

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, VELASCO FLORES EDUARDO HONORATO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EFECTO DE BIOESTIMULANTES SOBRE PROPIEDADES DEL SUELO, CLOROFILA Y SALUD RADICAL DEL BANANO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

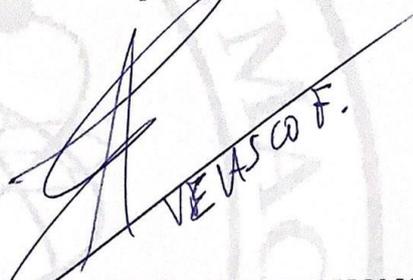
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 21 de septiembre de 2022



VELASCO F.

VELASCO FLORES EDUARDO HONORATO  
0703932665

## RESUMEN

**Introducción:** El cultivo de banano (*Musa spp.*) dinamiza la economía del Ecuador, representando uno de los principales rubros de exportación. Existen limitantes en la producción bananera relacionadas con el suelo. Por ello, las propiedades físicas y químicas del suelo son fundamentales en la producción. El desarrollo vegetativo de una planta depende de la salud radicular. De tal manera que se han desarrollado aplicaciones de bioestimulantes (ácidos húmicos y enraizadores) y prácticas agrícolas (aireación y volteo del suelo con herramienta).

**Objetivo:** Evaluar el efecto de diferentes programas de estimulación radical para el cultivo de banano, analizando las propiedades físicas, químicas del suelo, nivel de clorofila a nivel foliar y salud radicular.

**Materiales y métodos:** El experimento se realizó en la finca "Adrianita" ubicada en el cantón El Guabo, en la provincia de El Oro, Ecuador. Se usó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Densidad aparente (DA), densidad real (DR), porcentaje de porosidad (PP), porcentaje de humedad volumétrica (HV), porcentaje de carbono (PC), materia orgánica (MO), pH, conductividad eléctrica (CE); niveles de clorofila (SPAD); masa total de raíces (MR), porcentaje de raíces funcionales (PRF), y porcentaje de raíces no funcionales (PRnF).

**Resultados y Conclusión:** Los resultados revelaron que la profundidad del suelo tiene correlación con los parámetros físico, químicos del suelo. También existe mucha influencia de factores bióticos y abióticos sobre los datos obtenidos de muestras de suelos superficiales. El SPAD y PRF incrementó en las plantas

que recibieron tratamiento de volteo con herramienta.

**Palabras clave:** banano, *Musa* spp., aireación y volteo del suelo con herramienta, bioestimulantes.

### **ABSTRACT**

**Introduction:** The banana (*Musa* spp.) production stimulates Ecuadorian economy; it represents one of the main export items. There are limitations in banana production related to the soil. Therefore, the physical and chemical properties of the soil are fundamental in production. The vegetative development of a plant depends on root health. In such a way that biostimulant applications (humic acids and rooters) and agricultural practices (aeration and soil turning with tools) have been developed.

**Objective:** To evaluate the effect of different root stimulation programs for banana cultivation, analyzing the physical and chemical soil properties, foliar chlorophyll level and root health.

**Materials and methods:** The experiment was carried out in the "Adrianita" farm located in the canton of El Guabo, in the province of El Oro, Ecuador. A completely randomized block design (DBCA) was used, with six treatments and four replications. The variables evaluated were: apparent density (DA), real density (DR), percentage of porosity (PP), percentage of volumetric humidity (HV), percentage of carbon (PC), organic matter (OM), pH, electrical conductivity (EC); chlorophyll levels (SPAD); total root mass (MR), percentage of functional roots (PRF), and percentage of non-functional roots (PRnF).

**Results and Conclusion:** The results revealed that soil depth is correlated with the physical and chemical parameters of the soil. There is also much influence of biotic and abiotic factors on the data obtained from surface soil samples. SPAD

and PRF increased in plants that received turning treatment with a tool.

**Key words:** banana, *Musa* spp., soil aeration and turning with tools, biostimulants.

## INTRODUCCION

El cultivo de banano (*Musa* spp.) representa para Ecuador uno de los principales rubros de exportación, constituyéndose como un activo importante en el ámbito socioeconómico y alimentario del país (Urgiles, 2021). En este ámbito, en Ecuador existen 180 mil ha en producción, concentradas en las provincias de Los Ríos, Guayas, El Oro y Esmeraldas (INEC, 2021).

La producción bananera, enfrenta problemas recurrentes en torno a limitantes productivas, relacionadas con el recurso suelo. Según la FAO (2020), un suelo degradado no provee las condiciones necesarias para una producción sostenible. En este sentido, las propiedades físicas y químicas y su relación con la topografía y las condiciones climáticas predominantes representan un papel importante en la capacidad productiva del suelo.

Según Abad et al. (2009), el sistema radical de las plantas puede ser afectado por distintos factores externos, como el clima, régimen hídrico y condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. De tal manera, el desarrollo vegetativo y productivo de una planta puede verse afectado al momento de persistir este tipo de condiciones adversas que limitan el normal desarrollo de las raíces (Villarreal-Núñez et al., 2013; Soriano Soriano et al., 2019).

En este contexto, Sánchez (2020) relata la importancia del uso de

bioestimulantes en el desarrollo radical. Por otro lado, Canellas et al. (2015) menciona que los bioestimulantes a base de ácidos húmicos y fúlvicos favorecen biológicamente el desarrollo de raíces, reestablece las propiedades físicas y biológicas del suelo y aumenta la absorción de nutrientes (Mendoza, 2015); en este sentido, mejoran el vigor, rendimiento y calidad de los cultivos (Bulgari et al., 2015).

Existen trabajos que muestran la eficacia de la aplicación de bioestimulantes como promotores de la masa de raíces. Por ejemplo, Enriquez (2021) muestra que la aplicación de fósforo con ácidos húmicos mejora las características del cultivo de banano, y recomienda realizar ensayos con la finalidad de proliferar pelos absorbentes en las raíces de esta musácea. Por otro lado, entre los mejoradores físicos para contrarrestar problemas de compactación del suelo, Chabla (2018) menciona que el paso de Hércules en media luna incrementa el porcentaje de raíces vivas porque aumenta la porosidad del suelo, teniéndose mejores relaciones suelo-planta. De igual manera, Bustamante (2016) indica la efectividad de las prácticas de roturación sobre el incremento de materia orgánica en suelos franco arenosos.

Por lo anteriormente mencionado, este trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de distintos programas de estimulación radical para el cultivo de banano bajo un sistema de riego subfoliar, teniendo como parámetros de estudio, las propiedades físicas, químicas del suelo, niveles de clorofila a nivel foliar y salud de raíces.

## **MATERIALES Y METODOS**

## **Localización y caracterización del área de estudio.**

El trabajo de investigación se realizó en la Finca “Adrianita” ubicada en la provincia de El Oro, cantón El Guabo, parroquia Barbones. El predio cuenta con un área de producción de 6 Has y sus coordenadas son 3°12'25.77" de latitud Sur y 79°50'59.9" de longitud Oeste, bajo un sistema de producción orgánica.

El sector donde asentamos el experimento, se clasifica bajo una zona de vida natural Holdridge de bosque seco tropical, con precipitación media anual de 650 mm (Guerrero Roman, 2016). La temperatura media anual es de 26 °C y la humedad relativa supera al 75% (Pourrut et al., 1995).

Se trabajó con la variedad de banano Cavendish Gigante de clon triploide (AAA), como material vegetal, con una densidad poblacional de 1300 plantas ha<sup>-1</sup>. Cada unidad experimental fue estructurada por parcelas de dimensiones de 15 m de largo por 15 m de ancho. Las unidades experimentales fueron en total 72 plantas dentro de la plantación, a las que se les dio seguimiento semanal, realizando buenas prácticas agrícolas. Estas fueron seleccionadas en un punto fisiológico específico (F10) y a ellas, se las monitoreó hasta el punto de emisión de inflorescencia. Las prácticas agrícolas aplicadas en el área experimental, contaron con limpieza de maleza, canales, deshoje pronto, aportación de riego subfoliar y apuntalamiento adecuado, siguiendo las recomendaciones de Ramírez (2020). También, se realizó deshoje fitonasitario exhaustivo, con la finalidad de preservar el mayor número de hojas sanas a la parición. Dentro del plan de nutrición, se siguieron las directrices de aplicación y de microorganismos eficientes y fertilización orgánica del cultivo de banano de Galecio-Julca et al. (2020).

## **Diseño experimental**

El estudio se realizó bajo un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. En cada unidad experimental, se consideraron tres plantas, dando un total de 72 unidades de producción, en todo el experimento. Se realizó un análisis de varianza a los datos experimentales utilizando la comparación de medias con la prueba t de student con un 5% de significancia, empleando el programa estadístico Agroestat® (Santos Neto et al., 2021).

## **Evaluación de variables**

Cuando las plantas estudiadas se estuvieron en el punto fisiológico de emisión de inflorescencia, se extrajo aproximadamente 155 gramos de suelo superficial (0-30 cm) y subterráneo (30-60 cm de profundidad), y de estas se evaluaron variables edáficas como: Densidad aparente (DA), densidad real (DR), porcentaje de porosidad (PP), porcentaje de humedad volumétrica (HV), porcentaje de carbono (PC), materia orgánica (MO), pH, conductividad eléctrica (CE); por planta se tomó una muestra foliar de la tercera hoja: niveles de clorofila (SPAD); las raíces fueron recolectadas frente al hijo a una distancia de 25 cm, las plantas seleccionadas debían estar recién florecidas o con un máximo de siete días del florecimiento. Se realizó un hoyo de 15 cm de ancho, 15 cm de largo y 30 cm de profundidad, el suelo extraído fue depositado en laminas de plástico y posteriormente se extrajo las raíces, siguiendo la metodología de Vargas (2016). Entonces, se obtuvo masa total de raíces (MR), porcentaje de raíces funcionales (PRF), y porcentaje de raíces no funcionales (PRnF).

## **Aplicación de tratamientos.**

Se identificaron las limitantes de producción existentes en el predio por medio de un análisis de suelo (Tabla 1). En los resultados se pudo observar una limitante por acidez de suelo, por lo que se procedió, antes de la implantación del ensayo, a realizar una aplicación de enmienda calcárea base de carbonato de calcio (495 kg ha<sup>-1</sup>). Conforme a las necesidades del cultivo se realizaron cuatro aplicaciones de carbonato de calcio con una dosis de 75 kg por aplicación. Estas fueron aplicaciones mensuales, y la primera aplicación se realizó 15 días antes de aplicar los tratamientos, las tres restantes fueron aplicadas durante el experimento.

**Tabla 1. Análisis de suelo de la finca “Adrianita” El Guabo, El Oro, Ecuador.**

Análisis		Unidades	*Niveles Óptimos para Banano – Cultivo Intensivo	Resultado
<b>Características del suelo</b>	Materia Orgánica	%	3 – 12	5.4
	% de Saturación de Bases	%	> 65	69 % (Calificación: rico en bases)
	Distribución de las Bases en el % de Saturación	%	-	Ca: 56 % - Mg: 11 % - K: 1 % - Na: 1 %
	**Capacidad de Intercambio Catiónico – CIC	meq/100g	> 15	29.1
	Acidez Intercambiable	meq/100g	< 0.5	0.38
	Aluminio Intercambiable	meq/100g	< 0.3	< 0.05
	Conductividad (CE)	mS/cm	0.3 – 0.6	0.14
	pH (en H <sub>2</sub> O)	-	-	6.9
	pH (en KCl)	-	5.5 – 7.0	5.8
	<b>Macronutrientes</b>	Nitrato (NO <sub>3</sub> -N)	mg/Kg	-
Amonio (NH <sub>4</sub> -N)		mg/Kg	-	5.1
(NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> )-N		mg/Kg	35 – 60	12.3
Fósforo (P)		mg/Kg	25 – 40	20.4
Potasio (K)		mg/Kg	140 – 320	50.5
Magnesio (Mg)		mg/Kg	60 – 135	167
Calcio (Ca)		mg/Kg	600 – 1200	1035
<b>Micronutrientes</b>	Azufre (SO <sub>4</sub> -S)	mg/Kg	15 – 25	11.8
	Hierro (Fe)	mg/Kg	20 – 50	120
	Manganeso (Mn)	mg/Kg	6 – 30	77.0
	Cobre (Cu)	mg/Kg	1.0 – 4.0	3.4
	Zinc (Zn)	mg/Kg	1.2 – 6.0	2.6
	Boro (B)	mg/Kg	0.15 –	0.29

---

			0.60	
<b>Peligro de Salinidad</b>	Sodio (Na)	mg/Kg	< 140	16.5
	Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/Kg	< 210	5.6
	Sales Totales	mg/Kg	< 2000	120

---

Luego de dos semanas, se realizó la aplicación de los tratamientos con una frecuencia de 30 días durante 4 meses.

La aplicación de los tratamientos fue de forma directa al suelo a capacidad de campo, se aplicó alrededor en forma de arco a 25 cm de distancia de las plantas evaluadas (Izquierdo & Armas, 2018). La dosificación óptima de bioestimulante aplicado se basó en la ficha técnica de cada producto. La referencia de tratamientos utilizados en el experimento, se describen en la **tabla 2**.

**Tabla 2. Descripción de tratamientos y testigo a evaluar.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
<b>T1</b>	Testigo
<b>T2</b>	Aireación del suelo con herramienta
<b>T3</b>	Enraizador
<b>T4</b>	Ácidos húmicos
<b>T5</b>	Enraizador + Ác. Húmicos
<b>T6</b>	Volteado del suelo con herramienta

En la tabla 2 se tiene T1-T6 tratamientos. T1 representa plantas testigos sin ningún tratamiento (control). T2 es la aireación del suelo con herramienta; introduciéndola en el suelo, solo perforándolo, sin volteo del prisma del suelo. T3 es la aplicación de un enraizador, con dosificación de 370ml, utilizando una frecuencia de 30 días durante 4 meses. T4 es la aplicación de ácidos húmicos con dosificación de 5 lb, en una frecuencia de 30 días durante 4 meses. T5 incluye la aplicación mixta de enraizador y ácidos húmicos, con dosificación de 5.07 lb de ácidos húmicos más 340ml de enraizador, en una frecuencia de 30 días durante 4 meses. T6 es el volteado del prisma del suelo con herramienta.

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

El análisis de la DA describe la resistencia del suelo a la elongación de las raíces. En la tabla 3 se presenta la DA de los seis tratamientos. A pesar de aplicar las prácticas agrícolas (T6, y T2) y bioestimulantes (T3, T4 y T5), el testigo (T1) mostró la menor cantidad de DA entre los tratamientos.

A pesar de que Chabla (2018), menciona que la DA y porosidad del suelo dependen del tipo e intensidad de labranza realizada, los datos presentados en la tabla 3 muestran que T1, tiene mayor PP en el suelo en comparación a los otros tratamientos. A diferencia de los datos presentados por Chabla (2018), la DA no presenta una correlación con la HV, pero si una correlación negativa con la PP. Esto pudo deberse a la influencia de variables no controladas como las condiciones bióticas y abióticas como el clima y variabilidad de la frecuencia de riego, y la constitución del tipo de suelo (Bustamante, 2016).

Existe una correlación entre T2 y T5 sobre la capacidad de retención de HV del suelo. Tanto las prácticas agrícolas como la aplicación de bioestimulantes contribuyen en la retención de humedad del suelo de forma superficial, esto hace que las raíces no necesiten explorar extractos más profundos para la extracción de agua y nutrientes (Martinez y Rodríguez, 2015).

El PC se encuentra relacionado con las fertilizaciones nitrogenadas y la aplicación de carbonato de calcio que en conjunto reaccionan, liberando carbono mineral (Perez, 2018). Se evidencia que el carbonato de calcio aplicado en todos los tratamientos influyo de forma significativa en el PC en el suelo. En la tabla 3, los mayores resultados se tienen en T5, porque el uso de enmiendas orgánicas aumenta el contenido de microbiota que contribuyen en la generación de carbono mineral del suelo.

Al igual que los resultados obtenidos por Bustamante (2016), el contenido de MO incrementa con la roturación del suelo, esto se evidencia en los resultados de T2. No obstante, el contenido mayor de MO se obtuvo con el T5 debido a las propiedades de los ácidos húmicos y enraizantes, que evitan la pérdida de material orgánico por labranza.

El contenido de pH aumenta porque está influenciado por la presencia de ácidos húmicos. Estos tienen una capacidad amortiguadora de ácidos, equilibrando el pH del suelo (Guimarães et al., 2020). No obstante, la oxigenación del suelo por prácticas agrícolas presenta el pH más elevado con el T2. Comparando T2 con T6 se considera a la fertilización orgánica del suelo como factor influyente en el pH del suelo. Por este motivo, tienen esa diferencia significativa.

La CE del suelo representa las sales disueltas. En este caso, esto puede verse más relacionado con la fertilización orgánica que con los tratamientos de estimulación radicular. Por este motivo, es que el T6 tiene mayor porcentaje de sales.

Los datos de clorofila, medidos por el sensor SPAD no presentaron diferencias significativas entre los resultados de los tratamientos, exceptuando al testigo (T1). Esto quiere decir que tanto las prácticas agrícolas (T2, T6) como el uso de bioestimulantes (T3, T4, T5) influyen en el desarrollo de la planta.

T6 obtuvo mejores resultados en MR, obteniéndose casi el doble en comparación a los tratamientos con los otros tratamientos. Los bioestimulantes promueven el desarrollo de la planta y mejoran las condiciones del suelo. Es más, contribuyen en el equilibrio del consorcio microbiano del sedimento, lo que permite un mayor crecimiento radicular (Bulgari et al., 2015). No obstante, el T6 mostró el mayor

PRF entre los tratamientos a pesar que no utilizo bioestimulantes. Para el PRnF, T6 tambien mostro mejores resultados entre los tratamientos.

**Tabla 3. Características físicas y químicas del suelo (0-30cm), niveles de clorofila y porcentaje de raíces funcionales de la Finca “Adrianita”, El Guabo, El Oro, Ecuador.**

Tratamientos (N°)	Densidad Aparente (Mg m <sup>-3</sup> )	Porcentaje de Porosidad (%)	Porcentaje de Humedad volumétrica (%)	Porcentaje de Carbono (%)	Porcentaje de Materia orgánica (%)	pH en agua	pH en KCl	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Niveles de Clorofila (SPAD)	Masa total de raíces (g)	Raíces Funcionales (%)	Raíces no Funcionales (%)
1	0.97 a	63.69 a	29.17 ab	1.10 a	1.89 a	6.01 ab	5.13 a	0.48 a	48.11 b	50.00 b	91.64 ab	8.36 ab
2	1.02 a	61.77 a	35.92 a	1.16 a	2.00 a	6.42 a	5.51 a	0.57 a	52.21 a	39.07 b	89.33 ab	10.67 ab
3	1.02 a	61.67 a	30.77 ab	1.04 a	1.79 a	4.95 b	5.25 a	0.57 a	51.14 a	43.60 b	90.06 ab	9.95 ab
4	1.04 a	60.96 a	28.06 b	1.04 a	1.79 a	6.36 a	5.45 a	0.54 a	51.32 a	34.92 b	88.75 b	11.25 a
5	1.00 a	62.36 a	34.63 ab	1.18 a	2.03 a	5.99 ab	5.08 a	0.58 a	52.41 a	46.07 b	90.72 ab	9.28 ab
6	1.10 a	58.75 a	30.73 ab	1.09 a	1.88 a	6.02 ab	5.14 a	0.62 a	52.85 a	85.92 a	92.82 a	7.33 b
<b>Prueba de F Tratamientos</b>	0.82 NS	0.82 NS	1.89 NS	0.78 NS	0.79 NS	1.29 NS	0.42 NS	0.47 NS	3.26*	6.61**	1.40 NS	1.35 NS
<b>Bloques</b>	7.91**	7.99**	1.91 NS	0.53 NS	0.55 NS	1.39 NS	0.35 NS	2.08 NS	3.44*	0.11 NS	3.42 *	3.51*
<b>CV %</b>	9.43	5.90	14.27	12.05	12.07	15.70	10.60	24.70	3.7	28.68	2.8	26.5

La tabla 4 al igual que la tabla 3 presenta los mismos parámetros de estudio de estimulación radicular y características del suelo, con la diferencia de la profundidad del suelo extraído. Los valores presentados en la tabla 4 en SPAD y PRF son iguales a los de la tabla 3, porque estos parámetros de medición se realizaron con una toma única de datos ya que no presentan diferentes condiciones.

A diferencia de los datos presentados en la tabla 3 de la DA, la tabla 4 muestra que a mayor profundidad de suelo es significativa la influencia de prácticas agrícolas (T2 y T6) porque disminuyen la DA, aumentando la oxigenación de las raíces de la planta (Bustamante León et al., 2018). Los resultados de T3 y T4 presentan el mismo valor evidenciando que los bioestimulantes tienen mayor influencia superficial sobre el suelo.

El T2 tiene mayor PP del suelo. Esto se debe a que actividades agrícolas de aireación del suelo con herramienta, tienen mayor influencia sobre la profundidad del suelo. Se tiene una disminución considerable en el PP cuando se aplica el T5, mostrando que la aplicación de enraizadores con ácidos húmicos tienen mayor efecto superficial que de manera subterránea.

El HV también incrementa con la aireación del suelo con herramienta (T2), y disminuye con la aplicación de T5. A pesar de que la retención de humedad del suelo disminuye con respecto a la profundidad a causa de la percolación del suelo (Martínez y Rodríguez, 2015). La falta de limpieza de canales genera resistencia a la pérdida de humedad, por lo que el agua se encuentra elevada en la mayoría de los tratamientos. Con estos tratamientos se evidencia como una enmienda orgánica puede contribuir a reducir la HV del suelo generando oxigenación de las raíces a mayor profundidad. También, se resalta el efecto físico de creación de huecos llenos de agua que tiene la aplicación de la herramienta sobre el suelo, que puede afectar en la conservación de la HV relativa.

Con respecto al PC, no se presentaron diferencias significativas.

Los mayores porcentajes de MO, y pH se obtuvieron con la muestra T2. Esto puede deberse al ingreso sales disueltas presentes en los fertilizantes orgánicos a causa de los orificios que genera la técnica. Los resultados obtenidos en la tabla 3 y 4 muestran que el pH presenta mayores diferencias en estratos

superficiales y mantiene valores similares a mayor profundidad, a causa de factores bióticos y abióticos.

El uso de bioestimulantes a esta profundidad reduce la CE porque facilita a la planta de banano la absorción de elementos (Karapouloutidou y Gasparatos, 2019). Esto puede evidenciarse en los tratamientos T3, T4, T5.

**Tabla 4. Características físicas y químicas del suelo (30-60cm), niveles de clorofila y porcentaje de raíces funcionales de la Finca “Adrianita”, El Guabo, El Oro, Ecuador.**

Tratamientos (N°)	Densidad Aparente (Mg m <sup>-3</sup> )	Porcentaje de Porosidad (%)	Porcentaje de Humedad volumétrica (%)	Porcentaje de Carbono (%)	Porcentaje de Materia orgánica (%)	pH en agua	pH en KCl	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Niveles de Clorofila (SPAD)	Masa total de raíces (g)	Raíces Funcionales (%)	Raíces no Funcionales (%)
1	1.06 a	60.35 a	32.21 a	1.14 a	1.96 a	6.53 a	5.5 3 a	0.54 a	48.11 b	50.00 b	91.64 ab	8.36 ab
2	1.03 a	61.36 a	34.20 a	1.15 a	1.98 a	6.62 a	5.5 5 a	0.50 a	52.21 a	39.07 b	89.33 ab	10.67 ab
3	1.05 a	60.54 a	32.57 a	0.99 b	1.71 b	6.50 a	5.4 7 a	0.43 a	51.14 a	43.60 b	90.06 ab	9.95 ab
4	1.05 a	60.54 a	32.53 a	1.06 ab	1.82 ab	6.55 a	5.4 4 a	0.48 a	51.32 a	34.92 b	88.75 b	11.25 a
5	1.11 a	58.45 a	30.61 a	1.05 ab	1.80 ab	6.52 a	5.2 8 a	0.42 a	52.41 a	46.07 b	90.72 ab	9.28 ab
6	1.08 a	59.26 a	31.13 a	1.09 ab	1.89 ab	6.47 a	5.4 4 a	0.50 a	52.85 a	85.92 a	92.82 a	7.33 b
<b>Prueba de F</b>												
<b>Tratamientos</b>	0.36 NS	0.36 NS	0.34 NS	1.60 NS	1.55 NS	0.11 NS	0.3 2 NS	0.98 NS	3.26*	6.61*	1.40 NS	1.35 NS
<b>Bloques</b>	16.28**	16.22**	4.23*	9.27**	9.16**	3.44 *	1.8 2 NS	9.78**	3.44*	0.11 NS	3.42 *	3.51*
<b>CV %</b>	8.66	5.77	13.40	8.87	8.99	4.64	6.1 4	19.73	3.7	28.68	2.8	26.5

## CONCLUSIONES

La profundidad se encuentra correlacionada con los parámetros físico químicos del suelo. En las muestras de suelo de 0-30cm se tiene mayor variabilidad de datos que pueden verse influenciados por factores bióticos como abióticos. En el caso de la DA, se tienen resultados bastante aceptables tanto para suelos superficiales como profundos. Los porcentajes elevados en la parte superficial del control pueden deberse a la influencia de pretratamientos a base de microorganismos efectivos.

Se evidencian mayores diferencias de pH en estratos superficiales en comparación al suelo a 30-60cm por condiciones bióticas y abióticas durante el experimento.

El SPAD, y PRF fue mayor para plantas que recibieron el tratamiento de volteado del suelo con herramienta (T6). Con el T6 se obtuvo el doble de MR en comparación a los tratamientos que usaron bioestimulantes.

## RECONOCIMIENTOS

Los productos utilizados durante este trabajo de investigación fueron proporcionados por la empresa RETECSOS S.A. a la cual estoy muy agradecido por todo el apoyo proporcionado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abad, P., Castagnone-Sereno, P., Rosso, M. N., de Almeida Engler, J., & Favery, B. (2009).

Invasion, feeding and development. In *Root-knot Nematodes* (pp. 163–181). CABI Publishing.

<https://doi.org/10.1079/9781845934927.0163>

Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., & Ferrante, A. (2015). Biostimulants and crop

responses: A review. In *Biological Agriculture and Horticulture* (Vol. 31, Issue 1, pp. 1–17).

Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/01448765.2014.964649>

Bustamante León, I. M., Chabla-Carrillo, J., & Salomón Barrezueta-Unda, C. (2018). LA

DENSIDAD Y HUMEDAD CRÍTICA COMO INDICADORES DE LA COMPACTACIÓN DE

SUELOS CULTIVADOS CON BANANO. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 169–174.

<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

Bustamante, M. (2016). *Efecto de mejoradores físico y químico de la compactación en suelos bananeros, bajo sistema de riegos presurizados* [UTMACH].

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7647>

Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A.

(2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. In *Scientia Horticulturae* (Vol.

196, pp. 15–27). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>

Chabla, J. (2018). *EFFECTO DE MEJORADORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE LA COMPACTACIÓN DE SUELOS BANANEROS BAJO SISTEMAS DE RIEGO*

[UNIVERSIDADE DA CORUÑA]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=145278>

Enriquez, E. (2021). *USO DE BIOESTIMULANTE RADICULAR COMO COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE BANANO (Musa paradisiaca AAA)* [UNIVERSIDAD

AGRARIA DEL ECUADOR].

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ENRIQUEZ%20LE%C3%93N%20EDDIE%20WILLIAM.pdf>

f

FAO. (2020). *Soil degradation*. FAO SOILS PORTAL. [https://www.fao.org/soils-portal/soil-](https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/en/)

[degradation-restoration/en/](https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/en/)

Galecio-Julca, M., León-Huamán, K. L., & Aguilar-Ancocota, R. (2020). Effect of organic sources and efficient microorganisms on the yield of the organic banana crop (*Musa* spp. L.). *Manglar*,

17(4), 301–306. <https://doi.org/10.17268/manglar.2020.045>

Guerrero Roman, V. S. (2016). *Control biológico para minimizar impactos ambientales en bananeras, El Guabo , El Oro* [UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL].

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/23648>

Guimarães, G. G. F., Cantú, R. R., Scherer, R. F., Beltrame, A. B., & de Haro, M. M. (2020).

Banana crop nutrition: Insights into different nutrient sources and soil fertilizer application strategies. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo*, 44.

<https://doi.org/10.36783/18069657rbc20190104>

INEC. (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020 Contenido*.

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

[inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf)

Izquierdo, M., & Armas, M. (2018). Propuesta de un protocolo de fertilización como una estrategia para el control de nematodos en el cultivo de banano. *Revista Científica Ciencias Naturales Y Ambientales*, 12(1). <file:///C:/Users/DELL/Downloads/4-izquierdo-et-al-2018-121-31-42.pdf>

Karapouloutidou, S., & Gasparatos, D. (2019). Effects of biostimulant and organic amendment on soil properties and nutrient status of lactuca sativa in a calcareous saline-sodic soil. *Agriculture (Switzerland)*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/agriculture9080164>

Martinez, R., & Rodríguez, M. (2015). Respuesta económica del cultivo de banano al riego por goteo subterráneo. *Revista Ingeniería Agrícola*, 5(1), 27–33.

<https://rcta.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/672/673>

Mendoza, E. (2015). *Eficiencia de la aplicación de bioestimulantes por medio de inyección, al drench de la planta y nivel foliar en el cultivo de banano (Musa sp.)* [UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1280/1/T-UTEQ-0003.pdf>

Perez, W. (2018). *Relación C/N en zonas de aplicación de fertilizantes y de absorción de nutrientes en banano Williams* [Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69513>

Pourrut, P., Gomez, G., Bermeo, A., & Segovia, A. (1995). *FACTORES CONDICIONANTES DE LOS REGIMENES CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS* (P. Pourrut, Ed.; Volumen 7).

Corporacion Editora Nacional. [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_7/divers2/010014826.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010014826.pdf)

Ramírez, Á. (2020). *Aplicación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de banano (Musa AAA CAvendish) en Carepa-Antioquia* [UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA].

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/3608>

- Sanchez, C. (2020). *INYECCIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS EN PLANTAS DE BANANO(MUSA AAA)*. [UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL].  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/50344/1/S%c3%a1nchez%20Saltos%20Carlos%20Luis.pdf>
- Santos Neto, J. P. dos, Silva, L. A. S. G. da, Gatti, V. C. do M., Beirão, A. T. M., Silva, C. R. da, Oliveira, J. T. de, Silva, K. P. da, Carvalho, F. I. M., Silva, P. A., & Santana, M. C. C. B. de. (2021). Formulação e caracterização físico-química de geleias convencional e dietética de mandacaru e umbu. *Research, Society and Development*, 10(8), e4710816955.  
<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.16955>
- Soriano Soriano, R., Díaz, G., & Vásquez Frías, J. (2019). La producción de bananos asociados con leguminosas y plantas forrajeras en la República Dominicana. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 2(2), 59–65. <https://doi.org/10.22206/cac.2019.v2i2.pp59-65>
- Urgiles, B. (2021). *UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS INGENIERO AGRÓNOMO PORTADA* [Universidad Agraria del Ecuador].  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/URGILES%20LLIVICHUZCA%20BYRON%20SAUL.pdf>
- Vargas, R. (2016). *MUESTREO DE RAICES PARA ANALISIS DE NEMATODOS EN BANANO (MUSA AAA)*.  
[https://www.researchgate.net/publication/332627243\\_Muestreo\\_raices\\_para\\_analisis\\_de\\_nematodos\\_en\\_banano\\_Musa\\_AAA](https://www.researchgate.net/publication/332627243_Muestreo_raices_para_analisis_de_nematodos_en_banano_Musa_AAA)
- Villarreal-Núñez, J., Pla-Sentis, I., Agudo-Martinez, L., Villaláz-Perez, J., Rosales, F., & Pocasangre, L. (2013). Agronomía Mesoamericana. *Agronomía Mesoamericana*, 24(2).  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43729228007>