



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Efectos de la aplicación de Ácidos Húmicos sobre la estructura de
los suelos franco arenosos”

AUTOR:

Stalin Duverlin Ortiz Rodríguez

TUTORA:

Ing. Quim. Adriana Mejía González, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2024

RESUMEN

El presente documento trata sobre el efecto de la aplicación de Ácidos Húmicos sobre la estructura de los suelos franco arenosos. Los objetivos planteados fueron detallar las propiedades físicas de los suelos franco arenosos y establecer los beneficios de la aplicación de ácidos húmicos en suelos franco arenosos. Las conclusiones determinaron que un suelo con una composición de 60 % de partículas de arena, 30 % de partículas de limo y 10 % de partículas de arcilla se clasifica como poseyendo una textura franca arenosa. Los ácidos húmicos inducen modificaciones químicas en las propiedades de sorción del suelo. Equilibrar los niveles de acidez y alcalinidad en los suelos para ajustar el pH adecuado. Los ácidos húmicos demuestran ser un eficaz estimulante del desarrollo radicular. Las enmiendas húmicas orgánicas con alto contenido de Hierro (Fe) asimilable por las plantas se recomiendan para la corrección de suelos básicos, calcáreos, bajos en materia orgánica y/o salinos. Estas enmiendas proporcionan hierro (Fe) asimilable a las plantas en forma de sulfato ferroso, reducen la acumulación de hierro (Fe) en el suelo, previenen y alivian la clorosis férrica, mitigan la erosión del suelo en suelos arenosos debido a lluvias excesivas y tienen un efecto amortiguador en el suelo. pH, promueve la formación de complejos arcilloso-húmicos del suelo, mejora la capacidad de intercambio catiónico (CIC), mejora la absorción de nutrientes, suministra un espectro completo de micronutrientes quelados, quela las sales bloqueadas en el suelo para su asimilación y mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas. propiedades del suelo.

Palabras claves: suelo, textura, bioestimulantes, productividad.

SUMMARY

This document deals with the effect of the application of Humic Acids on the structure of sandy loam soils. The objectives were to detail the physical properties of sandy loam soils and establish the benefits of the application of humic acids in sandy loam soils. The conclusions determined that a soil with a composition of 60% sand particles, 30% silt particles and 10% clay particles is classified as having a sandy loam texture. Humic acids induce chemical modifications in the sorption properties of the soil. Balance acidity and alkalinity levels in soils to adjust the proper pH. Humic acids prove to be an effective stimulant of root development. Organic humic amendments with a high content of Iron (Fe) assimilable by plants are recommended for the correction of basic, calcareous soils, low in organic matter and/or saline. These amendments provide plant-assimilable iron (Fe) in the form of ferrous sulfate, reduce iron (Fe) accumulation in the soil, prevent and alleviate iron chlorosis, mitigate soil erosion in sandy soils due to excessive rainfall, and have a cushioning effect on the soil. pH, promotes the formation of soil clay-humic complexes, improves cation exchange capacity (CEC), improves nutrient absorption, supplies a full spectrum of chelated micronutrients, chelates salts locked in the soil for assimilation and improves physical, chemical and biological properties. soil properties.

Keywords: soil, texture, biostimulants, productivity.

CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
MARCO METODOLÓGICO	2
1.1. Definición del tema caso de estudio.....	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1. General	4
1.4.2. Específicos.....	4
1.5. Fundamentación teórica	4
1.5.1. Propiedades físicas de los suelos franco arenosos.....	4
1.5.2. Beneficios de los ácidos húmicos.....	6
1.6. Hipótesis	11
1.7. Metodología de la investigación	11
CAPÍTULO II.....	12
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	12
2.1. Desarrollo del caso	12
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)	13
2.3. Soluciones planteadas	13
2.4. Conclusiones.....	14
2.5. Recomendaciones	15
BIBLIOGRAFÍA	16

INTRODUCCIÓN

Los ácidos húmicos son moléculas complejas formadas por la descomposición de la materia orgánica. Esto no sólo tiene un impacto directo en la mejora de la fertilidad del suelo, sino que también contribuye en gran medida a su salud, afectando la absorción de nutrientes e influyendo positivamente en el crecimiento no saludable de las plantas (Reyes *et al.* 2021).

Una alternativa ambiental y económicamente viable al uso de fertilizantes y pesticidas minerales es el uso de fertilizantes orgánicos como los ácidos húmicos, sustancias que estimulan el crecimiento de las plantas y aumentan la productividad y la calidad de los frutos (Alarcón *et al.* 2018).

Como enmienda orgánica, las sustancias húmicas se utilizan principalmente para favorecer el crecimiento y la nutrición de las plantas en suelos arcillosos y pobres en materia orgánica, favorecer la formación de macroagregados, mejorar la capacidad de intercambio catiónico y aumentar la absorción de luz solar. Aumenta el contenido de carbono orgánico. Adsorbentes de humos ácidos, tipo carboxi, hidroxilos y fenoles, y humos funcionales dependientes de la movilidad, fuerzas iónicas, fuerza redox, presencia de base, madurez, pH, estabilidad de humos complejos: interactúa con metales. Este complejo está equipado con equipos de generación de energía solar (Cortes *et al.* 2016).

El ácido húmico es una combinación de ácido húmico puro (Leonardita), extracto de lombriz y residuos de microorganismos entomopatógenos, enriquecido con ácido fúlvico, que aumenta el nivel de asimilación de nutrientes y mejora la calidad del suelo, mejorando progresivamente su estructura, equilibra la electricidad, mueve las sales acumuladas, libera minerales, reduce gradualmente los fertilizantes químicos, aumenta el rendimiento y la salud de los cultivos (Aro y Cuchipe 2023).

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

La información detallada en el presente documento tratará sobre el efecto de aplicación de ácidos húmicos sobre la estructura de los suelos franco arenosos.

En suelos arenosos con bajo contenido de humus, los ácidos húmicos recubren las partículas de arena, mejorando la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y aumentando la capacidad del suelo para retener nutrientes y agua.

1.2. Planteamiento del problema

El uso de ácidos húmicos y fúlvicos ha atraído la atención de muchos entusiastas en el campo de la producción de cacao, pero hay poca investigación sobre el impacto de los productos a base de estos ácidos en la producción de cacao con respecto a los árboles de cacao en la etapa de vivero. Información disponible. Aunque existen muchos productos disponibles comercialmente, se necesita investigación para responder a esta pregunta, ya que no todos los productos pueden tener la misma respuesta en las plantas debido a las diferencias en sus componentes y uso. El producto es absorbido por el proceso de cultivo y, en el caso de la etapa de vivero, por las plantas allí producidas.

Se sabe que el uso intensivo de la tierra agrícola, la gestión inadecuada de las tierras de cultivo, el uso excesivo de pesticidas y la pérdida de vegetación contribuyen a la degradación del suelo y a la reducción de la productividad.

El uso excesivo de productos químicos sintéticos como fertilizantes (urea, sulfato de amonio, fosfato diamónico), pesticidas (cipermetrina), herbicidas

(glifosato) y actividades como extracción de rastrojos para producir alimento para animales está causando la degradación de los suelos franco arenosos. Según los agricultores, esto ha provocado menores rendimientos de los cultivos y menores ingresos económicos (Ramos *et al.* 2019).

1.3. Justificación

La estructura franco arenosa tiene una cohesión media, buena absorción de humedad, retención regular de humedad y buena aireación, y la estructura del suelo formada en este tipo de suelo es equilibrada y adecuada para las plantas, y tiende a crear condiciones eficaces para el crecimiento. Sin embargo, encontramos que en suelos de origen volcánico, la naturaleza cohesiva de la textura da como resultado una distribución mineral homogénea, y la influencia de elementos como Mg y Ca muchas veces influye en su movilidad, dinámica y estabilidad (Torres *et al.* 2017).

Los suelos arenosos están formados por un agregado de partículas de sílice moderadamente gruesas de 0,02 a 2 mm, que tienen una fuerza cohesiva baja en comparación con otras partículas pequeñas como la arcilla o el limo, y tienen una fuerza cohesiva baja antes de ser influenciadas por fuerzas mecánicas que se rompen fácilmente. Propiedades que permiten ajustar el mecanismo de descomposición.

En comparación con los suelos arenosos con baja fertilidad, que tienen poca capacidad de retención de agua y son propensos a la erosión, los suelos franco arenosos con baja fertilidad no crecerán sin la adición de materia orgánica o fertilizantes químicos. El suelo arcilloso también tiene poca aireación y es difícil de drenar y labrar, lo que dificulta la germinación de las semillas y el establecimiento de las plantas. La mayoría de los suelos franco arenosos son productivos si se manejan bien, incluido un buen drenaje, pendiente moderada, profundidad promedio y nutrientes promedio como materia orgánica y fertilizantes (Navarro 2019).

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Establecer el efecto de aplicación de ácidos húmicos sobre la estructura de los suelos franco arenosos.

1.4.2. Específicos

- Detallar las propiedades físicas de los suelos franco arenosos.
- Establecer los beneficios de la aplicación de ácidos húmicos en suelos franco arenosos.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Propiedades físicas de los suelos franco arenosos

La textura del suelo pertenece a la proporción de componentes inorgánicos de diversas formas y tamaños, como arena, limo y arcilla. La textura del suelo representa un factor crucial que repercute en la capacidad de retención de agua, en la aireación, en el drenaje, en el contenido de materia orgánica y en otras propiedades relacionadas con la fertilidad del suelo (FAO 2023).

El término textura se refiere al tamaño de las partículas de los minerales del suelo, las cuales tienen menos de 2 mm de diámetro, donde se definen tres tamaños característicos de partículas minerales: arena, limo y arcilla. En otras palabras, la textura del suelo se refiere a la distribución relativa de los componentes que lo conforman. Una amalgama de términos se emplea con el propósito de señalar los niveles intermedios. A modo de ilustración, la textura arenosa se caracteriza por contener al menos un 70% de partículas de arena, mientras que la textura francosa se compone de entre 15% y 30% de limo y arcilla. Los suelos clasificados como arcillosos contienen más de un 40% de partículas de arcilla y pueden contener hasta un 45% de arena o hasta un 40% de limo, categorizándolos como suelos arcillosos arenosos o arcillosos

limosos. Las texturas francas abarcan una variedad de grupos de partículas, que incluyen arena, limo y arcilla, que van desde franco arenoso hasta franco arcilloso. No obstante, exhiben proporciones aproximadamente iguales de cada fracción (Carrasco y Ortiz 2019)

El suelo franco arenoso parece presentar una mayor susceptibilidad a la exposición al calor, como lo demuestran notables alteraciones, especialmente en sus fracciones arenosas, observadas a temperaturas superiores a los 200 °C. Las fracciones de arena muy fina I y II mostraron una dinámica significativa en ambos tipos de suelo, influenciadas tanto por el aporte de fracciones más pequeñas como por la disminución de la arena muy fina II debido a procesos de cementación inducidos por la temperatura (Hepper *et al.* 2018)

La clasificación de la textura del suelo según el triángulo de textura de la FAO se emplea como un recurso para categorizar la composición granulométrica del suelo. Las partículas de suelo que superan un tamaño de 2,0 mm se clasifican como piedras y gravas, y también se incluyen dentro de la clase de textura. Por ejemplo, un suelo arenoso que contiene un 20% de grava se clasifica como arena arcillosa con contenido de grava. Cuando prevalecen los componentes orgánicos, se forman suelos orgánicos en lugar de suelos minerales (FAO 2023).

La CIC disminuyó significativamente ($p < 0,05$) a 400 °C en el suelo franco arenoso, lo que coincidió con disminuciones en la fracción arcillosa, y a 500 °C en el suelo franco, coincidiendo con disminuciones en las fracciones limo y arcilla. La disminución de la CIC está relacionada en ambos suelos con reducciones en las fracciones de textura más fina, particularmente limo y arcilla, que aportan la mayor cantidad de sitios de intercambio en estos suelos (Hepper *et al.* 2018)

La coherencia del franco arenoso fino sólo aumenta ligeramente a medida que el contenido de humedad disminuye por debajo del punto de inflexión; sin embargo, la coherencia de la arcilla aumenta rápidamente con

bajos contenidos de humedad (García y Ponce 2015).

Propiedades físicas de los suelos en ciertas localidades ecuatorianas

Cantones	Textura	DA (g/cm ³)	Porosida d (%)	pH	CE (us/cm)	MO (%)
Baños de Agua Santa	Franco-Arenosa	1,13 a	51,91 a	5,45 b	99,05 a	7,61 a
Pelileo	Franco-Arenosa	0,98 a	57,14 a	6,01 ab	76,65 a	2,04 c
Quero	Franco-Arenosa	1,21 a	48,29 a	5,45 b	86,80 a	3,63 bc
Tizaleo	Franco-Arenosa	1,04 a	53,15 a	6,15 a	110,76 a	6,28 ab
E.E.		0,11	4,17	0,18	21,4	0,9
Valor P		0,42	0,52	0,01	0,70	0,01

" Medias con letras diferentes entre columnas difieren significativamente P< 0.05

DA: Densidad aparente, CE: Conductividad eléctrica, MO: Materia orgánica

Investigaciones efectuadas en la región de Tungurahua revelan que los análisis de los suelos demostraron una composición franco-arenosa compuesta por sedimentos volcánicos de arena y limo con una escasa presencia de arcilla. En las proximidades de los volcanes se encuentran concentraciones más altas de partículas gruesas debido a que las partículas más finas son transportadas a mayores distancias por el viento. Se observó una baja densidad aparente en los suelos, con valores que oscilaron entre 0.98 y 1.21 g/cm³, atribuible a una elevada porosidad generada por la notable estabilidad de los agregados del suelo en andisoles (Zúñiga et al. 2016).

1.5.2. Beneficios de los ácidos húmicos

La bioestimulación puede definirse como la inducción deliberada para mejorar o retrasar un proceso fisiológico. Se trata de la aplicación de productos

específicos, ya sea en prácticas de manejo del suelo o del follaje, para facilitar el óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos productos pueden aplicarse solos o en combinación con fertilizantes, particularmente en sistemas agroecológicos sostenibles, como medio para mantener el equilibrio ecológico. Dinámico interno. Bioestimulantes se refiere a compuestos orgánicos empleados en la agricultura cuya formulación comprende auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido jasmónico u otras fitohormonas (Romero 2019).

Ácidos húmicos derivados de leonardita, una forma oxidada de lignitos carbonosos procedentes de materiales fosilizados. Los componentes húmedos están presentes en la capa superior de la superficie terrestre, y pueden hallarse en áreas como el suelo, cuerpos de agua dulce y el océano. Entre el 70 % y el 80 % de la materia orgánica presente en el suelo está compuesta por sustancias húmicas que se forman a raíz de la descomposición química y biológica de los restos de plantas y animales. Estas sustancias son producidas por microorganismos presentes en el suelo. Dentro de la fracción orgánica del suelo se pueden identificar tanto ácidos húmicos y fúlvicos como humatos y fulvatos, si bien la estructura química correspondiente presenta una variabilidad y complejidad que aún no ha sido completamente elucidada (Guzmán 2023).

Los ácidos húmicos son el resultado de la fracción de sustancias húmicas de color marrón oscuro a negro, compuestas predominantemente de carbono en un 54 a 59 % y oxígeno en una composición de 33 a 38 %. El contenido de oxígeno en los ácidos húmicos supera el 10 % mientras que en los ácidos fúlvicos está por debajo del 10 % de su contenido total. Los ácidos húmicos son moléculas complejas derivadas de la descomposición y oxidación de la materia orgánica presente en el suelo, siendo parte integral de su composición. La fermentación de estos compuestos es un proceso gradual que conduce a la formación progresiva de ácidos húmicos como producto final (Ganchozo 2021).

Actualmente se ha observado la incorporación de novedosos productos en el ámbito agrícola, como los bioestimulantes, que consisten en compuestos derivados de organismos microscópicos destinados a favorecer el desarrollo y

crecimiento de las plantas. Estos bioestimulantes también buscan incrementar la resistencia de las plantas a diversos factores bióticos y abióticos, como variaciones extremas de temperatura, estrés hídrico debido a excesos o déficits de humedad, salinidad, contaminación, presencia de plagas o enfermedades. El propósito de estas sustancias es mejorar los rendimientos de los cultivos durante sus etapas fenológicas y productivas (González 2022).

Complejos fúlvicos orgánicos a una concentración del 25,00 % [correspondiente a 300 g de ingrediente activo por litro o 30 % peso/volumen]. Mejorador de suelos en forma líquida. Facilita y mejora la absorción de nutrientes por parte de los cultivos agrícolas al aumentar la capacidad de intercambio catiónico y las propiedades de amortiguación del suelo; facilita la transformación o quelación de elementos menores en formas accesibles para las plantas y previene la clorosis y otros problemas; forma compuestos nutricionales disponibles al combinar los elementos principales; mejora las características físicas del suelo y aumenta su capacidad para retener la humedad; estimula el desarrollo de microorganismos beneficiosos (Maquilón 2022).

Los ácidos húmicos desempeñan un papel fundamental en la mejora de la estructura y la capacidad de retención de agua de los suelos arenosos. Además, tienen el potencial de mejorar la capacidad de intercambio catiónico entre el suelo y las plantas, mejorando así la disponibilidad de nutrientes, en particular fósforo, potasio, hierro y todos los micronutrientes. Además, contribuyen al mantenimiento del equilibrio del pH del suelo en niveles cercanos a la neutralidad, y promueven de manera directa el crecimiento del sistema radicular y el proceso de germinación de las semillas (Navarrete *et al.* 2022).

Los suelos propicios para el crecimiento óptimo de plantaciones de banano son aquellos caracterizados por texturas que incluyen franco arenoso, franco arcilloso, franco arcillolimoso y franco limoso. Además, es esencial que estos suelos exhiban cualidades como un buen drenaje interno y una notable concentración de materia orgánica (MO); idealmente, su profundidad deberá oscilar entre 1,2 y 1,5 metros. Además, los suelos más adecuados para el cultivo

del plátano son los de formación aluvial ubicados en los valles costeros, caracterizados por una textura arenosa pero con suficiente contenido de arcilla y limo para retener agua. La altitud adecuada para el cultivo del plátano oscila entre 0 y 30 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, el plátano puede prosperar en altitudes de hasta 2200 metros sobre el nivel del mar (Soto *et al.* 2024).

Los ácidos húmicos son compuestos orgánicos complejos que se generan a partir de la descomposición de materia orgánica. Estas variables ejercen una influencia directa en la fertilidad del suelo, aportando de manera considerable a su estabilidad y afectando la capacidad de absorción de nutrientes, lo cual resulta en un crecimiento y desarrollo óptimos de la planta (Morales 2020).

Los ácidos húmicos son moléculas orgánicas complejas que surgen de la descomposición de la materia orgánica. El impacto de los ácidos húmicos en la fertilidad del suelo se manifiesta a través de su papel en la mejora de la capacidad de retención de agua, así como su contribución sustancial a la estabilidad y fertilidad del suelo. En última instancia, esto conduce a un crecimiento excepcional de las plantas y a una mayor absorción de nutrientes en el suelo (Vázquez 2019).

Los ácidos húmicos se componen de una diversidad de compuestos orgánicos derivados de la descomposición de material vegetal en el suelo, principalmente de hojas, ramas y troncos, bajo la acción de microorganismos y hongos, lo que resulta en la formación de ácido fúlvico. Estos ácidos poseen la capacidad de crear compuestos de muy bajo peso molecular con iones cargados positivamente, fenómeno conocido como quelación, que permite a las plantas almacenar vitaminas en forma de minerales. Los compuestos minerales quelados son fácilmente asimilados por plantas y animales (Veobides *et al.* 2018).

Los estudios sobre ácidos húmicos han informado de una mejora en la permeabilidad de la membrana vegetal, promoviendo la absorción de nutrientes. Varios estudios han documentado un impacto beneficioso en la

proliferación de diversos grupos de microorganismos. Asimismo, se ha observado evidencia de que las sustancias húmicas albergan poblaciones significativas de actinomicetos, microorganismos caracterizados por presentar propiedades tanto fúngicas como bacterianas. Estos actinomicetos son capaces de descomponer una amplia variedad de compuestos, incluyendo celulosas, proteínas y ligninas (Veobides *et al.* 2018).

Los ácidos húmicos desempeñan un papel en la mejora de la estructura del suelo y en el aumento de su capacidad de retención de agua en suelos arenosos. Se incrementa la capacidad de intercambio catiónico entre el suelo y las plantas, lo que promueve la disponibilidad de nutrientes, especialmente de fósforo, potasio, hierro y otros micronutrientes. Ayudan a mantener el pH del suelo cerca de valores neutros y promueven directamente el desarrollo del sistema radicular y la germinación de las semillas (León 2021).

Actualmente, se emplean volúmenes significativos de fertilizantes a través de la aplicación al suelo, los cuales, debido a los efectos de la desalinización, no pueden ser absorbidos por la planta en el momento oportuno. La salinización del suelo resulta en una intoxicación de la planta en las fases tempranas del cultivo, pudiendo ocasionar una afectación de hasta el 50% en la mortalidad de plántulas, desde la germinación hasta las primeras etapas de establecimiento del cultivo (Bravo 2023).

El término densidad refleja la cantidad de masa que ocupa un volumen determinado, expresado en g/cm³. En los suelos arenosos la densidad aparente es alta, mientras que en un suelo arcilloso es baja siempre que este último no se encuentre compactado. En suelos franco arenosos la densidad aparente es de 1,40 – 1,60 g/cm³ (Ojedas *et al.*2018)

Otras ventajas derivadas de los ácidos húmicos (Villón 2023).

- Favorecen el crecimiento y fortalecimiento de las raíces.
- Contribuyen a la gradual liberación de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre, lo cual favorece la nutrición de las plantas y el desarrollo microbiano.
- Colaboran en el proceso de equilibrio del pH del suelo.
- Ayudan en la captación de energía solar y provocan el calentamiento del suelo a través de su tonalidad oscura.
- Incrementan la capacidad de intercambio catiónico (CIC).
- Contribuyen a mejorar la estructura del suelo mediante la incorporación de partículas de arcilla y limo, lo que también ayuda a prevenir la erosión del suelo.
- Ayudan a unir los micronutrientes, evitando así su transporte y pérdida.
- Exhiben efectos quelantes sobre el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn) y el cobre (Cu).
- Pueden desempeñar un papel como promotores del crecimiento de las plantas a través de los componentes orgánicos presentes en las sustancias húmicas.
- Ayudan a minimizar los costos al disminuir la aplicación de ciertos agentes químicos para el control de plagas (Villón 2023).

1.6. Hipótesis

Ho= La aplicación de ácidos húmicos no influyen sobre la estructura de los suelos franco arenosos.

Ha= La aplicación de ácidos húmicos influyen sobre la estructura de los suelos franco arenosos.

1.7. Metodología de la investigación

Este material se elaboró recopilando todo tipo de información, incluidas investigaciones en diversos sitios web, artículos científicos, fuentes y repositorios bibliográficos disponibles en plataformas digitales.

La información obtenida fue analizada mediante técnicas de análisis, síntesis y síntesis con el objetivo de establecer información específica correspondiente a esta investigación.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El presente documento trata del efecto de la aplicación de Ácidos Húmicos sobre la estructura de los suelos franco arenosos.

La proporción de ácidos húmicos a ácidos fúlvicos (HA/FA) sirve como indicador de la movilidad del carbono en el suelo. En general, los suelos con mayor contenido de arena exhiben una relación AH/AF más fuerte, lo que sugiere una pérdida selectiva de la fracción más soluble (Fracción de Ácido Fúlvico - FAF-).

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

Los suelos arenosos proporcionan a las plantas un suministro constante de oxígeno, evitando la saturación de agua y la compactación del suelo. El principal problema asociado con el suelo arenoso implica la deficiencia de minerales, nutrientes y agua, ya que la lluvia tiende a filtrarse hacia abajo.

Textura Franco-Arenosa. Este suelo se caracteriza por una presencia sustancial de arena, junto con limo y arcilla, lo que contribuye a una mayor cohesión de las partículas.

Las sustancias húmicas o humus son moléculas complejas de color negro o marrón oscuro, alto peso molecular, propiedades coloidales e hidrófilas, capacidad de adsorción y desorción iónica, así como de liberación gradual de nutrientes en periodos de mediano a largo plazo. Estas sustancias húmicas se clasifican según la solubilidad de sus componentes en soluciones con diferentes niveles de pH. Por consiguiente, se obtienen cuatro divisiones: ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, ácidos himatomelánicos y huminas; en consecuencia, la falta de aplicación en suelos franco-arenosos puede resultar en una disminución del rendimiento de los cultivos.

2.3. Soluciones planteadas

Existe una interacción bidireccional entre los suelos y la vegetación. La presencia de un suelo rico en nutrientes promueve el desarrollo de las plantas al funcionar como un reservorio de agua y como un medio para que las raíces puedan prosperar.

Los suelos de textura franca representan una elección destacada para el cultivo de cultivos perennes, tales como cacao, café y banano. Los suelos franco-limosos se caracterizan por presentar una composición equilibrada entre las partículas arcillosas y las arenosas, lo cual resulta en una textura intermedia. Estos suelos presentan una capacidad de retención de humedad moderada, caracterizada por un equilibrio adecuado entre la retención y el drenaje de agua, lo que los convierte en una opción viable para una diversidad de cultivos.

Los ácidos húmicos promueven la estimulación biológica de las plantas y las actividades microbianas. Mejora la actividad de las enzimas vegetales y potencia su producción. Desarrolla la función de catalizador orgánico en numerosos procesos biológicos. Promover el desarrollo y la expansión de microorganismos beneficiosos en el suelo.

2.4. Conclusiones

Un suelo con una composición de 60 % de partículas de arena, 30 % de partículas de limo y 10 % de partículas de arcilla se clasifica como poseyendo una textura franca arenosa. Por otro lado, si el contenido de arcilla aumenta al 30%, limo al 40% y arena al 40%, la textura del suelo se clasifica como franca. En sustratos de textura ligera y arenosa, caracterizados por una baja presencia de materia orgánica, los ácidos húmicos se adhieren a las partículas de arena. Esto mejora la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y aumenta la capacidad de retención de agua, evitando así pérdidas por lixiviación de nutrientes.

Los ácidos húmicos inducen modificaciones químicas en las propiedades de sorción del suelo. Equilibrar los niveles de acidez y alcalinidad en los suelos para ajustar el pH adecuado. Potenciar la eficiencia en la absorción de nutrientes y agua por parte de las plantas. Incrementar las características de disipación de energía del terreno.

Los ácidos húmicos demuestran ser un eficaz estimulante del desarrollo radicular. Durante los períodos en los que los cultivos no suelen necesitar riego adicional, dadas las precipitaciones durante esos meses, el enfoque óptimo para aplicar bioestimulantes es hacerlo en condiciones secas. Esto puede, por ejemplo, mejorar el crecimiento de las raíces.

Las enmiendas húmicas orgánicas con alto contenido de Hierro (Fe) asimilable por las plantas se recomiendan para la corrección de suelos básicos, calcáreos, bajos en materia orgánica y/o salinos. Estas enmiendas proporcionan hierro (Fe) asimilable a las plantas en forma de sulfato ferroso, reducen la acumulación de hierro (Fe) en el suelo, previenen y alivian la clorosis férrica, mitigan la erosión del suelo en suelos arenosos debido a lluvias excesivas y tienen un efecto amortiguador en el suelo. pH, promueve la formación de complejos arcilloso-húmicos del suelo, mejora la capacidad de intercambio catiónico (CIC), mejora la absorción de nutrientes, suministra un espectro completo de micronutrientes quelados, quela las sales bloqueadas en el suelo para su asimilación y mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas. propiedades del suelo.

2.5.Recomendaciones

- Aplicar ácidos húmicos en suelos franco arenosos, para mejorar las características del suelo que se desarrollaran los cultivos.
- Incentivar a los agricultores a realizar constantemente análisis de suelo, para determinar la estructura, textura y nutrientes disponibles.
- Desarrollar investigaciones de campo con aplicaciones de ácidos húmicos en suelos, y lograr obtener resultados favorables.

- La aplicación de ácidos húmicos en concentraciones de 12 - 27% y dosis de 3 - 4 litros/ha, aumentan significativamente los rendimientos en cultivos de ciclo corto.

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón-Zayas, A., Barreiro-Elorza, P., Boicet-Fabré, T., Ramos-Escalona, M., Morales-León, J. 2018. Effect of humic acids on biochemical and physicochemical indicators of tomato quality. *Revista Cubana de Química*, 30(2), 243-255. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000200006&lng=es&tlng=en.

Aro Morán, F., Cuchi-pe Mero, A. 2023. Productividad del cultivo de fréjol

- (*Phaseolus vulgaris* L.), mediante la aplicación foliar de tres dosis de ácidos húmicos en la parroquia del triunfo, cantón La Maná. UTC. La Maná. 71 p. Disponible en <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10080/1/UTC-PIM-000609.pdf>
- Bravo, W. 2023. (*EFFECTO DEL TÉ DE PLÁTANO, COMO COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN EDÁFICA, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DEL FREJOL*) (*Phaseolus vulgaris*) (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR). Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TITO%20BRAVO%20WLMINTON%20ARTURO.pdf>
- Carrasco, J. y Ortiz, M. 2019. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO, QUE CONDICIONAN EL DESARROLLO DE FRUTALES EN LA REGIÓN DE O'HICCINS. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7436/NR38176.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Cortes Páez, L., Bravo Realpe, I., Martín Peinado, F., Menjivar Flores, J. 2016. Extracción secuencial de metales pesados en dos suelos contaminados (Andisol y Vertisol) enmendados con ácidos húmicos. *Acta Agronómica*, 65(3), 232-238. Disponible en <https://doi.org/10.15446/acag.v65n3.44485>
- FAO. 2023. Propiedades Físicas del Suelo. Disponible en <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>
- Ganchozo Rodríguez, N. L. (2021). "*Respuesta agronómica del cultivo de banano (Musa paradisiaca) a la aplicación de ácidos húmicos*" (Bachelor's thesis, Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). Disponible en <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7742>
- García, J., Ponce, J. 2015. Propiedades Físicas del Suelo. Disponible en <https://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades%20fisicas%20del%20suelo.pdf>
<http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades%20fisicas%20del%20suelo.pdf>
- González Fariña, J. J. 2022. El uso de algas marinas como bioestimulantes. Disponible en <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/29095>

- Guzmán Bautista, J. H. (2023). Síntesis y extracción de sustancias húmicas a partir de residuos orgánicos compostados provenientes de la industria alimentaria Lima Perú-2022. Disponible en <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/8233>
- Hepper, Estela, Urioste, Ana, Belmonte, Valeria, & Buschiazzi, Daniel. (2018). Temperaturas de quema y propiedades físicas y químicas de suelos de la Región Semiárida Pampeana Central. *Ciencia del suelo*, 26(1), 29-34. Recuperado en 07 de marzo de 2024, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672008000100003&lng=es&tlng=pt.
- León Aroca, J. O. 2021. *Influencia de los ácidos húmicos y fúlvicos como alternativa para el manejo en suelos afectados por acidez en el cultivo de maíz, en el Ecuador* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2021). Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9287>
- Maquilón Hernández, A. E. (2022). *Caracterización físico-química de los principales abonos orgánicos comerciales, utilizados en la zona de Babahoyo* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022). Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11319>
- Morales, K. M. L. 2020. Descomposición de los aminoácidos glicina y alanina en condiciones simuladas de meteoritas, relevancia en química prebiótica. Disponible en <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000809846/3/0809846.pdf>
- Colina, N. E., Flores, I. A., Castro, A. C., Vera, S. M., & Garcia, S. A. (2022). Influencia de hongos micorrízicos más ácidos húmicos en la producción de maíz duro (*Zea mays* L.) en Babahoyo. *Journal of Science and Research*, 7(2), 14-36. Disponible en <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2884>
- Navarro, S. 2019. Efectos del suelo en las propiedades de textura y pH de la parcela 112 del Km 47 de la Carretera Iquitos – Nauta. Disponible en http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5782/Sussy_tesis_titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Ramos Oseguera, C., Castro Ramírez, A., León Martínez, N., Álvarez Solís, J., Huerta Lwanga, E. 2019. Lombricomposta para recuperar la fertilidad de

- suelo franco arenoso y el rendimiento de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.). *Terra Latinoamericana*, 37(1), 45-55. Disponible en <https://doi.org/10.28940/tl.v37i1.331>
- Reyes-Pérez, J., Rivero-Herrada, M., Solórzano-Cedeño, A., Carballo-Méndez, F., Lucero-Vega, G., Ruiz-Espinoza, F. 2021. Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Terra Latinoamericana*, 39, e833. Disponible en <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.833>
- Romero Solano, C. R. 2019. *Efectos de algunas prácticas, solas y combinadas, para el control de helechos pteridium aquilinum en potreros* (Bachelor's thesis). Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/32014>
- Soto-Valenzuela, J. O., Álvarez-Vera, M. S., Vásquez, J. E. V., & Ricardo, G. B. R. (2024). Evaluación físico, químico y microbiológico del suelo en cultivos de *Musa paradisiaca* Cavendish y *Elaeis guineensis* Jac. Provincia de los Ríos. *Revista Alfa*, 8(22), 110-125. Disponible en <https://www.revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/335>
- Torres-Benítez, A., Esquivel, H., Tinoco, F. 2017. Composición física y química de los suelos fluvio volcánicos de Armero Tolima, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 41(158), 119-126. Disponible en <https://doi.org/10.18257/raccefyn.447>
- Vázquez, P. E. 2019. Uso en la agricultura de sustancias húmicas. *Especialización en Química Aplicada. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coahuila. P, 38*. Disponible en <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/416>
- Veobides-Amador, H., Guridi-Izquierdo, F., & Vázquez-Padrón, V. 2018. Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos tropicales*, 39(4), 102-109. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362018000400015&script=sci_arttext
- Villón Laínez, J. M. 2023. *Valoración fenológica y rendimiento del pimiento capsicum annum L. en relación con la aplicación de bioestimulantes en la unidad experimental Río Verde, Santa Elena* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023). Disponible

en <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10252>

Zúñiga, F., Buenaño, M., Risco, D. 2016. Caracterización física y química de suelos de origen volcánico con actividad agrícola, próximos al volcán Tungurahua. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/David-Risco-2/publication/307917624_Caracterizacion_fisica_y_quimica_de_suelos_de_origen_volcanico_con_actividad_agricola_proximos_al_volcan_Tungurahua/links/57d197fc08ae5f03b48ab793/Caracterizacion-fisica-y-quimica-de-suelos-de-origen-volcanico-con-actividad-agricola-proximos-al-volcan-Tungurahua.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail

Ojeda, A. Mc Leod, C. Águila, K. Pino, M. 2018. Bases para la determinación de las necesidades hídricas del cultivo del calafate in situ, para su adaptación al manejo agronómico. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4880/Informativo%20INIA%20N%C2%B0%2079?sequence=1>

ANEXOS



Figura 1. Textura de los suelos



Figura 2. Suelo franco arenoso