°C.

### Materia orgánica

La materia orgánica del suelo se estima indirectamente mediante la determinación del carbono orgánico. Este proceso implica la oxidación del carbono orgánico mediante el ion dicromato, que se reduce durante la reacción. Esta oxidación se facilita con el calor generado al añadir ácido sulfúrico concentrado. Posteriormente, se realiza una titulación con sulfato ferroso valorado para cuantificar la cantidad de ion dicromato no reducido. La diferencia entre el dicromato inicial y el no reducido permite calcular la cantidad de carbono orgánico en la muestra. Es conocido que este método oxida aproximadamente el 77% del carbono orgánico, lo que se ajusta multiplicando por el factor 1.3 (1/0.77). Además, dado que la materia orgánica contiene en promedio un 58% de carbono orgánico, se convierte usando el factor 1.724 (1/0.58).

### Determinación de pH

El pH es el análisis más común de los que se realiza en suelos. El pH del suelo se define como la inversa del logaritmo de la concentración de iones H<sup>+</sup> de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{pH} = -\log 1/(\text{H}^+)$$

Sin embargo, el pH nos determina la acidez en la solución de suelo, o la acidez activa que no necesariamente tiene que ser el H<sup>+</sup>, sino que también puede ser por el contenido de sales presentes en la solución del suelo y por Al<sup>3+</sup>.

El significado práctico de la expresión logarítmica de los valores de pH es que cada unidad de cambio en pH en el suelo corresponde a un incremento de 10 veces en la cantidad de acidez o basicidad del suelo. En otras palabras, un suelo con pH 5.0 coloca 10 veces más iones de Hidronios (H<sup>+</sup>) en la CIC del suelo con pH 6.0. Esto tiene un enorme significado en la nutrición de los cultivos y en el manejo efectivo de los fertilizantes (Ortega & Martínez. 2022).

El pH se mide de manera precisa y comúnmente mediante el método del potenciómetro. Este procedimiento implica la creación de una suspensión de suelo en agua destilada, que se coloca en contacto con el electrodo de vidrio del potenciómetro. El dispositivo registra el pH al detectar los cambios en el potencial eléctrico entre un electrodo indicador del ion hidrógeno (H<sup>+</sup>) y un electrodo de referencia. Este potencial eléctrico es enviado por el potenciómetro a los electrodos; si no hubiera una solución intermedia, el potencial que regresaría al potenciómetro sería idéntico al que se envió inicialmente (Espinoza & Molina. 1999).

## Tratamientos y diseño experimental

En Latitud 0 se evaluó el estudio de las características Físicas de los horizontes presentes en los predios de los Lotes Experimentales “Evaluación del comportamiento agronómico de híbridos interespecíficos de palma aceitera (OXG), en el bosque pi montano, tropical húmedo”, en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí ubicado en el cantón Pedernales con las coordenadas 0°4’18”N 80°3.15’O ubicado al norte de Manabí con 75,510 habitantes; características climáticas; rango Altitudinal: 21 metros, precipitación: 2.500 mm anuales; clima; la temperatura varía entre 21–31 °C; humedad relativa: 95 % a 90 % anual

La metodología utilizada para este experimento será de enfoque mixto Cuantitativo – Cualitativo, con un enfoque Inductivo – deductivo, Descriptivo, inferencial, para determinar la textura del suelo se realizó una tabla de contingencia, la misma que determinó las frecuencias absolutas, adoptando el estadístico de la prueba de chi cuadrado ( $X^2$ ), en los análisis de varianza para comparar las medias de Da, Dr. Pt, MO, pH, se utilizó el diseño completamente al azar DCA, debido a que en las calicatas realizadas en el lote experimental se encontraron los mismos horizontes, y su distribución esta realizada en forma cardinal, apoyada por los puntos cardinales.

**Tabla 1**

*Esquema del Análisis de varianza ADEVA*

Fuente de variación	Fórmula	GL – Grados de Libertad
Repeticiones	$r-1$	4
Tratamientos	$t-1$	2
Error	$(t-1)(r-1)$	8
<b>Total</b>	$(t \times r) - 1$	11

**Fuente:** elaboración propia.

T1 = Horizonte A

T2= Horizonte AB

T3 = Horizonte B

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 de contingencia muestra la distribución de frecuencias absolutas de diferentes tratamientos, u horizontes (A, AB, B) a través de diferentes clases texturales (Arcilloso, Franco Arcillo Limoso, Franco Arcilloso, Franco Limoso). El Chi Cuadrado de Pearson es de 9.30; grados de Libertad (gl) 6; el p valor de 0.1574 lo que demuestra que no hay significancias estadísticas (NS); Los resultados en el estadístico de Chi Cuadrado MV-G2 es de 11.32; Grados de Libertad (gl) 6, el valor p: 0.0790, respectivamente, el valor p es mayor que 0.05, aunque está más cerca del umbral de significancia, lo que demuestra que hay una tendencia baja hacia una relación entre los tratamientos y las clases texturales, pero no es suficientemente fuerte para ser considerada significativa al nivel del 5%. Los coeficientes de Cramer (0.51) y Pearson (0.66) indican una asociación moderada entre las variables, pero no son suficientemente altos para sugerir una asociación fuerte.

En este estudio experimental, se observó que el horizonte “A” presenta suelos de textura franca, con una mayor inclinación hacia la arcilla, ya que el 40% de los suelos son franco-arcillo-limosos y franco-arcillosos, indicando una estructura más suelta. Los horizontes “AB” y “B” el 40% de los suelos tienen una textura arcillosa, mientras que el horizonte “AB” muestra un 20% de suelos con texturas franco-

arcillosa y franco-limosa. Esta situación se debe al constante pisoteo y a la topografía semi ondulada del área, conllevando a la pérdida de suelo por erosión. El horizonte "A", con su mayor contenido de suelo suelto, se caracteriza por una textura franca y una coloración negruzca. Novillo et al., (2018) encontraron diferencias significativas en la textura del suelo, destacando un mayor contenido de arena (40-41%) en los primeros 20 cm de profundidad de cultivos de palma, en comparación con otras profundidades donde el contenido de arena no superó el 30%. Estos resultados indican que ambos tipos de suelo en distintas provincias presentan similitudes notables en los primeros 20 cm, caracterizados por una textura predominantemente franca y una estructura suelta o migajosa. Esto sugiere que los horizontes superficiales suelen contener una mayor proporción de arena debido a procesos de erosión y deposición, así como a prácticas agrícolas que afectan esta capa superior del suelo, lo contrario lo confirma Volverás et al., (2021) en un estudio donde comprobó en suelos de origen volcánico en muchos de los sectores en los primeros 0 - 30cm, comprobándose densidades aparentes menores a 0,76 g cc-1, condición debida al manejo apropiado de suelo agricultura de preservación.

**Tabla 2**

*Tabla de Contingencia Textura de los diferentes horizontes "Evaluación de Parámetros Físicos del Suelo para la Siembra del Híbrido OxG en la Estación Experimental Latitud 0 del Occidente del Ecuador"*

Tratamientos	Arcilloso	Franco Arcillo Limoso	Franco Arcilloso	Franco Limoso	Total
Horizonte A	0	2	2	0	4
Horizonte AB	1	1	1	1	4
Horizonte B	3	0	1	0	4
<b>Total</b>	5	3	4	1	12

**Fuente:** elaboración propia.

### **Contenidos de materia orgánica**

De acuerdo a los resultados de materia orgánica, se evidenció diferencias significativas (\*) el valor de F calculado es 7,68 mayor al de T tabular de la prueba de DMS = 1,50965, el p- valor es de 0,0115 menor al 0,05% de la prueba de tukey, el horizonte "A" registró los mayores contenidos de materia orgánica con una media de 2,73%, mientras el horizonte "AB", y "B", alcanzaron valores de 0,98% y 0,83%, respectivamente. El Coeficiente de variación fue de 27,44%. Lo que evidencia que los mejores contenidos están en la parte superficial y donde el suelo presenta coloraciones oscuras (negruzca). Los niveles de materia orgánica (MO) en los suelos son considerados medios a bajos, lo que sugiere una pérdida significativa ocasionada por la erosión hídrica, esto es particularmente evidente en el horizonte "A", lo cual ocasiona problemas en el horizonte subyacente "AB" y "B", lo que coincide a los datos reportado por Zambrano et al., (2021) los suelos en Jama, Manabí, están en riesgo de degradación, mostrando únicamente un contenido de 0.12% de MO. No obstante, la aplicación de 15 t ha-1 de compost resultó en una mejora de las condiciones del suelo, aumentando la MO hasta un 2.47%, igualmente en otro estudio realizado en Colombia evaluando el horizonte "A", cuya pérdida de materia orgánica fue del 45%, mientras el horizonte "B" perdió el 30 %, lo que desfavorece los procesos de recuperación, lo que es influenciado negativamente según la actividad agrícola establecida, siendo menor la recuperación de suelos con cultivos de acuerdo a la biomasa, siendo mayor esta cuando la vegetación son de bosques secundarios, primarios, o nativas (Daza et al., 2014).

**Tabla 3**

*Análisis de la varianza Materia orgánica "Evaluación de Parámetros Físicos del Suelo para la Siembra del Híbrido OxG en la Estación Experimental Latitud 0 del Occidente del Ecuador"*

Variables	N	R	RAJ	CV
Materia orgánica	12	0,62	0,55	27,44

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 4**

*Cuadro de Análisis de la Varianza "Factibilidad de la palma aceitera y sus características Físicas de los horizontes del suelo"*

F. V	SC	GL	CM	F	p-Valor
Tratamiento	8,93	2	4,46	7,68	0,0115
Error	5,26	9	0,58		
<b>Total</b>	<b>14,19</b>	<b>11</b>			

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 5**

*Comparación de media prueba de Test Alfa =0,05 DMS = 1,50965 Tukey de Materia Orgánica, "Evaluación de Parámetros Físicos del Suelo para la Siembra del Híbrido OxG en la Estación Experimental Latitud 0 del Occidente del Ecuador"*

Tratamientos	Medias	N	E. E
Horizonte A	2,73	4	0,38 a
Horizonte AB	0,98	4	0,38 b
Horizonte B	0,83	4	0,38 b

**Fuente:** elaboración propia, a partir de los datos de la variable materia orgánica fue transformado con la raíz cuadrada.

## RESULTADOS

### Resultados de características físicas de los horizontes

Los resultados demostrados en los análisis de varianza registraron diferencias altamente significativas en las variables densidad aparente ( $D_a$ ) y densidad real ( $D_r$ ), con valores de 0,0001 y 0,0007, siendo menor al p-valor del 0,05% de la prueba de tukey, mientras que para la porosidad total presentó diferencias significativas (\*). Los coeficientes de variación son del 2,95%; 8,37%; 10,35%, los cuales son aceptables en este trabajo experimental; de acuerdo a los datos obtenidos con la prueba de Shapiro Wilk presentó valores de 0,9676; 0,8151; 0,9918. Valores superiores al 0,05%, por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula, que los datos se ajustan a la distribución normal, el modelo de este trabajo es aplicable para este ensayo. Los resultados obtenidos sobre la densidad aparente y la porosidad total, el horizonte "A" "mostró una densidad aparente de 1.42 g/cc; el horizonte "AB" 1.61 g/cc; y el horizonte "B", 1.65 g/cc. Además, el horizonte "A" presentó una porosidad total superior al 57%, lo que indica la presencia de suelos pesados en los distintos horizontes. Esta compactación se debe a las características del suelo en áreas de ganadería intensiva que han sufrido sobrepastoreo. Rodríguez.

(2023) reportó resultados similares, clasificando la estabilidad estructural de un Molisol en el horizonte "Ap" como deficiente, con una densidad aparente de 1.43 g/cc y una porosidad total del 45.8%, estudios no relacionados a los investigado por Ozório et al., (2024) quien manifiesta en su trabajo experimental, se realizaron a cabo los análisis físicos del suelo que incluyeron mediciones de densidad aparente y resistencia a la penetración, cuyos resultados no evidenciaron signos de compactación en las áreas manejadas tras 24 años de intervención, en cuanto a las propiedades relacionadas con la porosidad, el área destinada a pastizales permanentes (PP) presentó una porosidad total y una microporosidad significativamente mayores en comparación con las áreas sometidas a manejo de siembra directa (NT) y siembra directa combinada con Urochloa (NT). +U). Estos hallazgos sugieren que el manejo como pastizal favoreció la conservación de características físicas del suelo asociadas a una mejor estructura y funcionalidad de los agregados del suelo.

**Tabla 6**

*Resultados Análisis de Varianza "Evaluación de Parámetros Físicos del Suelo para la Siembra del Híbrido OxG en la Estación Experimental Latitud 0 del Occidente del Ecuador"*

Tratamientos	Da %	Dr %	Porosidad %
Horizonte A	1,40	2,49	54,15
Horizonte AB	1,62	3,27	46,24
Horizonte B	1,65	3,13	57,36
Horizonte A	1,43	2,51	54,32
Horizonte AB	1,59	3,05	48,98
Horizonte B	1,68	2,93	54,38
Horizonte A	1,48	2,12	67,67
Horizonte AB	1,56	3,25	44,73
Horizonte B	1,60	3,08	48,74
Horizonte A	1,35	2,30	56,37
Horizonte AB	1,67	3,83	39,73
Horizonte B	1,66	3,39	45,49
Significancia	(***)	(***)	(*)
Tukey 0,05%	0,0001	0,0007	0,0209
CV	2,95	8,37	10,35
Shapiro Wilk	0,9676	0,8151	0,9918

**Fuente:** elaboración propia.

### Resultados de pH

Los promedios obtenidos del potencial de hidrógeno (pH), presentaron diferencias estadísticas (\*), con un pvalor de 0,0384, el cual es menor al 0,05%, el coeficiente de variación fue de 3,81. Con respecto a la normalidad se evidenció un pvalor de 0,9682 mayor al valor de la probabilidad del 0,05%, en este caso se acepta la hipótesis nula de que los datos se ajustan a distribución normal. El horizonte "A" muestra un pH moderadamente ácido de 5.85, el horizonte "AB" presenta un pH ligeramente ácido de 5.75, y el horizonte "B" tiene un pH de 5.40, lo que indica que este último es el más ácido. Esta acidez sugiere que no es recomendable voltear el suelo para mejorar sus propiedades físicas, ya que podría causar problemas en el desarrollo radicular y en la capacidad nutricional de las plantas. Estos resultados concuerdan con los trabajos investigativos de Cuzco et al. (2024), así como con los estudios de Reyes et al. (2023) y Borges (2018), quienes concluyen que un pH ácido impacta negativamente en la fertilidad del suelo. A medida que disminuye el pH, se incrementa la disponibilidad de elementos antagonistas como  $Al^{3+}$ ,  $Mn^{4+}$  y  $Fe^{3+}$ , que compiten con nutrientes esenciales como  $K^+$ ,  $P^{2-}$  y  $N^+$ ,

reduciendo la eficacia de los fertilizantes, además de ser tóxicos para los cultivos y perjudiciales para el desarrollo radicular, lo que disminuye la actividad microbiana en el suelo.

**Tabla 7**

*Resultados de pH de suelos "Evaluación de Parámetros Físicos del Suelo para la Siembra del Híbrido OxG en la Estación Experimental Latitud 0 del Occidente del Ecuador"*

Tratamientos	pH
Horizonte A	5,9
Horizonte AB	6,1
Horizonte B	5,4
Horizonte A	6,0
Horizonte AB	5,9
Horizonte B	5,2
Horizonte A	5,8
Horizonte AB	5,6
Horizonte B	5,6
Horizonte A	5,7
Horizonte AB	5,4
Horizonte B	5,4
Significancia	*
Tukey	0,0384
CV	3,81
Chápiro Wilk	0,9682

## CONCLUSIÓN

Los resultados del Chi Cuadrado (X<sup>2</sup>) de Pearson y del Chi Cuadrado (X<sup>2</sup>) MV-G2 indican que no existe una relación significativa entre los tratamientos y las clases texturales a un nivel de significancia del 5%. No obstante, los coeficientes de contingencia sugieren una asociación moderada entre estas variables, aunque no lo suficientemente fuerte como para ser concluyente. Esto sugiere que, a pesar de la moderada inclinación observada, los horizontes no presentan una relación significativa con las clases texturales en el contexto de este experimento. Cabe destacar que en la Estación Experimental Latitud "0" los suelos se caracterizan por presentar una fertilidad baja, a media, según los parámetros físicos analizados, en contexto las densidades aparentes entre horizontes son elevadas, lo que indica la degradación por compactación, a través de los años. En este sentido, se identificó que la textura dominante es arcillosa, lo cual podría explicar la presencia de montmorillonitas. Además, el análisis de los horizontes revela un pH que varía de ácido a ligeramente ácido, observándose un incremento en la acidez al alcanzar el horizonte "B". Esto último sugiere una mayor acumulación de compuestos ácidos en capas más profundas del perfil del suelo.

## REFERENCIAS

Álvarez-González, A., Martín-Alonso, G. M., Mejía-Franco, L. C., López-Vdovenko, E., Rodríguez-Yon, Y., Postal, G., & San José de las Lajas, M. (2021). Some physical, chemical and microbiological properties of an agricultural soil in Darien, Republic of Panama. *Cultivos Tropicales*, 42(4), e06. ISSN digital: 1819-4087.

Alvear, B. F. C. (2020). Facultad de Ciencias Agrícolas Carrera de Ingeniería Agronómica (Doctoral disertación, Universidad Central del Ecuador).

Bautista-Cruz, A, Etchevers-Barra, J, del Castillo, R, Gutiérrez C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Revista Ecosistemas*, 13(2). [Consultado el 4 de ago. de 2020]. doi:10.7818/re.2014.13-2.00

Borges, Y. (2018). Evaluación de los suelos de uso agropecuario en la UBPC Antonio Maceo, Moa, Cuba. *REDVET*, 19(4): 1-16. Consultado: 25/02/2023. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040418.html>.

Caicedo, C. (2020). Agroforestería: una alternativa de agricultura sostenible en la amazonía ecuatoriana. *ECUADOR ES CALIDAD - Revista Científica ecuatoriana*, 7(1), 2-4. file:///D:/USER/Descargas/81-Texto%20del%20art%C3%ADculo-324-2-10-20200608.pdf

Castillo, J. Y Amézquita, E. (2000). La turbidimetría una metodología promisorio para caracterizar la estabilidad estructural de los suelos. *Suelos Ecuatoriales Vol 30, No 2*, pp.152 – 156. ISSN 05625351

Centeno, L. (2017). Manual. Metodologías de campo para determinar profundidad, densidad aparente, materia orgánica, infiltración del agua, textura y pH en el suelo. Nicaragua. <https://cenida.una.edu.ni/documentos/NP33G216m.pdf>

Cortes-Pérez, F. (2020). Muestreo y determinación de propiedades físicas y químicas de suelos con bosque natural y plantaciones comerciales. [tesis de grado, universidad autónoma Chapingo]. Archivo digital. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/a24d0ad5-350d-480c-a978-931f09c9d19d/content>

Cuzco, J. A. M., Ulloa, C. O. P., & Dueñas, Y. D. (2024). Caracterización Química del Suelo de Dos Fincas de la Provincia de Pastaza, Ecuador. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(1), 8375-8384.

Daza-Torres, M. C., Hernández-Florez, F., & Triana, F. A. (2014). Efecto del uso del suelo en la capacidad de almacenamiento hídrico en el páramo de Sumapaz-Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 67(1), 7189-7200. ISSN: 0304-2847

Espinoza, J & Molina, E. (1999). Acidez y encalados de los suelos. Primera Edición. IPNI. Casilla 17-17-980, apartado 2060-100. Quito Ecuador – Costa Rica. chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.cia.ucr.ac.cr/sites/default/files/202109/01%20Acidez%20y%20encalado%20de%20suelos%20C%20libro%20por%20J%20Espinosa%20y%20E%20Molina.pdf

Even, R.; Cotrufo, M. (2024). The ability of soils to aggregate, more than the state of aggregation, promotes protected soil organic matter formation. *Geoderma*. 442:116760. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116760>

Gutiérrez, A. (2010). La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornocales. [tesis de grado, escuela universitaria de ingeniería técnica agrícola. Universidad de Sevilla. Instituto de recursos naturales y agrobiología de Sevilla consejo superior de investigaciones científicas Archivo

digital.

<https://digital.csic.es/bitstream/10261/57951/1/La%20densidad%20aparente%20en%20suelos%20forestales%20.pdf>

Hernández-Jiménez, A., García-Arteaga, D., Cabrera-Rodríguez, A., Vera-Macías, L., & Guzmán-Cedeño, Á. (2023). Cambios en las propiedades físicas de un suelo Feozem flúvico cámbico por el uso agrícola. 1819-4087, 0258-5936

lheshiulo, E., Larney, F., Hernández-Ramírez, G.; Luce, M., Chau, H., Liu, K. (2024). Soil organic matter and aggregate stability dynamics under major no-till crop rotations on the Canadian prairies. *Geoderma*. 442:116777. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2024.116777>.

Jiménez-Heredia, Y., Martínez-Bravo, C. M., & Mancera-Rodríguez, N. J. (2010). Características físicas y químicas del suelo en diferentes sistemas de uso y manejo en el Centro agropecuario Cotové, Santa Fé de Antioquia. Colombia. *Rev. Suelos Ecuatoriano*, 40, 176-188.

Linares-Arias, J. C. (2006). Evaluación de algunas propiedades del suelo como indicadoras de sostenibilidad para pastoreo rotacional en silvopastoreo en un endoacuept del valle medio del río Sinú Colombia (Doctoral dissertation).

Mendoza, L. G., Vera, V., Giler, J. M., & Simbaña, K. (2022). Características fisicoquímicas de suelos de uso agrícola y forestal. Caso: San Pablo de Tarugo, Chone-Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 16(1). ISSN: 2773-7772

Novillo, I., Carrillo, M., Cagua, J., Navel I., Alban, K., & Morales, F. (2018). Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Temas agrarios*, 23(2), 177-187. ISSN-e 0122-7610

Ortega, R & Martinez, M. (2022). El pH: indicador clave de la calidad del suelo por su influencia en aspectos químicos y biológicos. San Sebastián 2881, Oficina 307. Las Condes - Santiago de Chile. [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=https%3A%2F%2Fmundoagro.cl%2Fel-ph-indicador-clave-de-la-calidad-del-suelo-por-su-influencia-en-aspectos-quimicos-y-biologicos%2F&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=https%3A%2F%2Fmundoagro.cl%2Fel-ph-indicador-clave-de-la-calidad-del-suelo-por-su-influencia-en-aspectos-quimicos-y-biologicos%2F&btnG=)

Ozório, J., Rosset, J., de Carvalho, L., de Souza Oliveira, N., das Neves Monteiro, F., Panachuki, E., & Schiavo, J. (2024). Carbon storage and physical and chemical properties of a medium-textured soil in agricultural systems in Brazil. *REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL*, 11(3), e8465-e8465. <https://doi.org/10.32404/rean.v11i3.8465>

Reyes. C. Y., Borges. T.Y., Hernández. J. N., García. C. S., Villazón. G. J. A (2023). Caracterización química de suelos de uso agrícola en una unidad de producción agroalimentaria de Moa. *Minería y Geología* / 39 (1) p. 44-54

Rodríguez, A. (2023). Caracterización de dos suelos Molisoles en la Estancia San Agustín, p35.

Rubio, G. M. (2020). Evaluación de una enmienda cálcica activada con melaza y levadura como acondicionador de suelos disturbados del Ingenio Tres Valles (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2020).

Sadeghian S, Rivera JM, Gómez ME (1999) Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los andes de Colombia. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". <https://agris.fao.org/search/en/providers/123819/records/64735bea2c1d629bc97c26df>

Saxton, K. E., & Rawls, W. J. (2006). Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. *Soil Science Society of America Journal*, 70(5), 10. doi:10.2136/sssaj2005.0117.

Tigrero-Zapata, G. J., Vásconez-Montúfar, G. H., Ferrer-Sánchez, Y., Cedeño-Moreira, A. V., Nieto-Cañarte, C. A., & Abasolo-Pacheco, F. (2022). Identificación del potencial agrícola de suelos en la Amazonía Ecuatoriana, a partir de variables físico-químicas, microbiológicas y ambientales. *Terra Latinoamericana*, 40. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1294>.

Valarezo, G., Carrión, V., Capa, D., y Jiménez, L. 2021. Soil quality/health indicators in a disturbed ecosystem in southern Ecuador. *Soil Science Annual* 72(2). [http://www.soilsa.com/pdf-135991-67511?filename=Soil%20quality\\_health.pdf](http://www.soilsa.com/pdf-135991-67511?filename=Soil%20quality_health.pdf). <https://doi.org/10.37501/soilsa/135991>

Verheye W, Koohafkan P, Natchtergacle F. 2009. Land Use, Land Cover and Soil Sciences. [Libro]. Volume II Land Evaluation. 1era edición. Oxford (United Quingo). [Consultado el 13 de jul. de [https://books.google.hn/books?id=yYTTCwAAQBAJ&dq=verheye+1992&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.hn/books?id=yYTTCwAAQBAJ&dq=verheye+1992&source=gbs_navlinks_s)

Volverás-Mambuscay, B., Merchancano-Rosero, J. D., Campo-Quesada, J. M., & López-Rendón, J. F. (2020). Propiedades físicas del suelo en el sistema de siembra en wachado en Nariño, Colombia. *Agron. Mesoam*, 731-748. doi:10.15517/am.v31i3.39233

Zambrano-Barcia, T. A., Macias-Chila, R. R., Madrid-Jiménez, L. A., & Intriago-Mendoza, H. O. (2021). Omisión de minerales y recuperación con materia orgánica suelos albicos del cantón Jama. *ULEAM Bahía Magazine (UBM)* E-ISSN 2600-6006, 2(3), 40–51. Recuperado a partir de [https://revistas.uleam.edu.ec/index.php/uleam\\_bahia\\_magazine/article/view/130](https://revistas.uleam.edu.ec/index.php/uleam_bahia_magazine/article/view/130)

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) .