

## ATRIBUTOS FÍSICOS Y CONTENIDO TOTAL DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO A DIFERENTES PROFUNDIDADES BAJO EL CULTIVO DE BANANO

F. D. COGO<sup>1\*</sup>, A. FIALHO<sup>1</sup>, F. P. SILVA<sup>2</sup>, C. E. COSTA JÚNIOR<sup>1</sup>, F. D. P. SILVA<sup>1</sup>, M. M. EMERENCIANO<sup>1</sup>, R.R. OLIVEIRA<sup>1</sup>

Universidade do Estado de Minas Gerais<sup>1</sup>, Pesquisador da EPAMIG Sudeste<sup>2</sup>

[franciane.diniz@umeg.br](mailto:franciane.diniz@umeg.br)

Submitted Mayo 01, 2020 – Accepted Marzo, 14, 2023

DOI: 10.15628/holos.2023.14873

### RESUMEN

El cambio en el uso de la tierra promueve la reducción del carbono orgánico del suelo (COS). El objetivo de este trabajo es relacionar el efecto del uso de la tierra a diferentes profundidades en los atributos físicos y contenidos de COS bajo el cultivo de banano en la ciudad de Passos al Suroeste de Minas Gerais. El área de estudio está ubicada en la Granja Experimental de la Universidad del Estado de Minas Gerais. El diseño experimental utilizado fue bloques aleatorizados, en esquema factorial 4 x 2, e cuatro profundidades (0-0,05; 0,10-0,15; 0,25-0,30 e 0,35-0,40 m del suelo) e junto con la evaluación de las áreas de rizosfera y la línea de plantación e tres repeticiones. Fueron evaluados los

**PALABRAS-CLAVE:** *Musa* spp., densidad del suelo, calidad del suelo.

efectos de los tratamientos y la profundidad teniendo en cuenta la posición de la rizosfera y entre los pozos para las plantas del plátano. El contenido de arcilla y arena total mostró diferencia entre las profundidades que muestran valores inversamente proporcionales. La densidad del suelo para entre pozos de banano presentó mayor valor, en comparación con los otros tratamientos. La porosidad del suelo fue más alta para la región rizosférica y el bosque primario. La temperatura disminuye con el aumento de la profundidad. La región rizosférica mostró valores más altos de materia orgánica en comparación con los otros tratamientos. El COS mostró una reducción con el aumento de las profundidades.

## PHYSICAL ATTRIBUTES AND TOTAL ORGANIC CARBON CONTENTS OF THE SOIL IN DIFFERENT DEPTHS UNDER BANANERS

### ABSTRACT

The change in land use generates a decrease in soil organic carbon (COS). The objective of this study was to evaluate the effect of land use at different depths on the physical attributes and COS levels under the banana culture in the city of Passos, Southwest of Minas Gerais. The study area is located at the Experimental Farm of the State University of Minas Gerais. The experimental design used was randomized blocks, in a 4 x 2 factorial scheme, with four depths (0-0.05; 0.10-0.15; 0.25-0.30 and 0.35-0.40 m soil) and two sampling positions (rhizosphere and between holes) with three replications. The effect of treatments and depth were evaluated considering the rhizosphere position and between holes for the banana tree. When there was a significant effect ( $P < 0.05$ ) of treatment, the Tukey-Kramer test was performed at  $P < 0.05$ , using the Sisvar statistical package. The content of clay and total sands showed a difference between the depths showing inversely proportional values.

**KEYWORDS:** *Musa* spp., soil density, soil quality.

The density of the soil for the banana blends showed a higher value, compared to the other treatments. Soil porosity showed higher values for the rhizospheric region and primary forest compared to the region between pits. The temperature decreases with increasing depth. The rhizospheric region showed higher values of litter compared to the other treatments. COS decreased with increasing depths.

## 1 INTRODUCCIÓN

El cambio en el uso de la tierra promueve la reducción de 50 a 61% del carbono orgánico del suelo (HOMBEGOWDA et al., 2016). Además interfiere negativamente con la calidad del suelo y contribuye a la pérdida continua de materia orgánica, que es una preocupación relevante debido a las emisiones de gases de efecto invernadero (LAL, 2004).

El carbono orgánico del suelo (COS) es un sumidero potencial para el carbono atmosférico. Por lo tanto, las prácticas de manejo del suelo pueden maximizar la acumulación de COS (MINASNY et al., 2017). Huang et al. (2019) informan que el stock de COS a una profundidad de 0 a 0.30m, mostró pérdidas entre 1850 y 1980 ciertamente debido al cambio en la cobertura del suelo, mientras que el aumento en el stock ocurrió entre 1980 y 2002, lo que puede explicarse debido a las mejores prácticas de manejo que generaron la reducción de la erosión, la labranza cero, la rotación de cultivos y el uso de leguminosas y cultivos de cobertura.

El manejo del suelo es conocido como uno de los principales factores que interfiere en el control de la materia orgánica (SCHOENHOLTZ et al., 2000). Sin embargo, La materia orgánica del suelo contribuye a la infiltración y almacenamiento de agua en el suelo, la porosidad y la aireación, y cuanto mayor sea la agregación del suelo, mayor será el ciclo total de carbono y nutrientes. (NEVES et al., 2009).

De esta manera, es esencial informar la relación de la arcilla con las existencias de materia orgánica del suelo. Por lo tanto, las texturas arcillosas aumentan el almacenamiento de carbono, mientras que los suelos arenosos tienden a tener una superficie específica más pequeña, lo que perjudica el almacenamiento de carbono. (SILVA; MENDONÇA, 2007). Cuando se producen cambios en los sistemas naturales debido a la acción antrópica, hay un cambio en el equilibrio del almacenamiento de carbono que hace que la ingesta de carbono sea menor que la salida. (CERRI et al., 2009).

El cultivo de plantas perennes, así como los plátanos, requieren un intenso giro del suelo para su implantación, sin embargo, durante la conducción del cultivo ya no es necesario trabajar este suelo físicamente. Además, producen una gran cantidad de residuos orgánicos, pueden promover el aumento de COS (GUIMARÃES et al., 2014). La realización de este estudio se justifica por la búsqueda del manejo más adecuado del suelo em agricultura (NEILL et al., 1997; KUCHARIK et al., 2017), como respiración reducida (BALLANTYNE et al., 2017), y la silvicultura (PIAO et al., 2018), así como identificar sistemas agrícolas capaces de almacenar carbono (C) en asociación con la estabilidad de C (SEGNINI et al., 2019).

El uso incorrecto de la tierra trae algún daño y afecta negativamente al carbono orgánico del suelo, ya que la rotación del suelo permite la descomposición acelerada de la materia orgánica y la consiguiente liberación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Por esta razón, los objetivos de este estudio fueron evaluar el efecto del uso del suelo a diferentes profundidades sobre los atributos físicos y el contenido total de carbono orgánico del suelo bajo el cultivo de banano en la ciudad de Passos, al suroeste de Minas Gerais.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Caracterización del área de muestreo

El estudio se realizó en un área experimental de la Universidad Estatal de Minas Gerais - Unidad Passos, en el municipio de Passos, suroeste de Minas Gerais, Brasil (20°44'25" S, 46°37'44" W), a una altitud promedio de 875 metros, en un terreno de pendiente promedio de 6 grados.

El clima de la región según el de Köppen (1948) é tipo Cwa - Clima de altitud subtropical/tropical con invierno seco y verano lluvioso. La precipitación promedio anual es de 1.400 mm y la temperatura promedio anual mínima es de 13,4°C y la temperatura promedio máxima de 25,2°C (INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2019).

El suelo fue clasificado como Distrófico Amarillo Rojo Latosol (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA, 2018, textura promedio. La vegetación natural formada por bosque estacional semidecidual, de transición al Cerrado. La Tabla 1 presenta los atributos de fertilidad del suelo del área del estudio.

**Tabla 1: Valores médios para pH, P (mg/dm<sup>3</sup>), K (mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), Ca (mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), Mg (mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), Al (mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), H+Al (mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), SB (mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), CTC (mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) e V (%).**

Tratamiento	Entre pozos	Rizosfera	Bosque	Entre pozos	Rizosfera	Bosque
	.....pH <sup>1</sup> .....			.....P <sup>2</sup> .....		
5	5,07	4,13	4,50	41,0	62,0	8,67
10	4,97	3,77	4,10	27,0	19,6	5,67
25	5,10	8,00	4,00	23,0	8,00	5,00
35	4,90	6,67	4,00	16,0	4,43	7,67
	.....Al <sup>3</sup> .....			.....H+Al <sup>4</sup> .....		
5	1,67	7,33	5,3	29,7	52,3	49,0
10	2,33	11,3	8,7	26,7	66,0	55,3
25	1,67	8,67	8,7	27,3	41,3	55,0
35	4,33	5,67	7,3	29,3	29,3	51,7
	.....K <sup>2</sup> .....			.....Ca <sup>2</sup> .....		
5	2,80	5,80	2,40	29,3	12,0	8,80
10	2,70	1,30	1,53	24,3	8,00	7,67
25	6,20	1,40	1,40	24,3	9,67	26,0
35	3,00	1,60	1,23	23,0	11,3	7,67
	.....Mg <sup>2</sup> .....			.....CTC.....		
5	8,67	4,67	11,0	70,3	70,3	81,0
10	6,67	2,67	4,67	60,3	77,7	69,0
25	7,00	3,00	4,00	61,3	55,3	67,0
35	5,67	3,67	4,33	61,0	46,0	65,0
	.....V.....					
5	57,0	18,3	47,7			
10	45,0	25,7	26,3			
25	55,0	25,7	17,3			
35	49,7	36,0	20,3			

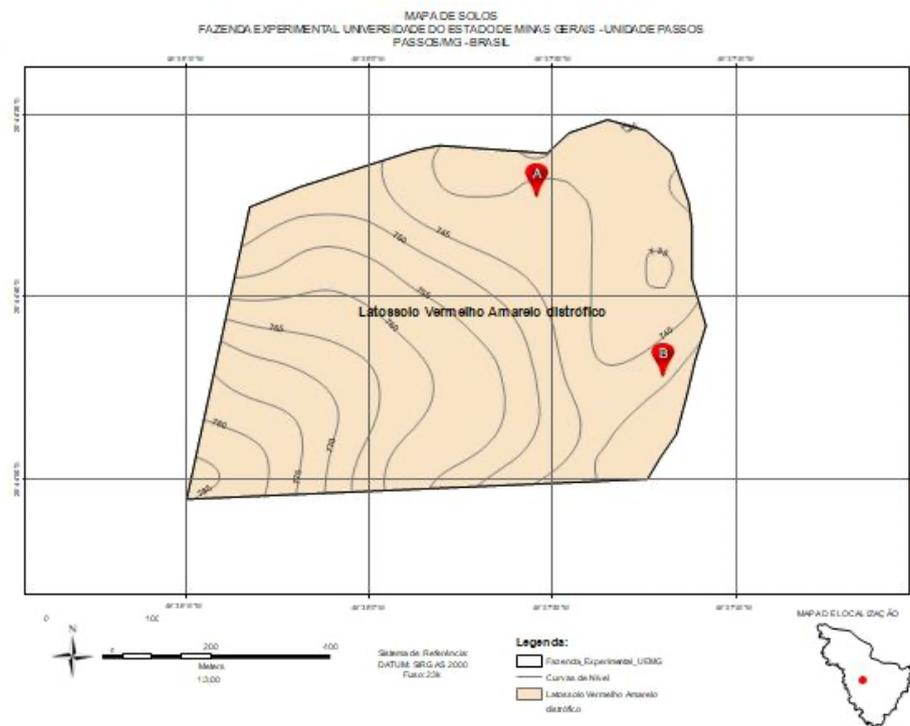
(<sup>1</sup>)pH em  $\text{CaCl}_2 0.01 \text{ mol L}^{-1}$  em uma taxa de 1:2.5 (m/v); (<sup>2</sup>) P,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  extraído por resina trocável; (<sup>3</sup>)  $\text{Al}^{3+}$  extraído por  $\text{KCl} 1 \text{ mol L}^{-1}$ ; (<sup>4</sup>)  $\text{H}^+$  extraído pelo método SMP; (<sup>5</sup>) SB = soma dos cátions básicos; (<sup>5</sup>) CTC = capacidade de troca de cátions; (<sup>5</sup>) V = saturação de bases, são indicadores de fertilidade do solo (SOUSA; LOBATO, 2004).

## 2.2 Diseño experimental

Los tratamientos consistieron en una plantación de banano en plantación única y convencional y bosque primario, como se muestra en la tabla 2. El muestreo se realizó a profundidades 0-0,05; 0,10-0,15; 0,25-0,30 y 0,35-0,40m del suelo. El suelo se recogió en la rizosfera y a media distancia entre los pozos de plátano, entre los hoyos la distancia es de 3,50 m de distancia de cada pozo. La figura 1 muestra las áreas en estudio.

**Tabla 2: Tratamientos y posición de muestreo.**

Símbolo	Descripción	Posición de muestreo
B (R)	Banano Rizosfera	Em pozos em pontos aleatorios
B (EC)	Banano entre pozos	La distancia media entre los pozos
BP	Bosque primário	Puntos em zigzag aleatorios



**Figura 1: Área de muestreo em la ciudad de Passos, MG. Los tratamientos son: A, bananos; B, bosque primário.**

Implantaron plantaciones de banano en 2012, em espaciado 3,5 x 4,0m, con las fertilizaciones aplicadas de acuerdo con las recomendaciones técnicas para el estado de Minas Gerais (GUIMARÃES et al., 1999), con la aplicación de 50g de Superfosfato simple por pozo y en la fertilización de la cubierta con la dosis de 3 g de boro (B) por planta en 2 años consecutivos (Tabla

3). Rutinariamente se cosechan los chachos de banano, luego se realiza el corte de las plantas que quedan depositadas en el suelo.

**Tabla 3: Historia del cultivo en la región de plantaciones de banano.**

	Histórico
Banano (Musa spp.)	Plantio 2012 - 8 anos de idade
Fertilización de sembra	Dose de 50 g de Superfosfato simple por pozo
Fertilización de la Cubierta	Dose de 3 g de boro (B) por planta em 2 años seguidos

### 2.3 Variables analizadas

Para la evaluación de las propiedades químicas y físicas de los suelos, las muestras se tomaron a profundidades de 0-0,05; 0,10-0,15; 0,25-0,30 y 0,35-0,40 m del suelo. Luego, la muestra se colocó a secar y luego se pasó en los tamices de 2 mm de diámetro, para el análisis, con alguna excepción para la densidad del suelo.

#### 2.3.1 Textura del suelo

Para determinar la textura del suelo, se utilizó el método de pipeta (CAMARGO et al., 1986). luego se movió a un contenedor 20 g del suelo y 100 mL de solución dispersante (NaOH), y llevado al agitador de 30 rpm, durante dieciséis horas. En la secuencia la suspensión fue transferida para un recipiente (proveta) de 500 mL (5 cm de diámetro), y tamizada por un tamiz de malla de 0,2 mm y completó el volumen con agua destilada. El material retenido en el 0,053mm se colocó para secar el 105-110°C y midió la masa y así determinó toda la arena. La arena total se fraccionó en arena gruesa (2,00 - 0,210 mm) y arena fina (0,210 - 0,053 mm) del suelo utilizando el agitador de tamiz.

Después de completar el volumen de la proveta a 500 mL, y agitar la suspensión durante treinta segundos con un palo que contiene en el extremo inferior un émbolo de goma con un diámetro ligeramente menor que el del cilindro, con movimiento desde la boca hasta el fondo y vice-versa. Después del tiempo requerido para la sedimentación del limo, siguiendo la ley de Stokes, una pipeta de 10 mL en la profundidad de 5 cm para muestreo de arcillas, con aspiración continua para evitar y se transfieren a invernadero 105-110°C hasta que alcance masa constante. De esta manera Se obtiene el peso de la arcilla + dispersante (A+D) y la arcilla + limo + dispersante (A+L+D).

Los resultados se expresarán como porcentaje del suelo delgado secado al aire. De las tasas pesadas, reste el peso del dispersante que, en el caso descrito, corresponde a aproximadamente 0.014g. Para los cálculos de las fracciones se utilizaron las ecuaciones (1, 2, 3 y 4).

$$\text{Arcilla (\% na TFSA)} = [\text{masa arcillosa + dispersante (A+D)} - \text{peso del dispersante (D)}] \times 500 \quad (1)$$

$$\text{Limo (\% na TFSA)} = [\text{masa arcillosa} + \text{limo} + \text{dispersante (A+S+D)} - \text{peso da arcilla (A)} - \text{masa do dispersante (D)}] \times 500 \quad (2)$$

$$\text{Arena gruesa (\% na TFSA)} = \text{masa arcillosa y arena gruesa (AG)} \times 10 \quad (3)$$

$$\text{Arena delgada (\% na TFSA)} = 100 - (\% \text{ arcilla} + \% \text{ limo} + \% \text{ arena gruesa}) \quad (4)$$

### 2.3.2 Densidad del suelo

La densidad del suelo ( $D_s$ ) se obtuvo por la relación entre la masa no deformada ( $m$ ) secada en un horno a 105-110 ° C y el volumen del cilindro ( $V_c$ ), y el resultado se expresó en g/cm<sup>3</sup> (BLAKE; HARTGE, 1986). Realizado de acuerdo con la ecuación (5).

$$D_s = \frac{m}{V_s} \quad (5)$$

### 2.3.3 Densidad de partículas

El método utilizado fue el globo volumétrico (BLAKE; HARTGE, 1986). La determinación de la densidad de partículas se definió por la relación entre la muestra de suelo seco ( $m_s$ ) y el volumen ocupado de las muestras sólidas ocupadas ( $V_s$ ), y el resultado se expresó en g/cm<sup>3</sup>, según el cálculo con la ecuación (6).

$$D_s = \frac{m_s}{V_s} \quad (6)$$

### 2.3.4 Volumen total de poros

Calculado utilizando la densidad total del suelo y el valor de la densidad de partículas, utilizando la ecuación (7), y VTP es el volumen total de partículas;  $D_s$  es la densidad de partículas y  $D_p$  es densidad de partículas, demostrado en % (VOMOCIL, 1965).

$$VTP = 1 - \frac{m_s}{V_s} \quad (7)$$

### 2.3.5 Temperatura del suelo

La temperatura del suelo se obtuvo utilizando el geotermómetro digital (TE07), tipo pincho con varilla de penetración de acero inoxidable. Para medir la temperatura del suelo, se colocó el termómetro a cada profundidad descrita en este estudio.

### 2.3.6 Hojarasca

La hojarasca se cuantificó a través de un marco de 0.5m x 0.5m. Las muestras se recogieron aleatoriamente en cada parcela, con la ayuda de una navaja de bolsillo, y se secaron en invernaderos con circulación de aire forzada a 50-55°C, hasta alcanzar una constante. La masa obtenida se convirtió en tonelada por hectárea.

### 2.3.7 Carbono orgánico total del suelo

Para obtener el contenido total de carbono orgánico (TOC) del suelo, la materia orgánica del suelo se determinó inicialmente por el método colorimétrico. Para su realización se transfirió 0,25 cm<sup>3</sup> del suelo para un copo descartable de 50mL. Luego se agregó 2,5 mL de la solución de Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.2H<sub>2</sub>O 4N en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10mol/L, agitado en un agitador por 10 minutos, y se dejó en reposo durante 1 hora. Se agregaron 12.5 mL de agua potable y descanso por una noche. Al día siguiente, se transfirió una tasa del sobrenadante al cubo del colorímetro para la lectura en 588 nm (CAMARGO et al., 1986)

A partir de los datos de materia orgánica del suelo, esto se dividió por el factor 1.724 para obtener carbono orgánico del suelo. Se utiliza el factor 1.724 porque se admite que, en la descomposición media de la materia orgánica del suelo, el carbono participa en un 58% (EMBRAPA, 2006).

## 2.4 Análisis estadísticos

El diseño experimental utilizado fue bloques aleatorizados, en un esquema factorial de 4 x 2, siendo cuatro profundidades (0-0,05; 0,10-0,15; 0,25-0,30 y 0,35-0,40 m de suelo) y dos posiciones de muestreo (rizosfera y entre pozos), con tres repeticiones. El efecto del cultivo de banano en los atributos se probó mediante análisis de varianza (ANOVA). Los efectos de los tratamientos y la profundidad se evaluaron teniendo en cuenta la posición de la rizosfera y entre los hoyos para el plátano. Cuando hubo un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) del tratamiento, se realizó la prueba de Tukey-Kramer  $P < 0,05$  utilizando el paquete estadístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

## 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1.1 Textura del suelo

Se observó que para la profundidad las fracciones de arcilla y arena total mostraron diferencia significativa. No hubo diferencias significativas para el limo y la arena fina en relación con la profundidad y para todas las fracciones con respecto a la posición de muestreo y la interacción entre factores. El análisis de varianza para arcilla y arena total reveló que había una diferencia entre las profundidades (Figura 2).

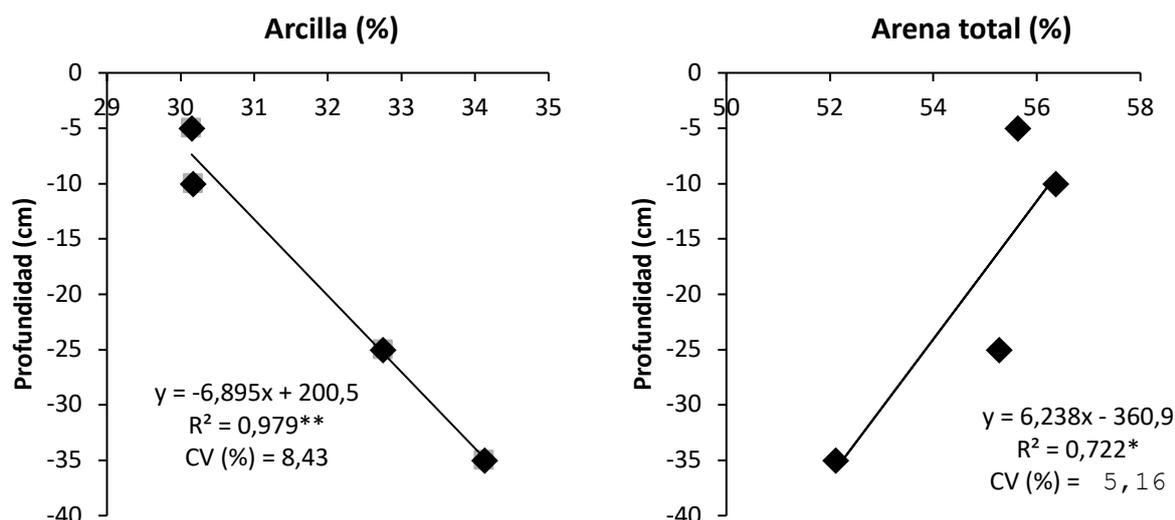


Figura 2: Valores promedios para arcilla y arena total.  
Obs.: \*significativo en  $p < 0,05$ \*\*, em  $p < 0,01$  e ns no significativo.

Los valores de arcilla y arena fueron inversamente proporcionales, lo que puede atribuirse al movimiento de la arcilla a la profundidad en estudio. El mayor porcentaje de arcilla en profundidad (Figura 2) es importante en el secuestro de COS, ya que esta fracción tiene interacción positiva con el carbono (CHRISTENSEN, 2000). Los estudios realizados por Rangel (2007) demostró que la fracción de arcilla puede corresponder en promedio, a 94 % do COS.

### 3.1.2 Densidad del suelo, densidad de partículas, volumen total de poros y temperatura del suelo

En las posiciones de muestreo (rizosfera y entre pozo) hubo diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) para  $D_s$  y VTP. No hubo diferencia significativa para el  $D_p$  en relación con la posición de muestreo y para las variables relativas a la profundidad del muestreo y la interacción entre factores.

El análisis de varianza para  $D_p$  no mostró diferencia estadística, con el valor promedio de  $2,37 \text{ g cm}^{-3}$ , este valor se puede atribuir a la presencia de 5,95%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (PIRES et al.,2012) que tiene una alta densidad de partículas, asociada con 11,83%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e 8,36%  $\text{SiO}_2$  (PIRES et al.,2012) que permite la gran estabilidad de este suelo.

$D_s$  y VTP mostraron diferencia estadística ( $p < 0,005$ ).  $D_s$  para entre pozos de banano mostraron mayor valor ( $1,35 \text{ g cm}^{-3}$ ), en comparación con los otros tratamientos (Figura 3). Este resultado se puede atribuir al menor volumen de raíces en esta región en comparación con los otros tratamientos, y simultáneamente entre los hoyos se produce el tráfico de personas y máquinas para realizar el manejo del cultivo.

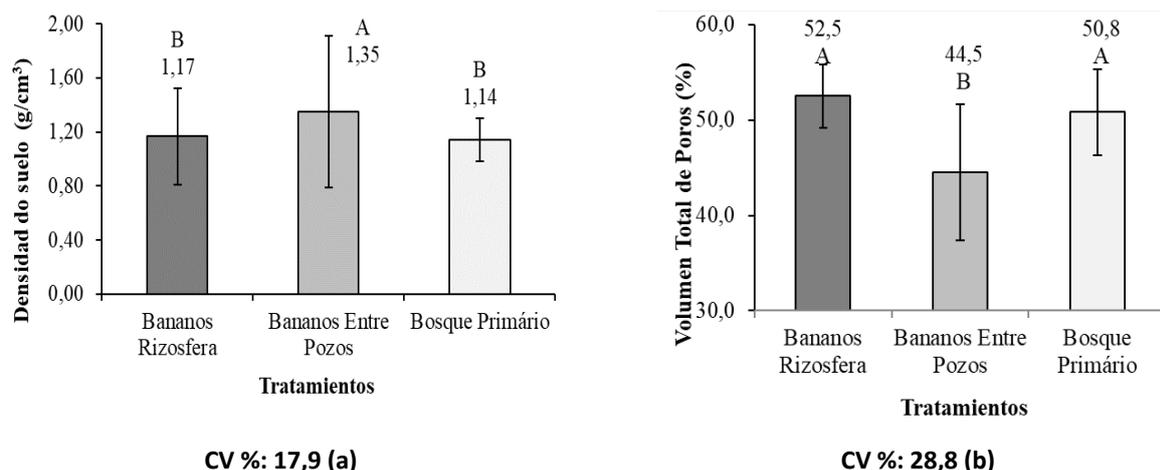


Figura 3: Densidad del Suelo ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) (a) e Volumen total de poros (%) (b).

Obs.: Promedios seguidos de las mismas letras mayúsculas entre tratamientos no difieren por el Tukey-Kramer ( $P < 0,05$ ).

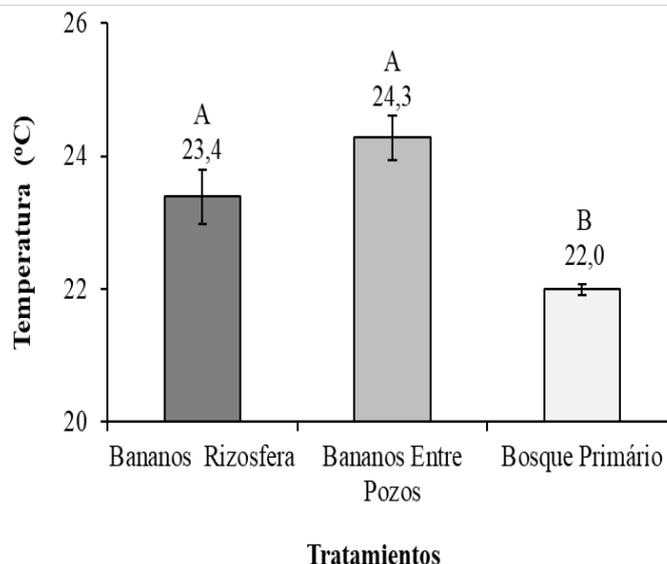
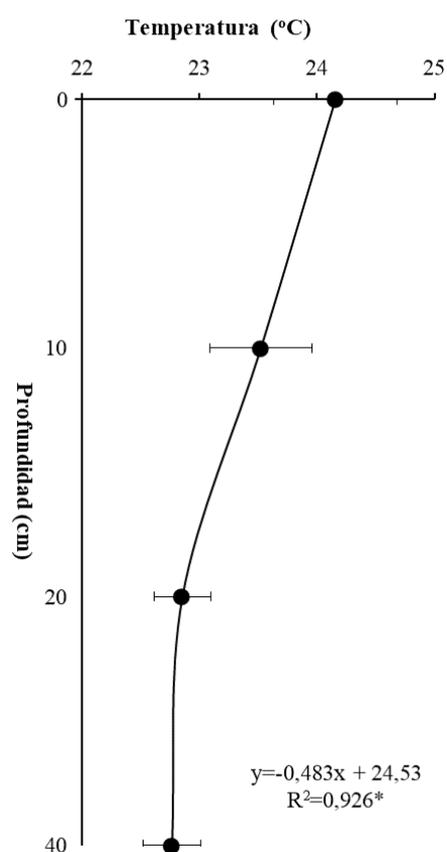
La densidad entre la región rizometal del banano (pozos) y el bosque primario no presenta diferencia estadística, tal resultado para el cultivo de banano puede atribuirse a que el sistema radicular del banano se concentra en un 80% en la superficie y en este ambiente se encuentran las raíces de mayor diámetro que tienden a concentrarse cerca del pseudotallo de la planta y a profundidades inferiores a 0,40 m (SANT'ANA et al., 2012).

La porosidad del suelo mostró valores más altos para la región rizosérrica (52,5%) y el bosque primario (50,8), en comparación con la región entre pozos (44,5%), como se muestra en la figura 3. El resultado de este estudio es cercano al estudio realizado por el cual encontró un promedio de 48% de la porosidad a 0,30m Señalización de que el sistema radicular es el principal factor que modifica ese atributo del suelo (MIOTTI et al., 2013; MOTA et al., 2017).

La temperatura del suelo mostró diferencia estadística para tratamientos y profundidades ( $p < 0,001$ ). La figura 5 (a) presenta el perfil del suelo a las profundidades estudiadas, demostrando que con el aumento de la profundidad hay una reducción de la temperatura del suelo. Los valores encontrados que van de 21,9 a 25,4 pueden atribuirse al tiempo de recolección de temperatura (CORTEZ et al., 2015), en este estudio la recolección se realizó por la tarde, entre las 13 y las 16h.

(a)

(b)



**Figura 5 Promédios de temperatura do solo em profundidade (a) e entre tratamentos (b).**

**Obs.: \*significativo em  $p < 0,05$  (a); Promédios seguidos de las mismas letras mayúsculas entre los no tratamientos, por la prueba de Tukey-Kramer ( $P < 0,05$ ) (b).**

La figura 5 (b) presenta las diferencias entre los tratamientos y demuestra que los sistemas de gestión también influyen en la temperatura del suelo (VEIGA et al., 2010). La cobertura de la superficie del suelo juega un papel importante en su temperatura, que se verifica cuando se compara con las trampas de banano con el bosque primario (variación promedio de 1,4 °C para la rizosfera y 2,3°C para entre pozos). Estos resultados son de gran importancia ya que la cubierta vegetal es responsable del intercambio y almacenamiento de energía térmica con el suelo. (CARNEIRO et al., 2014). La ausencia de diferencia entre las posiciones muestreadas puede justificarse por la presencia de braquiaria en el área entre los huesos de plátano y también las plantas de banano causan sombra.

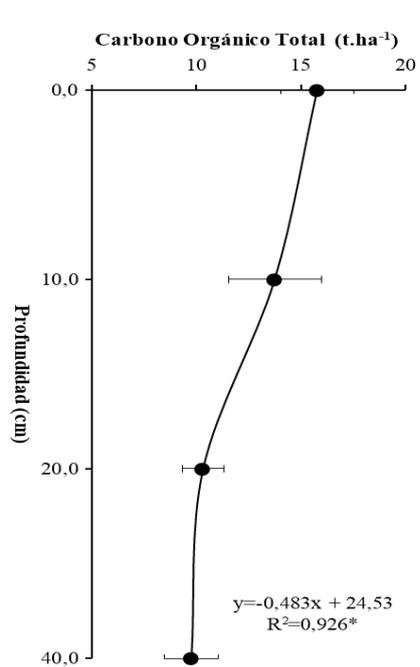
### 3.1.3 Hojarasca y el contenido total de carbono orgánico del suelo

Se observó que había diferencias estadísticas entre los tratamientos (Figura 6 a) por la prueba de Tukey-Kramer ( $P < 0,05$ ). Los valores más altos observados para el área rizosférica se debieron a la presencia de la hojarasca (3,29 t/ha) en comparación con los otros tratamientos, pueden atribuirse a la producción continua de biomasa vegetal por parte de los árboles de banano,

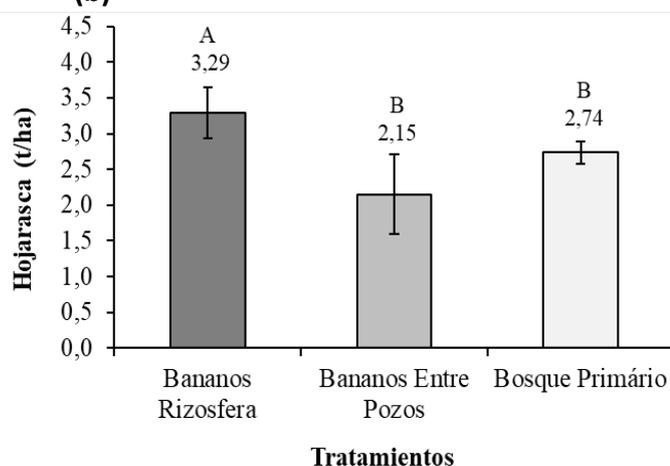
como hojas y pseudotallo, que después de la producción de banano, se cortan y se dejan en el área.

Este manejo es de gran importancia ya que la presencia de hojarasca reduce la pérdida de agua (CANNAVO et al., 2011), las oscilaciones térmicas, suministra energía para la actividad de la biota edáfica y contribuye a la disminución de la velocidad y el volumen de la escorrentía superficial, reduciendo así la erosión (SILVA; CURI; BLANCANEUX, 2000; ARELLANO, 2001).

(a)



(b)



**Figura 6** Contenido total de carbono orgánico del suelo (a) y valores promedio de hojarasca para diferentes tratamientos (b).

**Obs.:** \* significativo en  $p < 0,05$  (a); Promedios seguidos de las mismas letras mayúsculas entre los no tratamientos, por la prueba de Tukey-Kramer ( $P < 0,05$ ) (b).

El carbono orgánico mostró una diferencia significativa entre las profundidades ( $p < 0,05$ ), ya que las mayores cantidades de residuos orgánicos se encuentran en la superficie, como se muestra en la Figura 6 (b). Es interesante informar que no hubo diferencia entre los tratamientos para el contenido de carbono C, lo que indica que este sistema puede contribuir a la retención de COS en el suelo.

Además, la conversión del bosque nativo a la agricultura puede conducir a un fuerte daño en la retención de COS, y el mecanismo clave para acelerar este proceso es la erosión, ya que acelera la descomposición de la materia orgánica durante el transporte y la deposición (VAN OOST

et al., 2007), que se reduce en el área de este estudio, debido a la cobertura del suelo en la rizosfera (residuos del cultivo del banano) y entre los pozos (brachiaria).

Según Lal (2008) el uso de técnicas bióticas es una de las opciones para mitigar los riesgos climáticos derivados del aumento del CO<sub>2</sub> atmosférico. El cultivo del banano, como se demuestra en este estudio, es una de estas técnicas bióticas, que contribuye al almacenamiento de COS y simultáneamente a la mejora de la calidad del suelo y al mantenimiento de la productividad de la biomasa. (LAL, 2004). El uso de la tierra a partir de prácticas agrícolas de conservación sugiere en Además del volumen de residuos y la disminución de la pérdida de COS (COSTA et al., 2008; LIU et al., 2011).

#### 4 CONCLUSÕES

1. El contenido de arcilla y arena total mostró una diferencia entre las profundidades que muestran valores inversamente proporcionales;
2. La densidad del suelo para las entre pozos del cultivo de banano presentó mayor valor, en comparación con los otros tratamientos;
3. La porosidad del suelo presentó valores más altos para la región rizosférica y el bosque primario en comparación con la región entre pozos;
4. La temperatura disminuye con el aumento de la profundidad;
5. La región rizosférica presentó mayores valores de camada en comparación con los otros tratamientos.
6. El carbono orgánico total del suelo mostró una reducción con el aumento de las profundidades.

#### 5 REFERENCIAS

- ARELLANO, G. R. Evaluación Del escurrimiento y pérdida de suelo em agroecosistemas de café. **Revista Florestal Venezuelana**, v. 45, n. 1, p. 9-14, 2001.
- BALLANTYNE, A.; SMITH, W.; ANDEREGG, W.; KAUPPI, P.; SARMIENTO, J.; TANS, P.; SHEVLIKOVA, E.; PAN, Y.; POULTER, B.; ANAV, A. Accelerating net terrestrial carbon uptake during the warming hiatus due to reduced respiration. **Nat. Clim. Chang.** v.7, P.148-152, 2017.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. BULK DENSITY. IN: KLUTE A (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. Madison: ASA, p. 363-375, 1986.
- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORJE, J. A.; VALADRES, J. M. A. S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solo do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1986. 94p. (Boletim, 106).
- CANNAVO, P. et al. Agroforestry associating coffee and Inga in si flora results in complementarity for water uptake and decreases deep drainage in Costa Rica. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 140, n. 4, p. 1-13, 2011.

- CARNEIRO, R. G.; MOURA, M. A. L.; SILVA, V. P. R.; SILVA JÚNIOR, R. S.; ANDRADE, A. M. D.; SANTOS, A. B. Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente da Mata Atlântica. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.1, p. 99-108, 2014.
- CERRI, C.C.; MAIA, S.M.F.; GALDOS, M.V.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J. & BERNOUX, M. Brazilian greenhouse gas emissions: The importance of agriculture and live stock. *Sci. Agric.*, 66:831-843, 2009.
- CHRISTENSEN, B. T. Organicmatter in soil: Structure, function and turnover. In: PLANT production. **Tjele**, p. 95. (DIAS Report, 30), 2000.
- CORTEZ, W. J.; NAGAHAMA, J. H.; OLSZEWSKI, N.; FILHO, A, P. Umidade e temperatura de Argissolo amarelo em sistemas de preparo e estádios de desenvolvimento do milho. **Eng. Agríc.**, v.35, n.4, p.699-710, 2015.
- COSTA, F. S. et al. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 323-332, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar 5.0: sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2011.
- GUIMARÃES, G. V.; GONZAGA, M. I. S.; MELO NETO, J. O. Management of soil organic matter and carbon storage in tropical fruit crops. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.18, n.3, p.301–306, 2014.
- HOMBEGOWDA, H.C.; VAN STRAATEN, O.; KÖHLER, M., HÖLSCHER, D. Ontherebound: soil organic carbon stocks canbouncebacktonearforestlevelswhenagroforestsreplaceagriculture in southernIndia. **SOIL**. 2016.
- HUANG, J. HARTEMINK, A. E.; ZHANG, Y. Climateand Land-Use Change Effect son Soil Carbon Stocks over 150 Years in Wisconsin, **USA Remote Sens**, v.11, p.1504-1509, 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cultura da Banana**. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>> Acesso em: 09/06/2019.
- KUCHARIK, C. J.; BRYE, K. R.; NORMAN, J. M.; FOLEY, J. A.; GOWER, S. T.; BUNDY, L. G. Measurements and modeling of carbon and nitrogen cycling in agroecosystems of southern Wisconsin: Potential for SOC sequestration during the next 50 years. **Ecosystems**, v.4, p.237–258, 2001.
- LAL, R. Carbonsequestration. **Philosophical Transactions of the Royal Society, London**, v. 363, n. 1492, p. 815-830, 2008.
- LAL, R. Soil carbon sequestrationto mitigate climate change. **Geoderma**, v.123, p.1-22, 2004.

- LIU, S. et al. Are soil of Iowa USA currently a carbon sink or source? Simulated changes in SOC stock from 1972 to 2007. **Agriculture, EcosystemsandEnvironment**, v. 140, n. 1/2, p. 106-112, 2011.
- MINASNY, B.; MALONE, B.P.; MCBRATNEY, A. B.; ANGERS, D. A.; ARROUAYS, D.; CHAMBERS, A.; CHAPLOT, V.; CHEN, Z.-S.; CHENG, K.; DAS, B. S. Soilcarbon 4 per mille. **Geoderma**, v.292, p59–86, 2017.
- MOTA, J. C. A.; FREIRE, G. A.; ALVES, C. V. O. Impactos de uso e manejo do solo na variabilidade e qualidade de atributos físicos de Cambissolos. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 11, n. 4, p. 277-289, 2013.
- NEILL, C.; MELILLO, J. M.; STEUDLER, P. A.; CERRI, C. C.; DE MORAES, J. F. L.; PICCOLO, M. C.; BRITO, M. Soil carbon and nitrogen stocks following Forest clearing for pasture in the southwestern Brazilian Amazon. **Ecol. Appl.** v.7, p.1216–1225, 1997.
- NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; MACEDO, R. L. G.; MOREIRA, F. M. de S.; D’ANDRÉA, A. F. Indicadores biológicos da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do Estado de Minas Gerais. **Ciência Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 105-112, jan./fev. 2009.
- PIAO, S.; HUANG, M.; LIU, Z.; WANG, X.; CIAIS, P.; CANADELL, J. G.; WANG, K.; BASTOS, A.; FRIEDLINGSTEIN, P.; HOUGHTON, R. A.; ET AL. Lowerland-use emissions responsible for increased net land carbon sink during the slow warming period. **NatureGeoscience**, v. 11, p.739–743, 2018.
- PIRES. B. S.; DIAS JUNIOR, M. S. D. J.; ROCHA, W. W.; ARAUJO JUNIOR, C. F. Modelos de Capacidade de Suporte de Carga de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob Diferentes Usos e Manejos. **R. Bras. Ci. Solo**, v.36, p.635-642, 2012.
- RANGEL, O. J. P; SILVA, C. A.; Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.31, p.1609-1623, 2007
- SANT’ANA, J. A. V.; COELHO, E, F.; FARIA, M. A.; SILVA, E. L.; DONATO, S. L. R. Distribuição de raízes de bananeira ‘Prata-Anã’ no segundo ciclo de produção sob três sistemas de irrigação. **Rev. Bras. Frutic.** v. 34, n. 1, p. 124-133, 2012.
- SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS et al., **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.
- SEGNIN, A.; XAVIER, A. A. P; OTAVIANI-JUNIOR, P. L.; OLIVEIRA, P. P. A. Soil carbon stock and humification in pastures under different levels of intensification. **Sci. agric.**, v.76, n.1, 2019.
- SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BLANCANEAUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de latossolo roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.12, p.2485-2492, dez. 2000.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2004. 416 p

VAN OOST, K. et al. The impact of agricultural soil erosion on the global carbon cycle. **The American Association for the Advancement of Science**, v. 318, n. 5850, p. 626-629, 2007

VEIGA et al., 2010.

VOMOCIL, J. A. Porosity. In: BLACK, C. A. (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 499-510.

#### COMO CITAR ESTE ARTIGO:

COGO, F. D., CUSTÓDIO JÚNIOR, C. E., PRAXEDES SILVA, F. D., MEDEIROS EMERENCIANO, M., & RODRIGUES DE OLIVEIRA, R. (2023). ATRIBUTOS FÍSICOS E TEORES DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL DO SOLO EM DIFERENTES PROFUNDIDADES SOB BANANEIRAS. HOLOS, 3(39). Recuperado de <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10025>

#### SOBRE OS AUTORES:

F. D. COGO

Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Acadêmica de Passos

E-mail: [franciane.diniz@umeg.br](mailto:franciane.diniz@umeg.br)

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-3152-1381>

C. E. CUSTÓDIO JÚNIOR

Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Acadêmica de Passos

E-mail: [carloseduardocustodiojr@yahoo.com.br](mailto:carloseduardocustodiojr@yahoo.com.br)

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0003-2167-6467>

F. D. P. SILVA

Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Acadêmica de Passos

E-mail: [felipeduartepraxedes@gmail.com](mailto:felipeduartepraxedes@gmail.com)

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-1597-7661>

M. M. EMERENCIANO

Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Acadêmica de Passos

E-mail: [mayconmedeiros28@hotmail.com](mailto:mayconmedeiros28@hotmail.com)

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-6452-7720>

R. R. OLIVEIRA

Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Acadêmica de Passos

E-mail: [ramonrodrigues1982@hotmail.com](mailto:ramonrodrigues1982@hotmail.com)

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0003-0732-6428>

**Editor** : Francinaide de Lima Silva Nascimento

**Ad Hoc Reviewer**: André Luiz Ribas de Oliveira e Ricardo Shiguera Okumura



Submitted May 1, 2020  
Accepted March 14, 2023

Published April 4, 2023

