

**Desarrollo de la Primera Fase. Efecto de Aplicación de Materia Orgánica como Agente de
Recuperación de Algunas Propiedades Químicas de los Suelos Cultivados con Palma de
Aceite *Elaeis guineensis* Jacq**

Sergio Andrés López Rodríguez

Rubén Darío Botello Botello

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Programa de Agronomía

Cúcuta

2021

**Desarrollo de la Primera Fase. Efecto de Aplicación de Materia Orgánica como Agente de
Recuperación de Algunas Propiedades Químicas de los Suelos Cultivados con Palma de
Aceite *Elaeis guineensis* Jacq**

Sergio Andrés López Rodríguez

Rubén Darío Botello Botello

Trabajo de tesis para optar al título de agrónomo

Directora

MSc María Del Pilar Calderón

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Programa de Agronomía

Cúcuta

2021

Página de Aceptación

María Del Pilar Calderón

Director Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Dedicatoria

A mi familia López Rodríguez y en especial padres Marisol Rodríguez Gualdron y Gonzalo López Rangel por el apoyo incondicional en la vida y en este proceso de formación profesional.

A mis hijos Luis Alejandro y Kaleth Sebastián, ellos son mi mayor motivación.

Agradecimientos

Den gracias en todo, porque esta es la voluntad de Dios para ustedes en Cristo Jesús (1 Tes 5:18).

Expresamos nuestra gratitud a:

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, a los docentes Oscar Mansilla, Edgar Manuel Villamizar Paredes y en especial a M. Sc. María del Pilar Calderón por su incondicional apoyo en el desarrollo de esta investigación y como docente líder del semillero de investigación

Micorrizas.

Palmiagro del Norte SAS, por permitirnos llevar a cabo el proyecto en su finca Villa Teresa y por apoyar la investigación en el sector palmero.

Compañeros del semillero de investigación Micorrizas que hicieron parte del desarrollo del proyecto de investigación.

Al grupo empresarial Oleoflores SAS, por brindarnos el espacio para nuestra formación y crecimiento profesional.

Resumen

Este estudio se realizó en el corregimiento de Petrolea en (Tibú - Norte de Santander) en una plantación de palma de aceite de 12 años, con un área de 10 hectáreas, donde se evaluó cuál es el efecto de la aplicación de tres fuentes de materia orgánica (Gallinaza, Bovinaza y producto de cosecha de palma-raquis) sobre las propiedades químicas del suelo, el cual se ha degradado debido a las actividades de manejo propias del cultivo. Por cada fuente de materia orgánica se aplicaron 50 kilogramos por palma al suelo con un intervalo de 4 meses, cada uno de los materiales orgánicos compostados se les tomo una muestra para sus respectivos análisis, a cada tratamiento se tomaron tres muestras compuestas para su posterior análisis y fueron comparadas con un análisis del suelo de la plantación sin ninguna aplicación. Este trabajo presenta los resultados preliminares de las propiedades químicas del suelo pH, Porcentaje de Carbono Orgánico (CO), Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo (CICE), se pudo observar que las aplicaciones de las fuentes de materia orgánica disminuyeron la acidez del suelo, aumentaron el porcentaje de Carbono Orgánico y la Capacidad de Intercambio Catiónico. Al realizar las diferentes aplicaciones de MO se contrarresta problemas de erosión, se crea un ambiente favorable para interacción de microorganismos, se conserva la humedad del suelo y por ende la palma presenta un mejor desarrollo de follajes, sistema radicular y se conserva la capa vegetal.

Palabras claves: Materia orgánica; palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*); fertilización orgánica; propiedades químicas; suelo.

Abstract

This study was carried out in the town of Petrolea in (Tibú - Norte de Santander) in an oil palm plantation with an area of 10 hectares, where the effect of the application of three sources of organic matter (Gallinaza, Cattle and palm-rachis harvest product) on the chemical properties of the soil, which has been degraded due to the management activities of the crop itself. For each source of organic matter applied to the soil, three composite samples were taken for subsequent analysis and they were compared with an analysis of the plantation soil without any application. This work presents the preliminary results of the chemical properties of the soil pH, Organic Carbon Percentage (CO), Effective Cation Exchange Capacity (CICE), it was observed that the applications of the sources of organic matter decreased the acidity of the soil, increased the percentage of Organic Carbon and the Cation Exchange Capacity. When carrying out the different applications of OM, erosion problems are counteracted, a favorable environment is created for the interaction of microorganisms, soil moisture is conserved and therefore the palm presents a better development of foliage, root system and the vegetal layer is preserved.

Key words: organic matter; soil; oil palm (*Elaeis guineensis Jacq*); fertilización orgánica; propiedades químicas.

Tabla de contenido

Lista de tablas.....	10
Lista de figuras	11
Lista de anexos.....	12
Introducción.....	13
Planteamiento del Problema	16
Descripción del Problema	16
Formulación del problema	16
Hipótesis.....	17
Justificación.....	17
Objetivos	18
Objetivo general	18
Objetivos específicos.....	18
Marco referencial.....	19
Antecedentes	19
Marco conceptual	24
Marco teórico	25
El suelo.....	25
Horizontes del suelo	26
Propiedades del suelo	28
Usos del suelo.....	33
Degradación del suelo	34

Uso de fertilizantes.....	39
Palma de aceite (fisiología y nutrición).....	43
Marco contextual.....	50
Generalidades del municipio de Tibú.....	50
Mapa del municipio.....	52
Condiciones agroclimatólogicas de Tibú	53
Suelos de la zona de Tibú.....	60
Metodología.....	62
Fase inicial de Campo	62
Aplicaciones 1-2.....	65
Materiales	66
Resultados.....	67
Discusión	73
Conclusiones.....	75
Recomendaciones	76
Referencias Bibliográficas.....	77
Anexos.....	86

Lista de tablas

Tabla 1 Tipos de fertilizantes.....	40
Tabla 2 Requerimientos Agroclimáticos.....	44
Tabla 3 Composición química de la gallinaza.....	47
Tabla 4 Composición química de estiércol de algunos animales.....	48
Tabla 5 Contenido nutrimental del estiércol de bovino comparado con la gallinaza.....	48
Tabla 6 Condiciones agroclimatológicas del municipio de Tibú durante el año 1994.....	57
Tabla 7 Datos de temperatura y humedad relativa del municipio de Tibú.....	59
Tabla 8 Materiales.....	66

Lista de figuras

Figura 1. Horizontes principales del suelo.....	27
Figura 2 Procesos de degradación de suelos.....	38
Figura 3 Características de la palma de aceite.....	44
Figura 4 Mapa del municipio de Tibú.....	52
Figura 5 Ubicación del lote de los ensayos en Petrólea- Corregimiento de Campo Dos-Municipio de Tibú.....	54
Figura 6. Medición de los factores climatológicos anuales (Temperatura, Precipitación y Presión de Vapor).....	55
Figura 7. Balance Hídrico del municipio de Tibú.....	57
Figura 8. Comportamiento anual de la Temperatura y la Humedad Relativa en el municipio de Tibú.....	59
Figura 9. Georreferenciación de las plantas objeto de estudio.....	63
Figura 10. Resultados del pH.....	67
Figura 11. Resultados del Carbono orgánico.....	68
Figura 12. Resultados de la Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo.....	69
Figura 13. Tendencias de las temperaturas medias mensuales.....	70
Figura 14. Tendencias de las precipitaciones medias mensuales.....	71

Lista de anexos

Anexo A. Análisis del suelo testigo.....	86
Anexo B. Análisis de la muestra de bovinaza.....	88
Anexo C. Análisis de la muestra de gallinaza.....	90
Anexo D. Análisis de la muestra del compost de palma.....	92
Anexo E. Primer análisis realizado al suelo tratado con bovinaza.....	94
Anexo F. Primer análisis realizado al suelo tratado con gallinaza.....	96
Anexo G. Primer análisis realizado al suelo tratado con compost de palma.....	98
Anexo H. Segundo análisis realizado suelo tratado con bovinaza.....	100
Anexo I. Segundo análisis realizado al suelo tratado con gallinaza.....	102
Anexo J. Segundo análisis realizado al suelo tratado con compost de palma.....	104
Anexo K. Marcación y georreferenciación de palmas.....	106
Anexo L. Toma de muestra inicial.....	107
Anexo M. Recepción del material orgánico.....	108
Anexo N. Transporte del material.....	109
Anexo O. Primera aplicación del material orgánico.....	110
Anexo P. Primera toma de muestra.....	111
Anexo Q. Segunda aplicación del material orgánico.....	112
Anexo R. Segunda toma de muestra.....	112
Anexo S. Procesamiento de las muestras.....	114
Anexo T. Monitoreo de las aplicaciones.....	115
Anexo U. Seguimiento a la emisión de raíces.....	116

Introducción

El suelo es un recurso natural que día a día se ha visto afectado por los diferentes usos que se le dan. Al ser un recurso que se extiende por la superficie terrestre, da lugar a que se emplee para diversas actividades, tanto ambientales como actividades antrópicas y que, de una manera u otra, terminan por degradar sus propiedades. El suelo consta de cuatro componentes principales que le otorgan sus características: el componente mineral, materia orgánica, aire y agua. De acuerdo con Acosta (2006), la materia mineral proviene principalmente de la descomposición de la roca madre que compone la corteza terrestre, así mismo, el elemento orgánico proviene de desechos de las plantas y los animales, la cual es transformada por la acción de seres microscópicos como hongos y bacterias, finalmente, en conjunto con el agua y el aire, conforman el suelo que permite el crecimiento de las plantas, la siembra de cultivos y las diferentes acciones humanas y ambientales.

No obstante, la fertilidad de los suelos dedicados a la agricultura se ha visto afectado en los últimos años, así lo confirma Burbano (2016), pues expone que, debido a las malas prácticas agronómicas como el uso indiscriminado de productos agroquímicos para el control de arvenses (paja brava *Eleusine indica*, paja de mula *Digitaria sanguinalis*), plagas y enfermedades, y los altos volúmenes de fertilizantes químicos hacen que los suelos sean cada vez más ácidos, sumándole el incremento en la compactación, pérdida de la capa superficial por la erosión y a su vez la disminución de su contenido de materia orgánica hacen que las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos se deterioren a niveles alarmantes, causando la pérdida de la capacidad de producción y a su vez encaminado a la desertificación.

Al respecto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015), más conocida como FAO, advierte que, la gran mayoría de los suelos a nivel mundial, se encuentran en muy malas condiciones. Adicionalmente, estima que las acciones

encaminadas para su mejoramiento, son mucho menores que aquellas que, por el contrario, promueven su deterioro. En particular, el 33% de la tierra se encuentra de moderada a altamente degradada debido a la erosión, salinización, compactación, acidificación y la contaminación química de los suelos

Colombia no es ajena a esta realidad, pues, de acuerdo con el Sistema de Información Ambiental de Colombia (s.f), los suelos del territorio colombiano presentan procesos de degradación, entre los cuales predomina la erosión, la contaminación, el sellamiento de suelos, la pérdida de la materia orgánica, la salinización, la compactación y la desertificación. Las causas de la degradación, obedecen a diversos factores, que van desde lo ambiental, hasta lo político y económico. Sin embargo, las causas más relevantes, son: la creciente demanda de bienes y servicios, desconocimiento de la importancia del suelo y su mantenimiento, restauración y rehabilitación, crecimiento poblacional y planes de ordenamiento territorial que no consideran el uso adecuado del suelo, carencia de normas e instrumentos para la gestión sostenible del suelo, entre otros.

Regionalmente y para fines de esta investigación, se tiene en cuenta los suelos del municipio de Tibú, Norte de Santander, en donde, según Pérez (2015), los cultivos de palma de aceite se inician en el año 2000, como un proyecto impulsado por el Plan Colombia, la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID, el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO), y el Banco Agrario, que buscaban la erradicación de cultivos de coca y su sustitución por cultivos de palma de aceite. No obstante, debido a fenómenos surgidos por el conflicto armado del país, no fue sino hasta el año 2004 que se empieza a desarrollar el proyecto, el cual, según Minga (2005), citado por Pérez (2015), tuvo gran repercusión social y económica en el momento, al ser una alternativa social para los desmovilizados.

A partir de ese momento, las áreas establecidas como plantaciones de palma han estado en constante aumento, esto indica que hay un incremento importante en el uso del suelo con un cultivo perenne de alrededor de 20 a 25 años desde su establecimiento y toda su etapa productiva, requiriendo de unas buenas condiciones agroclimáticas y de fertilidad para alcanzar altos niveles de producción, un mal manejo de los suelos incide en bajas producciones y problemas fitosanitarios, por lo que la implementación de estrategias que permitan mantener las propiedades físicas, químicas y microbiológicas en el suelo es de vital importancia para los palmicultores.

En el desarrollo de esta investigación se evaluó el aporte y efecto de diferentes fuentes de materias orgánicas compostadas como gallinaza, bovinaza y residuos de la cosecha de la misma palma, como agente de recuperación de algunas propiedades químicas en un suelo con una plantación de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), a partir de dos aplicaciones de las materias orgánicas compostadas (bovinaza, gallinaza de jaula y producto residuos de cosecha de la palma), cada una a un tratamiento de 20 palmas debidamente identificadas, marcadas y georreferenciadas a las que se les realizó un seguimiento en campo y constante monitoreo entre tratamientos con el suelo de la plantación sin ninguna aplicación, los resultados se obtuvieron mediante los análisis realizados a cada tratamiento comparados entre sí y el suelo al que no se le realizó ningún tipo de aplicación.

Planteamiento del Problema

Descripción del Problema

Este cultivo de carácter perenne, requiere de terrenos con buenas condiciones topográficas y agroecológicas para su normal crecimiento, desarrollo y productividad (Fedepalma, 2011).

Por efectos del cultivo y para obtener una producción económica adecuada, los suelos requieren de elevadas cantidades de fertilizantes y el uso irracional de sustancias químicas para el control de plagas y enfermedades (Martínez, 2011), que trae como consecuencias el empobrecimiento gradual o acelerado, la baja fertilidad e improductividad de los suelos por la salinización, solidificación, compactación y la contaminación química. El manejo de los suelos y de la nutrición del cultivo no ha recibido la atención que requieren como elementos de alta incidencia en la productividad y la sostenibilidad.

Finalmente, se afirma que mediante estudios realizados por Calderón (2016), los suelos en predios de los palmicultores pertenecientes a ASOPALTIBU (Tibú-Norte de Santander) presentan un impacto ambiental negativo Alto-Severo.

Formulación del problema

¿Cuáles son los aportes al suelo en la primera fase de estudio del efecto de aplicación de materia orgánica como agente de recuperación de las propiedades químicas en el suelo cultivado con palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) en la finca Villa Teresa (Tibú-Departamento Norte De Santander)?

Hipótesis

La aplicación de materias orgánicas compostadas de origen animal obtenidas de la limpieza de galpones y corrales o de origen vegetal producidos por residuos de la cosecha y podas, efectivamente pueden incidir en la recuperación de las propiedades químicas del suelo, desacelerando la degradación y concentración de acidez a causa malas prácticas agronómica en el cultivo.

Justificación

El suelo es un factor importante en la agroindustria de la palma de aceite o palma africana (*Elaeis guineensis Jacq*); este cultivo de carácter perenne, requiere de terrenos con buenas condiciones topográficas y agroecológicas para su normal crecimiento, desarrollo y productividad (Fedepalma, 2011). Por efectos del cultivo, el uso irracional de grandes cantidades de fertilizantes y sustancias químicas para el control de plagas y enfermedades (Martínez, 2011) conllevan el empobrecimiento gradual o acelerado que trae como consecuencias la baja fertilidad e improductividad de los suelos por la salinización, solidificación, compactación y la contaminación química. Según Munévar (1998), para lograr una producción agrícola competitiva y sostenible es necesario tener en cuenta todos los agentes que afectan la productividad y el ambiente, y dentro de dichos factores el suelo juega un papel fundamental. El manejo de los suelos y de la nutrición del cultivo no han recibido la atención que requieren como elementos de alta incidencia en la productividad y la sostenibilidad.

A nivel de la sostenibilidad económica los suelos de la región están dedicados en su mayoría a la explotación agrícola, cumpliendo un factor muy importante ya que su productividad se centra en la fertilidad que puedan tener los suelos para el desarrollo de los diferentes cultivos en especial el de la palma de aceite, del cual se deriva una de las actividades económicas más importantes para el municipio de Tibú y el departamento de Norte de Santander, en donde en el

año 2019 este sector agropecuario genero 8573 empleos, de los cuales 3429 son directos y 5144 indirectos (Fedepalma, 2019), lo que ubica a esta actividad en una de las mayores generadoras de empleos e ingreso de recursos y todo sobre la base de la fertilidad de los suelos y su capacidad de recuperación.

Finalmente, este proyecto de investigación contribuye que se le dé al suelo el manejo y la atención que requiere como recurso de alta incidencia en la productividad y la sostenibilidad, también a disminuir los niveles de degradación física y química del mismo.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de aplicación de materia orgánica como agente de recuperación de algunas propiedades químicas de los suelos cultivados con palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq en la finca Villa Teresa (Tibú-Departamento Norte De Santander).

Objetivos específicos

Identificar en los suelos cultivados el contenido de CO, pH y CICE a partir de la aplicación de gallinaza, bovinaza y compost de residuos de cosecha de palma-raquis.

Analizar el efecto de aplicación de materia orgánica compostada como agente de recuperación de las propiedades químicas de los suelos.

Marco referencial

Antecedentes

Zanor, López, Martínez, Ramírez, Gutiérrez y León (2018), en su trabajo Mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de un suelo agrícola mezclado con lombricompostas de dos efluentes de biodigestores, llegó a las siguientes conclusiones: La lombricompostas de efluentes de biodigestor alimentado con residuos de hortalizas y frutas fue la mejor opción para mejorar las características físicas, químicas y la actividad enzimática deshidrogenasa del suelo, debido a que este alcanzó una relación C/N más equilibrada y mostró concentraciones más altas de materia orgánica y N total, en comparación con el suelo tratado con la lombricomposta de biodigestor a base de estiércol bovino.

Se tendrá en cuenta una investigación realizada en Ecuador en el año 2020 y titulada “Evaluación de propiedades físico-químicas en suelos agrícolas mediante abonos orgánicos en cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) en Santa Martha de Cuba, Carchi” por las estudiantes Fernanda Moya y Angela Farinango, dicha investigación, se enfocó en el análisis de las características físico-químicas del suelo empleado para la producción de papa, después de fertilizarlos con abonos orgánicos (compost, humus de lombriz y champiñonaza) y su efecto con relación al rendimiento del cultivo.

En el estudio, por cada aplicación de los diferentes abonos, se analizaron propiedades del suelo como la textura, densidad aparente, potencial de hidrógeno, materia orgánica, macronutrientes y micronutrientes. Se aplicó el Diseño Cuadrado Latino en 16 unidades experimentales, y se demostró que la aplicación de compost, aunque no mostró cambios significativos en la textura después de la cosecha, no obstante, se determinó que la densidad aparente del suelo se mantuvo dentro de un rango óptimo, durante la siembra y la cosecha. Concluyeron, además, que referente al pH del suelo, la aplicación de compost puede llegar a

modificarlo dependiendo del pH del suelo original, por lo que es importante que se emplee un compost neutro o ligeramente alcalino. En cuanto a la extracción de macronutrientes, el compost tuvo mayor extracción de amonio (NH_4^+) y fósforo (P). Finalmente, aunque los análisis y las comparaciones realizadas con los demás abonos, no muestran diferencias significativas en la obtención de los nutrientes, demuestran una tendencia en los tratamientos con fertilizante mineral y compost los cuales otorgaron un mayor rendimiento en la producción de papa.

El otro estudio a considerar, fue realizado en Perú por Leonor Barrientos y Damaris Rojas en el año 2020 y se titula “Efecto del compost de residuos orgánicos y estiércol vacuno en suelo franco arenoso de la Asociación Vivienda La Bloquera - Villa María del Triunfo”. Esta investigación evaluó el efecto del compost de residuos orgánicos y estiércol vacuno sobre las propiedades físico-químicas del suelo franco arenoso. Se aplicaron 2 tratamientos orgánicos de residuos frescos vegetales y estiércol vacuno, en los cuales se analizaron propiedades físico-químicas del suelo antes de la dosificación (textura, color, densidad aparente, densidad real, porosidad, pH, Materia orgánica, conductividad eléctrica, humedad, nitrógeno, fosforo y potasio), y después de 30 días de aplicación.

Las conclusiones del estudio demostraron que hubo diferencias significativas en las características físico-químicas del suelo, notándose mayor variación en la humedad, contenido de Fósforo, Nitrógeno y Potasio, además, logrando mejoras respecto al incremento de materia orgánica y porosidad; mientras en el pH, Conductividad eléctrica, densidad aparente y Densidad real redujeron entre 8.10 a 7.65 respecto a pH, de 12.5 a 4.73 ds/m en conductividad eléctrica, 1.55 a 1.27 g/cm³ en densidad aparente y de 2.71 a 2.46 g/cm³ en densidad real. De forma general, se concluyó que independientemente de las dosis que se utilicen en los cultivos, los compost tienen efectos positivos en las propiedades físico-químicas del suelo

Con respecto al uso de la gallinaza, se encontró el estudio de Yulebiz Vergara et al, realizado en el 2015 y titulado “Efecto de la gallinaza sobre propiedades químicas y biológicas de un suelo del estado Mérida Venezuela”. El estudio se desarrolló en una parcela ubicada en el municipio Pueblo Llano del estado Mérida (Venezuela), zona agrícola de 15.000 m², ubicada a 2600 msnm y en donde predomina el cultivo de papa. Los investigadores tomaron muestras del suelo, antes y después de la aplicación de 12 toneladas de gallinaza, y buscaron analizar su efecto sobre las siguientes propiedades químicas y biológicas: disponibilidad de nutrientes, pH, carbono orgánico (CO), respiración microbiana (RM) y carbono de la biomasa microbiana (CBM).

El análisis estadístico de las variables determinadas en esta investigación fue realizado por triplicado empleando el programa estadístico Minitab 15 (2007). Se empleó un diseño experimental en bloques al azar, el método de análisis de varianza (ANOVA) con un modelo lineal general. El análisis de suelo demostró que, en cuanto al pH, no hubo una variación significativa ($p > 0,05$) con la aplicación de la enmienda, por otro lado, la disponibilidad de Ca y Mg aumentó en todos los lotes evaluados, a excepción del P y el K que se mostraron variables ya que, en la mayoría de los lotes, se observó una disminución en la disponibilidad de estos nutrientes. De forma general, el estudio concluyó que la aplicación de la gallinaza en el suelo genera cambios en sus propiedades químicas y biológicas tales como: aumento en el contenido de Ca y Mg disponible, carbono biomásico y respiración microbiana, estos cambios se deben a que la enmienda aporta al suelo gran cantidad de nutrientes y una nueva carga microbiana lo cual beneficia el contenido de la biomasa microbiana.

De igual manera se contará con el estudio “Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú” el cual se llevó a cabo en el año 2020 por Víctor Cotrina et al. Este estudio buscó determinar el efecto de abonos orgánicos en las propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo agrícola en Purupampa Panao, Perú. Los investigadores trabajaron sobre

un área de uso agrícola de 596,25 m² que presentaba niveles de degradación. La metodología estuvo comprendida por un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), se estudió los cambios en las propiedades del suelo de 4 formas: sin la aplicación de abonos y con aplicación de Bocashi, Compost y gallinaza, los efectos se midieron antes y después de aplicarse.

Se evidencio en el potencial hidrógeno (pH) una leve variación de los abonos orgánicos con el Bocashi 5,69; materia orgánica (MO) con el Bocashi 3,96 % y Compost 3,85 %; nitrógeno (N) con gallinaza 0,17 %; fósforo (P) con gallinaza 7,63 ppm, potasio (K) con Compost 66,19 ppm. Además, se demostró que, con los abonos orgánicos, en especial con la gallinaza y Bocashi, hubo un aumento en la concentración de los macronutrientes en el suelo, destacándose el contenido de nitrógeno. Finalmente, los autores recomiendan el uso de gallinaza si lo que se busca es aumentar el nivel de nutrientes en suelos de uso agrícola.

Adicionalmente, se tendrá en cuenta el boletín técnico de Galindo y Romero (2012) y realizado con el apoyo del Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma) y la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma), titulado “Compostaje de subproductos de la agroindustria de palma de aceite en Colombia: estado del arte y perspectivas de investigación”. En este boletín técnico, se buscó establecer el proceso de compostaje basado en subproductos de la agroindustria de la palma de aceite, en modo de orientación para los palmicultores o personas interesadas en el tema.

El documento resalta la importancia que tiene el manejo de los subproductos que surgen de la extracción del aceite de palma y los beneficios que trae el aprovechamiento de los mismos y de sus desechos para los suelos de cultivo. Sumado a esto, en el documento se exponen los aspectos técnicos del proceso de compostaje de subproductos de la actividad palmicultora, haciendo énfasis en los cambios físico, químico y microbiológico que estos insumos sufren durante la obtención del compost. Si bien, este estudio muestra algunas desventajas de compostar

y usar compost de subproductos, también resalta que la adecuada planificación previa al inicio del proceso de compostaje, puede orientar la inversión inicial del proyecto, la cual se consolida como el mayor inconveniente.

En este sentido, la importancia de esta guía, radica en que ofrece un completo análisis desde el momento de la obtención de los residuos de la palma de aceite durante su cosecha, y ofrece una orientación para el debido procesamiento de estos para su uso como fertilizante orgánico. Por otro lado, el informe muestra algunos estudios que reportan datos positivos de la aplicación del compost sobre las propiedades del suelo, por ejemplo, señala el aumento de contenido de fósforo como uno de los beneficios, además de la incidencia sobre las propiedades químicas y físicas y la proliferación de las raíces de los cultivos. De manera complementaria, contextualiza su contenido, mostrando casos reales de palmicultores colombianos y sus experiencias con respecto al tema de estudio.

Por otro lado, se tomará en cuenta el documento Fertilización de la palma de aceite para obtener altos rendimientos. Investigación colombiana realizada por el ingeniero agrónomo Munévar (2001), esta investigación tiene relevancia para el presente estudio, dado que expone los principales factores a tenerse en cuenta al momento de diseñar y ejecutar planes de manejo nutricional de la palma de aceite, enfocándose en lograr los mayores rendimientos y competitividad de los cultivos.

Se tuvieron en cuenta los requerimientos específicos de nutrientes de la palma de aceite, así como las respuestas de estos ante los procesos de fertilización propuestos. Esta investigación muestra los procedimientos empleados para calcular los requerimientos de nutrientes por extracción en la cosecha, en Colombia, por ejemplo, utilizan las llamadas "tablas de consumo de nutrientes", las cuales determinan los requerimientos de nutrientes de los cultivos, a partir de análisis foliares de las plantas y de la etapa y las condiciones en que se encuentren

Adicionalmente, este trabajo contiene importantes aportes, ya que orienta sobre los procedimientos que se pueden seguir para realizar diagnósticos nutricionales de las plantas y del suelo en donde crecen, con su respectiva sugerencia del mejor método de fertilización.

Marco conceptual

Para los fines de la presente investigación se presentan a continuación las definiciones que guiarán algunos de los procesos dentro del estudio.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE): Medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH₄ etc.) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura, 2021, p.12)

Carbono orgánico. “Es el carbono que permanece en el suelo después de la descomposición parcial de cualquier material producido por organismos vivos. Constituye un elemento clave del ciclo global del carbono a través de la atmósfera, vegetación, suelo, ríos y océano” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura, 2017, p.2).

Materia orgánica. De acuerdo con la definición de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (2021), la materia orgánica del suelo se compone por material orgánico vivo y la descomposición de material muerto, que proviene de las plantas o de microorganismos como bacterias, hongos o lombrices.

pH. El pH es una medida de qué tan ácida o alcalina es una sustancia, indicando la cantidad de iones de hidrógeno presentes en ella. El pH se mide en una escala de 0 a 14 “Los números de 0 al 7 en la escala indican las soluciones ácidas y 7 a 14 indican soluciones alcalinas” (González, 2011, p.4).

Suelo. “Se define como el medio natural para el crecimiento de las plantas. También se ha definido como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura, 2021, p. 11).

Marco teórico

El suelo

De acuerdo con lo planteado por el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), el suelo es un material compuesto por cinco elementos principales: minerales, materia orgánica del suelo, organismos vivos, gas y agua. El suelo se considera como un recurso natural que cubre las superficies terrestres, la materia mineral abarca arcilla, limo y arena, que es transportada por el agua o el viento y a la cual se le añade material orgánico. Este último, se compone de organismos vivos o muertos, conteniendo principalmente raíces, hojas y otros desechos de plantas, fauna muerta y material orgánico en varias etapas de descomposición. “La materia orgánica (humus) se forma con la incorporación de restos animales y vegetales. Es muy importante para la fertilidad ya que, desde ella, los microorganismos que viven en el suelo, liberan nutrientes para las plantas” (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2015, p. 6).

Por otro lado, Casas (2012), señala que el suelo es la transformación que sufre la roca madre durante el transcurso del tiempo por la acción de diferentes procesos físicos, químicos y biológicos. Así mismo, se reconoce la importancia que tiene para el medio ambiente, pues al estar constituido por minerales, aire, agua y materia orgánica; este interviene en procesos constantes dentro de los ecosistemas y constituye el soporte vital de muchas especies. En este sentido, cabe resaltar que, para el desempeño de esta función, se presentan diferentes tipos de suelo que resultan de condiciones ambientales diversas, como la presencia de microorganismos, condiciones climáticas, la topografía y la vegetación.

Horizontes del suelo

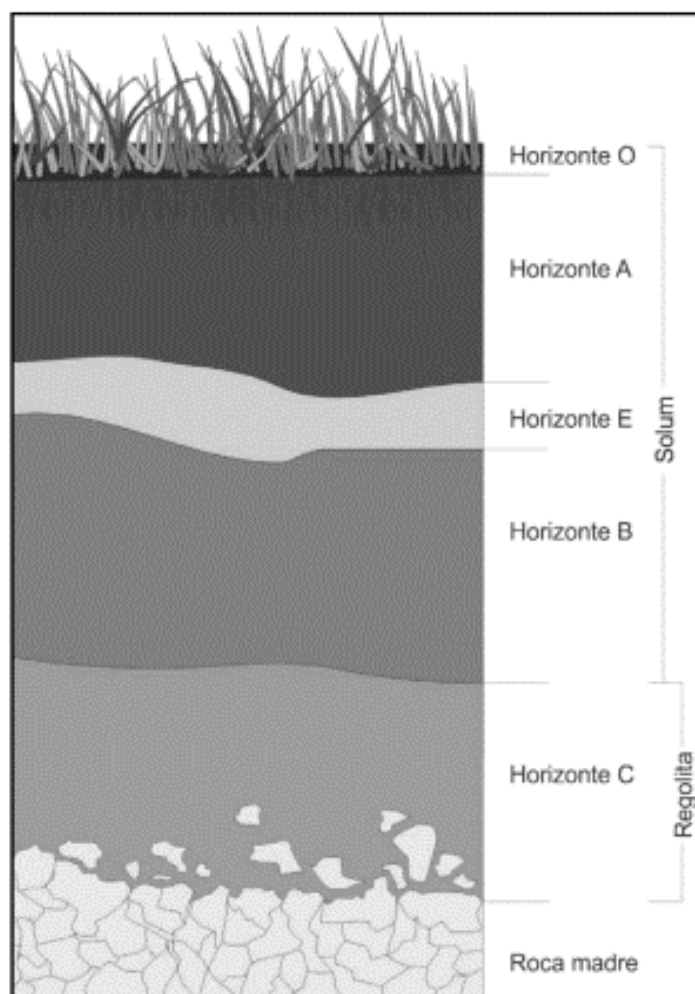
Como se mencionó anteriormente, los suelos difieren ampliamente en sus propiedades debido a la variación geológica y climática a lo largo del tiempo. Sin embargo, independientemente de estas variaciones, tienen una característica estructural única que los distingue y sirve de base para su clasificación. Esta estructura consiste en una secuencia de capas dentro de los suelos, llamadas horizontes (ver figura 1).

Un horizonte puede ser definido como una capa de suelo aproximadamente paralelo a la superficie de la tierra, que se diferencia de las capas adyacentes genéticamente relacionadas por sus propiedades físicas, químicas o biológicas o por características tales como color, estructura, textura, consistencia, clase y número de organismos presentes, grado de acidez o de alcalinidad, etc (Fadda, Fernández & Corbella, 2017, p.1).

Por otro lado, aunque estos horizontes pueden ser muy diferentes uno de otro, estos interactúan entre sí y no pueden considerarse independientes. Al conjunto de horizontes de un suelo se le denomina perfil. Casas (2012), sostiene que existe una gran complejidad y diversidad en los horizontes del suelo, pero en general los horizontes superficiales son dinámicos y ricos en vida y materia orgánica; bajo los horizontes de la superficie, a menudo se encuentran horizontes más estables que se forman a través de un conjunto diverso de procesos de formación del suelo. En la siguiente figura, se pueden observar la ilustración de los horizontes del suelo:

Figura 1

Horizontes principales del suelo



Fuente: Fadda, Fernández y Corbella (2017).

Citando a Fadda, Fernández y Corbella (2017), el Horizonte 0 contiene cultivos y pastos no descompuestos o parcialmente descompuestos, que se han sido acumulados en la superficie. El Horizonte A es el más orgánico, suele tener un color más oscuro que la parte inferior del perfil, además es la zona de máxima actividad biológica. El Horizonte E es mineral, tiene alta concentración de arena y limo, debido a la pérdida de arcillas silicatadas, hierro o, aluminio, tiene textura similar a la de la A, de color más claro, menos materia orgánica y menos actividad biológica, este horizonte no siempre se da. El Horizontes B, se caracteriza por la desaparición de

toda o la mayor parte de la estructura original de la roca, presenta, además, concentración aluvial de arcillas silicatadas, hierro, aluminio, humus, carbonatos, yeso, o sílice. El Horizonte C, presenta material parental degradado poco desarrollo del suelo y, a veces, demasiado profundo para observar. Finalmente, se encuentra la roca madre, que varía en profundidad. Puede estar cerca de la superficie o puede ser demasiado profundo para observar o excavar, se compone de rocas duras, como granito, basalto, cuarcita, rocas calcáreas consolidadas o areniscas.

Propiedades del suelo. Acosta (2006), afirma que los suelos poseen identidad, pues existen variaciones en la forma en que se combinan sus componentes, dando lugar a las clasificaciones taxonómicas dadas a los suelos. Estas clasificaciones se basan especialmente en las características y propiedades de los mismos. Las propiedades se dividen en físicas, químicas y biológicas. Aunque dichas propiedades se analizan por separado, estas son interdependientes y su estudio es esencial para la planificación de actividades sobre el uso de la tierra.

Propiedades físicas. Incluyen aquellas características del suelo que se pueden ver y tocar. Estas son: textura del suelo, color, profundidad, estructura, porosidad, contenido de piedra, entre otros. Ramírez (1997), en su libro *Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos*, establece dos divisiones para las propiedades físicas: Fundamentales: las cuales no se derivan de otras, como el color, la textura, la estructura, la densidad, la consistencia, la temperatura. etc. y derivadas: las cuales surgen por la Interacción de las fundamentales. Las propiedades físicas del suelo determinan el movimiento de agua y oxígeno entre sus componentes, por lo que le otorgan o no, la capacidad de dar soporte y vitalidad a las plantas. Tomando como referencia lo estipulado por Casas (2012), las siguientes son algunas propiedades físicas:

Profundidad libre. Casas (2012), establece que la profundidad libre o utilizable del suelo es la parte superficial en la que se desarrollan las raíces de las plantas. Esta porción del suelo es la que condiciona el cultivo de ciertas plantas y árboles frutales. La profundidad libre debe ser por

lo menos de 1 metro para que los árboles puedan anclarse y sobrevivir.

Color. De igual manera, Casas (2012), define a los colores del suelo como una propiedad que se relaciona con las propiedades químicas, la aireación o drenaje y la materia orgánica; es una característica importante, ya que puede proporcionar una indicación de las características de drenaje. El color rojo sugiere la presencia de óxidos de hierro sin hidratar que son un indicio de buen drenaje y aireación. Los colores indican a menudo grandes cantidades de materia orgánica o presencia de óxidos. El color amarillo tiene un drenaje inadecuado y generalmente indica que el suelo permanece saturado y carece de oxígeno durante varias semanas después de la lluvia. El color blancuzco indica presencia de arena cuarzosa, caliza o y eso. El color gris se debe a la presencia de compuestos de hierro e indica falta de oxígeno.

Elementos gruesos. Casas (2012), estipula que los elementos gruesos hacen referencia a los trozos de roca o minerales de diámetro mayor a 2mm contenidos en el suelo. La presencia de elementos gruesos reduce la capacidad de retención de agua y nutrientes del suelo y limita su uso para cultivos. Algunos fragmentos de estas rocas minerales se encuentran en el suelo como parte del proceso de meteorización, es decir, son restos del lecho rocoso derrumbado, mientras que otras son el resultado de un drenaje deficiente y se conocen comúnmente como "perdigones".

Textura. Para esta propiedad, Casas (2012), afirma que se refiere a la distribución relativa de las partículas de diferentes tamaños en el suelo. La combinación de una fracción mineral (arena, limo y arcilla) y una fracción de materia orgánica, le dan al suelo una textura determinada. Hay muchos grados de textura diferentes dependiendo de las proporciones de estos componentes. La textura permite caracterizar los suelos; así pues, los suelos con mayor contenido de arena son más permeables al agua y al aire, aunque, no cultivables; aquellos en donde hay más contenido de arcilla, retienen más agua y nutrientes, tienen mayor viscosidad con la humedad, mientras que son duros ante la resequedad.

Estructura. Hace referencia a la disposición de las partículas (arena, limo y arcilla) y los poros en el suelo (espacios entre el suelo) y a la capacidad de las partículas para formar agregados. Los agregados son grupos de partículas del suelo que son cementadas por las partículas de arcilla y la materia orgánica o se mantienen unidas por fuerzas químicas. “Los huecos o poros que quedan entre los agregados permiten la circulación del agua y del aire, en ellos pueden desarrollar su actividad los microorganismos y a través de ellos crecen los microorganismos” (Casas, 2012, p.16).

Porosidad. En su libro, Ramírez (1997), afirma que los espacios entre las partículas del suelo (arcilla, limo y arena) y entre y dentro de los agregados) se denominan espacios porosos o porosidad. Estos poros se pueden llenar con aire o agua. El número, tamaño y forma de los poros determina la cantidad y la velocidad a la que el agua y el aire pueden entrar y atravesar el suelo, y también la cantidad de agua retenida en el suelo.

Capacidad de retención de agua. Infiltración y permeabilidad. La influencia del agua dentro del suelo está estrechamente ligada al crecimiento de las plantas y el funcionamiento biológico del suelo. Gracias a ella, existe movimiento de sustancias, entre las que se cuentan aquellas nutritivas, que permiten a las raíces de las plantas tomar los elementos necesarios para su subsistencia. La capacidad del suelo para retener la humedad contribuye a los procesos de erosión y meteorización. “Se llama infiltración al proceso de entrada, generalmente vertical, del agua, a través de la superficie del suelo” (Casas, 2012, p.24). La textura influye en cómo se retiene el agua dentro del suelo y también en la velocidad a la que el agua se infiltrará en el mismo.

Propiedades químicas. Los suelos guardan ciertas características relacionadas con la presencia de nutrientes y elementos químicos, y la forma en que estos se intercambian de las plantas al suelo o viceversa. Por otro lado, la cantidad de estos elementos determina condiciones elementales para el uso del suelo.

Capacidad de intercambio catiónico. El intercambio catiónico es un mecanismo importante en los suelos para retener y suministrar nutrientes a las plantas y para adsorber contaminantes. Según Ramírez (1997), uno de los procesos más importantes llevados a cabo dentro del suelo es el intercambio iónico, pues, en conjunto con la fotosíntesis, son elementales para el desarrollo de las plantas. Algunos nutrientes y metales de las plantas existen como iones cargados positivamente (cationes), en el ambiente del suelo. Entre los cationes más comunes que se encuentran en los suelos se encuentran el hidrógeno (H), el aluminio (Al), el calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el potasio (K).

De acuerdo con Casas (2012), la mayoría de los metales pesados también existen como cationes en el medio ambiente del suelo. Las partículas de arcilla y materia orgánica están predominantemente cargadas negativamente y tienen la capacidad de evitar que los cationes sean lixiviados o filtrados hacia la roca madre. Los cationes adsorbidos están sujetos a ser reemplazados por otros cationes en un proceso rápido y reversible llamado "intercambio de cationes".

Por otro lado, Ramírez (1997), expone que la obtención de nutrientes del suelo se da principalmente de la meteorización de los materiales parentales y, por lo tanto, son una reserva limitada. No obstante, los nutrientes también se pueden agregar al suelo desde la atmósfera, por medio de la lluvia o el aire, de igual manera, los nutrientes cumplen sus ciclos naturales entre la vegetación y el suelo y el sistema pierde pocos nutrientes. Generalmente, este sistema natural de aportes de nutrientes es suficiente para mantener la vegetación, sin embargo, en los sistemas agrícolas productivos, estas fuentes no son suficientes para suministrar todos los nutrientes que requieren los cultivos, por lo que se requieren insumos adicionales de nutrientes a través de fertilizantes o abonos.

pH. Por definición, el pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno activo (H^+) y es una indicación de la acidez o alcalinidad de un suelo, en palabras de Casas (2012), la concentración del ion hidrogeno (H^+) determina la acidez o basicidad en el suelo. De esta manera, cuanto mayor sea la proporción de H^+ en relación al resto de cationes básicos del suelo, este será más ácido, y en la medida que la cantidad de cationes básicos aumente, la acidez del suelo disminuye. La escala de pH varía de 0 a 14, con valores inferiores a 7,0 ácidos y valores superiores a 7,0 alcalinos. Un valor de pH de 7 se considera neutro. Un pH de 4.0 es diez veces más ácido que un pH de 5.0.

Ramírez (1997), afirma que, el efecto más importante del pH en el suelo es la solubilidad de los iones, que a su vez afecta el crecimiento microbiano y vegetal. Un rango de pH de 6.0 a 6.8 es ideal para la mayoría de los cultivos porque coincide con la solubilidad óptima de los nutrientes vegetales más importantes. Algunos elementos menores (por ejemplo, hierro) y la mayoría de los metales pesados son más solubles a un pH más bajo. Esto hace que la gestión del pH sea importante para controlar el movimiento de metales pesados y la posible contaminación del agua subterránea en el suelo.

Propiedades biológicas. “Las propiedades biológicas se refieren al gran número de actividades que desarrollan organismos vivos del suelo para impactar en el potencial productivo” (Acosta, 2006, p.58). El componente biológico del suelo lo constituyen los microorganismos que habitan en él, y las raíces; afectan tanto las características químicas como físicas de un suelo.

Los microorganismos son responsables de la descomposición de los residuos vegetales y pueden controlar los nutrientes liberados durante la descomposición. Bajo cargas elevadas de residuos, los microorganismos pueden inmovilizar los nutrientes disponibles en las plantas para aumentar su propia población. Los nutrientes están ligados a la población microbiana hasta que los niveles de residuos disminuyen y los nutrientes están disponibles para las plantas. Con este

sistema, los microorganismos pueden retener nutrientes en forma orgánica y evitar la lixiviación debajo de la zona de la raíz.

Usos del suelo

El suelo desempeña un papel vital para el sostenimiento de los ecosistemas de la Tierra, por lo tanto, el manejo del suelo afectará la productividad de la tierra y la sostenibilidad ambiental. Algunas de las actividades en las que interviene el suelo, y que proporcionan beneficios al medio ambiente circundante: el suelo provee a las plantas un punto de apoyo para sus raíces y contiene los nutrientes necesarios para que crezcan, filtra el agua lluvia evitando inundaciones, tiene la capacidad de almacenar grandes cantidades de carbono orgánico, protege la calidad del agua subterránea; suministra materiales de construcción y fabricación esenciales al hombre, además de las diversas aplicaciones agrícolas y alimenticias.

Al respecto, Burbano (2016), analiza la importancia del suelo no solo sobre el ecosistema natural que lo rodea, sino que adicionalmente, resalta la incidencia que tiene sobre las actividades sociales y económicas de las comunidades. Este mismo autor, en su artículo El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos enumera algunas de las principales funciones del suelo, las cuales se muestran a continuación.

Escenario indispensable para los ciclos biogeoquímicos

Almacenamiento o fijación de carbono

Almacenamiento y filtración de agua

Soporte de las actividades humanas y fuente de materias primas

Reserva de biodiversidad

Depósito del patrimonio geológico y arqueológico

Entorno físico y cultural para la humanidad

Degradación del suelo

Desafortunadamente, muchas actividades humanas degradan y contaminan los suelos, disminuyendo los servicios ecosistémicos que proporcionan. La erosión es una de las principales causas de su degradación, también lo es la salinización y la desertificación, las cuales destruyen las propiedades físicas del suelo e imposibilitan su uso. Los fenómenos anteriormente descritos pueden deberse a causas tanto naturales como humanas, sin embargo, existen otras causas de la degradación del suelo que se relacionan directamente con la actividad agrícola, pues el uso de fertilizantes contamina las capas del suelo, además de que el uso indebido de las tierras de cultivo, puede modificar su estructura.

El cambio en la estructura del suelo se debe a varios factores, como la tala y quema indiscriminada de bosques naturales para la ampliación de la frontera agrícola, una vez logrado esto, las quemadas continúan como un mecanismo para el control de malezas, aunado con la mecanización agrícola, aplicación de insecticidas y herbicidas que afectan la microfauna del suelo y que tienen como labor principal el procesamiento y la transformación de la materia orgánica presente en el suelo.

“El suelo es un sistema vivo, heterogéneo y dinámico que incluye componentes físicos, químicos, biológicos y sus interacciones” (Vallejo, 2013, p.84). El suelo es el recurso elemental en la actividad agropecuaria, durante cada ciclo el suelo se va deteriorando y así afectando su composición química y su estructura física. Este proceso ha ocasionado la progresiva degradación de los suelos de uso agrícola, entendiendo la degradación como: “la disminución o alteración negativa de una o varias de las ofertas de bienes, servicios y/o funciones ecosistémicas y ambientales, ocasionada por procesos naturales o antrópicos que, en casos críticos, pueden originar la pérdida o la destrucción total del componente ambiental” (IDEAM, U.D.C.A, 2015).

En palabras de Vallejo (2013), la calidad del suelo es la capacidad que tiene para realizar

funciones que son esenciales para las personas y el medio ambiente. Para algunas actividades, se hace necesario evaluar la calidad, es decir, medir ciertas características que se ven afectadas por el manejo del suelo, el paso del tiempo o condiciones climáticas. Algunas de las condiciones evaluadas son: el estado de los nutrientes, las propiedades físicas, químicas o biológicas, la salinidad y la capacidad de retención de agua.

En este sentido, es importante implementar prácticas de manejo y conservación del suelo que no generen mayores impactos sobre el mismo y que a su vez, promueva la acción de los microorganismos que contribuyen a su recuperación, de esta manera, es posible mantener las actividades agrícolas de forma sostenible durante más tiempo. “El suelo contiene una de las poblaciones de organismos vivos más diversas de la Tierra, vinculados estrechamente mediante una compleja red alimentaria” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011).

Degradación por fertilización química. Aunque, los suelos tienen la capacidad para filtrar y manejar contaminantes, la continua actividad agrícola y su constante aplicación de suplementos químicos, exceden esta capacidad y producen deterioro. Cuando existe un exceso de nutrientes en los suelos, muchos de ellos derivados de productos químicos sintéticos, ocasionan daño a los ecosistemas y a la salud humana. La excesiva dependencia de los fertilizantes químicos se asocia con la disminución de algunas propiedades del suelo y el rendimiento de los cultivos a lo largo del tiempo y causa serios problemas de tierra, como la degradación del suelo (Mahmood et al. 2017). El uso indiscriminado de la fertilización química ha venido ocasionando un deterioro en la estructura del suelo, afectado la composición química de este creando un desbalance y agotamiento del recurso suelo afectando directamente los rendimientos de los cultivos.

La degradación química engloba la pérdida de nutrientes, la contaminación, la acidificación y la salinización, la degradación física, que abarca el encostramiento, la compactación y el deterioro de la estructura del suelo y la degradación biológica, resultado de un desequilibrio en la actividad biológica en el suelo, incluida la pérdida del banco de semillas y microorganismos de importancia en procesos de fertilidad y descontaminación (Cotler, Sotelo, Dominguez, Zorrilla, Cortina y Quiñones 2007, p. 7).

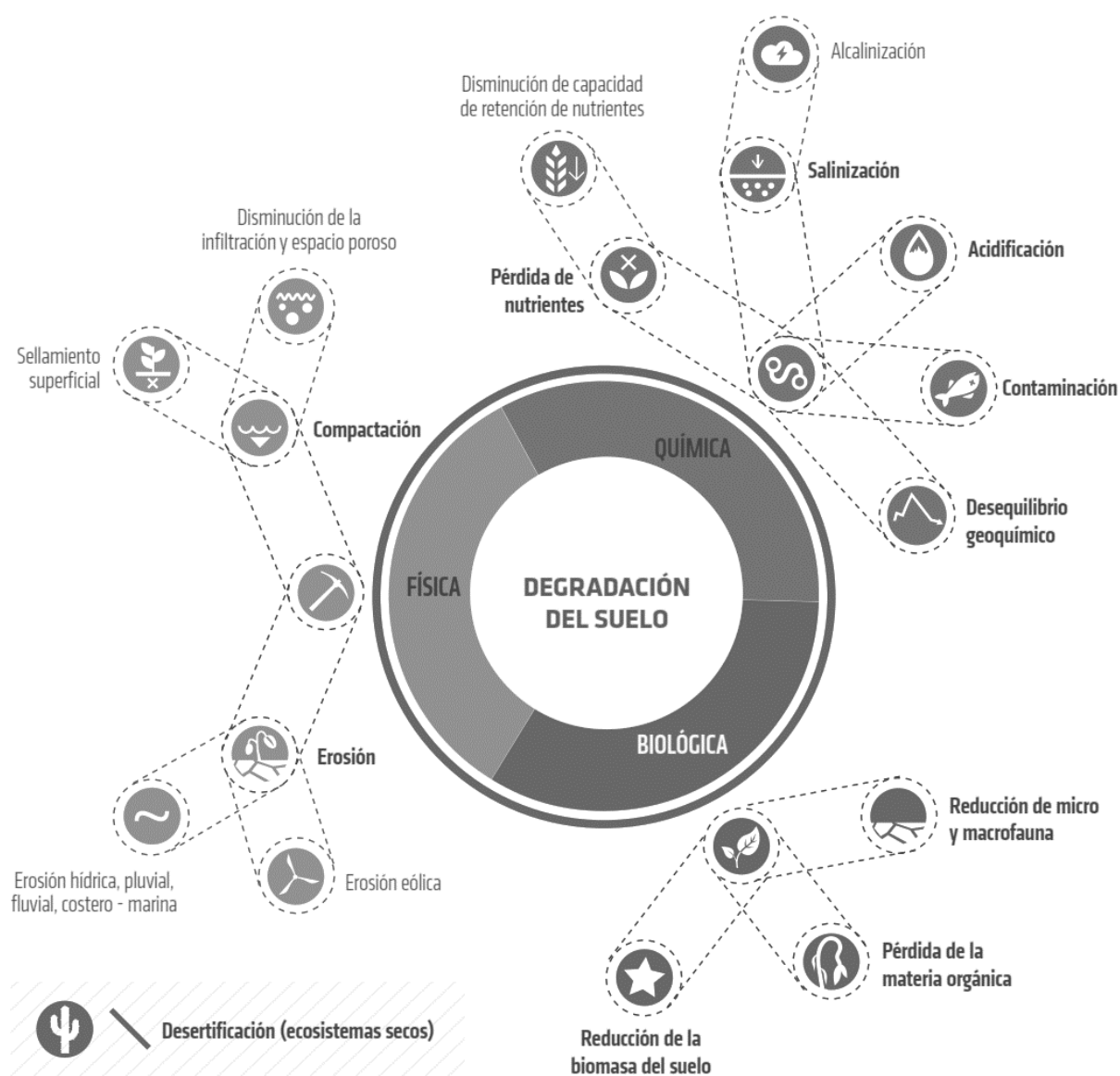
Para el desarrollo de la actividad agropecuaria siempre se piensa en las necesidades nutricionales del cultivo que se establece, y no en la necesidad de implementar medidas para la recuperación de la estructura del suelo que se afectó con la extracción de nutrientes por parte del cultivo. Es necesario comprender que al aplicar nutrientes directamente a los cultivos, estos no llegan en su totalidad a la planta, por ejemplo, cuando se aplica una dosis de nitrógeno, no se logra el aprovechamiento total de la dosis por parte de la planta, debido a que la humedad en el suelo y la radiación solar hace que una parte se evapore y se pierda, en este caso, la planta debe extraerlo de lo que encuentre en el suelo, cosa similar sucede con los demás nutrientes sintéticos.

La actividad agrícola siempre se ha caracterizado por el monocultivo, sean estos de ciclos cortos o perennes, donde se aplican los paquetes tecnológicos formulados para que el cultivo logre su potencial productivo. Generalmente se presenta al productor los requerimientos del cultivo en cuanto a los productos comerciales, como los insecticidas, fungicidas, herbicidas y fertilizantes sintéticos. Y no se orienta en la necesidad de hacer un estudio de suelos para evaluar las condiciones físico-químicas del mismo y contrastarlo con los requerimientos del cultivo para así poder aplicar las dosis apropiadas de fertilizantes.

“El cultivo de la palma (*Elaeis guineensis jacq*) contribuye al impacto ambiental en los suelos, debido al elevado uso de fertilizantes que trae como consecuencias aumento de la acidez y por consiguiente degradación de la fertilidad” (Calderón, 2016). Además, en la zona los altos

niveles de pluviometría provocan una lixiviación o arrastre hacia el interior del perfil del suelo, este proceso que ocurre lenta pero sostenidamente en el tiempo determina un remplazo de bases (como el calcio, magnesio, potasio y sodio) por los cationes ácidos (hidrógeno y aluminio) en la capa arable del suelo (Malagón, 2003).

“La excesiva dependencia de los fertilizantes químicos se asocia con la disminución de algunas propiedades del suelo y el rendimiento de los cultivos a lo largo del tiempo y causa serios problemas de tierra, como la degradación del suelo” (Hepperly et al., 2009). Por otro lado, según lo dispuesto por Bautista et al (2007), el inadecuado manejo de la fertilidad, afecta el rendimiento de la actividad agrícola y eleva los costos de producción. La aplicación de fertilizantes puede afectar el pH de la superficie del suelo, a corto y a largo plazo, después de años de aplicación. Este proceso de degradación (Ver figura 2) afecta de manera integral toda la estructura del suelo, como lo es la composición química y biológica y su estructura física.

Figura 2*Procesos de degradación de suelos*

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2015).

A partir de la figura 2, se puede apreciar como la agricultura convencional contribuye al proceso de degradación del suelo en los tres aspectos: físico, químico y biológico. Por tal motivo, es importante generar acciones que permitan enfocar la agricultura a un proceso sostenible, en donde la actividad agropecuaria no sea vista únicamente como un medio para la producción de alimentos, sino como un proceso integral de rentabilidad de cultivos, conservación de los

recursos naturales y producción de alimento suficiente para abastecer la demanda.

Ahora bien, de acuerdo con Bunch (2007), para mantener la vida en el suelo, existen tres tareas fundamentales que son: 1) proveer de alimento a los micro y macroorganismos que habitan el suelo; 2) mantener una humedad idónea para las necesidades específicas del suelo y 3) reducir la dosis de elementos químicos aplicados al suelo, incluyendo aquellos conocidos como no tóxicos, pues este puede afectar a ciertos microorganismos.

Las técnicas de fertilización biológica constituyen importantes estrategias para el aprovechamiento eficiente y racional de los recursos agrícolas, sin necesidad de generar impactos ambientales adversos que puedan deteriorar los recursos hídricos, ecosistemas o la calidad de vida del ser humano. Un complemento de la fertilización mineral son los abonos orgánicos, que tienen altos contenidos de materia orgánica y cantidades significativas de elementos nutritivos para las plantas. “Dependiendo del nivel aplicado al suelo, originan un aumento en las capacidades de intercambio iónico, de retención de humedad y en el pH” (Ramos, Terry, Soto, Cabrera, Martín & Fernández 2016, p. 166).

Uso de fertilizantes

Las plantas necesitan nutrientes para crecer y mantenerse, estos son obtenidos del suelo a través de las raíces de la planta, sin embargo, la capacidad productiva del suelo va disminuyendo con cada cosecha, haciendo que en ocasiones las fuentes de nutrientes vayan disminuyendo. En este punto, es necesario optar por el uso de fertilizantes o abonos que funcionen como un suplemento nutritivo para las plantas y que a la vez eviten el deterioro de este. Según Hernández, Ojeda, López y Arras (2010), los fertilizantes son sustancias químicas de origen mineral u orgánico que se suministran a los cultivos para aumentar su productividad.; en la agricultura, son frecuentemente usados, pues sirven para mejorar el rendimiento de los cultivos. Los fertilizantes contienen los nutrientes esenciales que necesitan las plantas, incluidos nitrógeno, potasio y

fósforo. Mejoran la capacidad de retención de agua del suelo y también aumentan su fertilidad.

“Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse” (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, 2002, p. 3).

Tipos de fertilizantes. De acuerdo a su origen los fertilizantes se dividen en dos grandes grupos que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1

Tipos de fertilizantes

Tipos de fertilizantes	
Fertilizantes minerales	
Los fertilizantes minerales o inorgánicos son fertilizantes químicos que contienen elementos nutritivos para el crecimiento de cultivos y son elaborados por medio químico. Los fertilizantes inorgánicos son de los siguientes tipos:	
Fertilizantes nitrogenados	Fertilizantes de fósforo
Contienen el nitrógeno necesario para el desarrollo de los cultivos. El nitrógeno es el componente principal de la clorofila que mantiene un equilibrio en el proceso de fotosíntesis, también forma parte de los aminoácidos de las plantas y constituye una proteína. Estos fertilizantes mejoran la producción y la calidad de los productos agrícolas.	El fertilizante de fósforo es beneficioso para el crecimiento de las raíces de las plantas. La eficiencia del fertilizante depende del contenido efectivo de fósforo, los métodos de fertilización, las propiedades del suelo y las variedades de cultivos.
Fertilizantes orgánicos	
Son fertilizantes naturales obtenidos de plantas y animales. Enriquece el suelo con compuestos carbónicos esenciales para el crecimiento de las plantas. Los fertilizantes orgánicos aumentan el contenido de materia orgánica del suelo, promueven la reproducción de microorganismos y cambian las propiedades físicas y químicas del suelo. Se considera uno de los principales nutrientes de los alimentos verdes.	

Fuente: Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (2002).

Félix et al (2008), exponen las ventajas que trae el uso de fertilizantes: los fertilizantes son fáciles de transportar, almacenar y aplicar; hay fertilizantes que permiten la aplicación de nutrientes específicos, dependiendo de las necesidades del cultivo; son solubles en el agua, por lo tanto, las plantas los absorben fácilmente y, por último, los beneficios se ven a corto plazo, por lo que aumenta el rendimiento de los cultivos.

Fratinni (2019), citó a Skelly (2010), quien realiza la siguiente afirmación con relación al

proceso de fertilización y nutrición de las plantas:

En la agricultura tradicional se tiene la idea de que las plantas requieren fertilizantes para crecer adecuadamente. Si bien no es del todo incorrecta esta afirmación, es imprecisa, puesto que en realidad es el suelo el que requiere los fertilizantes. De hecho, las plantas no tienen la capacidad de discernir el origen de los fertilizantes, si son orgánicos o sintéticos, lo único que importa es que reciban los 16 macro y micronutrientes en las cantidades apropiadas (Skelly, 2010, p. 1).

Uso de fertilizantes orgánicos. Debido a que los fertilizantes químicos afectan negativamente a la fertilidad del suelo y en general a sus propiedades, es importante considerar el uso de aquellos que sean más amigables con el medio ambiente. “El uso de abonos orgánicos mejora las condiciones de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobreexplotación” (Hernández et al, 2010, p. 3).

Los fertilizantes orgánicos provienen de los desechos de plantas o de deyecciones animales, los cuales contienen células vivas o latentes e incluso microorganismos. Estos residuos, proporcionan al suelo los nutrientes y microbios necesarios para el crecimiento de las plantas, ayudan al suelo a retener su fertilidad, son amigables con el medio ambiente y también destruyen los componentes patógenos responsables de causar enfermedades en las plantas. “Al utilizar los abonos orgánicos en forma rutinaria en los suelos agrícolas aumenta el contenido de materia orgánica a mediano y largo plazo y, con ello, la disponibilidad de nutrimentos” (Trinidad & Velazco, 2016, p. 54). Esto lo confirma el Instituto Colombiano Agropecuario (2015), el cual establece los siguientes beneficios procedentes de la utilización de fertilizantes agrícolas:

Aumenta la capacidad del suelo para retener el agua, mejora las características químicas y biológicas del suelo, provee al suelo de los nutrientes requeridos para su sostenimiento, disminuye costos de producción, ayuda a mantener la estructura, la vida, salud de suelos, plantas

personas y, por último, son ambientalmente sostenibles y responsables.

Sin embargo, para la obtención de fertilizantes orgánicos, existe un proceso que se conoce como compostaje, este permite que a partir de los abonos frescos se pueda obtener un producto final adecuado para su aplicación a los cultivos.

El compostaje es un proceso de biodegradación de una mezcla compleja de sustratos llevada a cabo por comunidades microbianas en condiciones aeróbicas en estado sólido. La transformación de la materia orgánica, mediante el compostaje, da como producto final el compost (Galindo & Romero, 2012, p. 13).

La Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (2002), afirma que el abono orgánico a menudo funciona en conjunto con los fertilizantes minerales. La acción de elementos combinados de abono orgánico, materia orgánica y abonos minerales crea condiciones propicias para el desarrollo de las plantas, pues, mientras que el componente orgánico mejora la estructura y las propiedades del suelo, el componente mineral provee a las plantas de los nutrientes que necesitan.

Los abonos orgánicos (estiércoles, compostas y residuos de cosecha) se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrientes para las plantas (López, Dimas, Díaz, Martínez y Valdez 2001, p. 298).

Los residuos de cultivos y abonos derivados de desechos animales son los principales fertilizantes orgánicos. Aunque provienen de diferentes fuentes, este tipo de abonos puede aportar una amplia gama de valores nutricionales beneficiosos para las propiedades físicas y químicas de las plantas. Por su parte, Félix et al (2008), se refiere a los fertilizantes orgánicos, no solo como compostas, sino como suplementos derivados de la fermentación de residuos orgánicos que se descomponen por la acción de microorganismos que habitan en los mismos residuos. Por lo cual se plantea el uso de fertilizantes orgánicos a partir de la descomposición del estiércol bovino, gallinaza y los residuos de cosechas, como parte de una estrategia en la conservación y

recuperación de la composición física, química y biológica de suelo.

Estiércoles. El estiércol presenta múltiples beneficios: Es un fertilizante biológico con altas proporciones de nitrógeno y potasio, medianas de calcio y fósforo, y menores de magnesio y azufre. Permite obtener efectos favorables sobre la estabilidad fisicoquímica del suelo, el crecimiento de las plantas y el desarrollo de poblaciones microbianas benéficas. El estiércol aporta materia orgánica al suelo. La composición de sólidos orgánicos oscila entre el 20% y el 40%. Debido al alto contenido de nitrógeno los procesos de descomposición de materia orgánica se desarrollan de forma más rápida. “Poseen diversos nutrientes y por lo general tienen altos contenidos de nitrógeno, entre ellos se encuentran los producidos por la ganadería, la avicultura, la porcicultura, cunicultura, capricultura y la ovicultura (boñiga, gallinaza, cerdaza, ovejaza, conejaza y cabraza) entre otros” (Garro, 2016, p. 20).

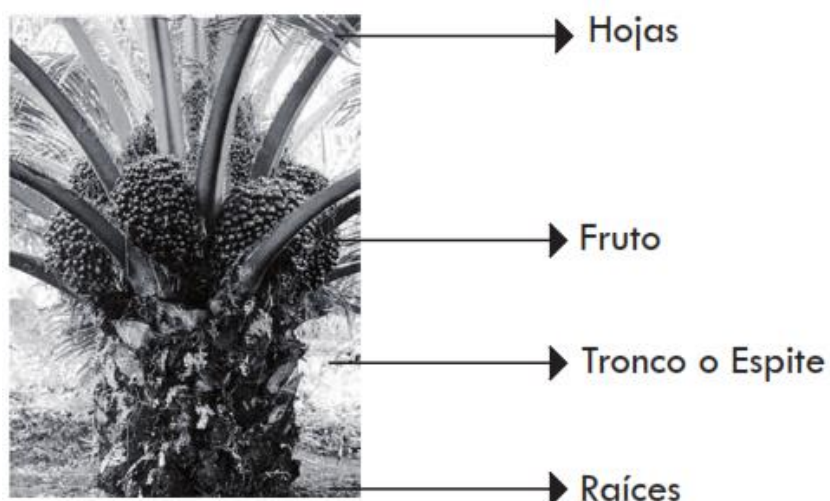
Palma de aceite (fisiología y nutrición)

La palma de aceite es una planta originaria de África y se cultiva ampliamente en zonas tropicales, especialmente en Asia. La palma de aceite es la principal fuente mundial de aceite vegetal y produce dos tipos de aceite al mismo tiempo: aceite de palma y aceite de palmiste. De acuerdo con Mujica (2010), esta planta tiene una vida productiva de más de 50 años, sin embargo, hacia la mitad de este periodo, la altura de sus tallos dificulta su sostenimiento y aprovechamiento.

La palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), es un cultivo con un alto potencial de producción de fruto fresco y que deriva en un alto rendimiento para la producción de aceite. Para lograr la expresión de este potencial de rendimientos un aspecto importante a atender es la fertilización, por lo cual es necesario conocer su fisiología y requerimientos nutricionales. En la siguiente figura, se puede apreciar la fisionomía de la palma de aceite:

Figura 3

Características de la palma de aceite



Fuente: Mujica (2010).

El cultivo de palma de aceite requiere de condiciones agroclimáticas específicas, para asegurar la expresión de su potencial productivo y su resistencia a plagas y enfermedades. Estas condiciones se mencionan en la tabla 2:

Tabla 2

Requerimientos Agroclimáticos

Factor agroclimático	Nivel óptimo
Precipitación	2000 mm anuales
Brillo solar	2000 horas anuales
Temperatura	22 a 30 °C promedio
Velocidad del viento	30 km/hora
Humedad relativa	75 a 80 %
pH	4.5 a 7
Tipo de suelos	Franco-arcilloso / franco-arenoso bien drenados

Fuente: Autoría propia.

“Los procesos fisiológicos estudiados por la ecofisiología vegetal incluyen relaciones hídricas, nutrición mineral, transporte de solutos, fotosíntesis, respiración y otros, que son analizados en la planta y a nivel celular, bioquímico y molecular” (Romero, Ayala & Ruiz, 2007, p. 176). Considerando este proceso integral que conforma la fisiología de la planta hay que

identificar las necesidades hídricas y el momento oportuno de la fertilización para un máximo aprovechamiento de la simbiosis del proceso de nutrición.

Uso de fertilizantes en los cultivos de palma de aceite. Munévar (2001), afirma que la planta de palma de aceite, requiere nutrientes durante todo su proceso de formación. Abarcando desde un poco tiempo después de la germinación hasta el final de la etapa productiva, en este sentido, es necesario que su medio de crecimiento, es decir, el suelo, reciba los suplementos nutritivos necesarios para cada momento del crecimiento.

Para que las plantas tengan un proceso de desarrollo adecuado, deben contar con disponibilidad de agua suficiente debido a que es el principal recurso que impulsa y está presente en todo el proceso fisiológico y metabólico hasta la formación del fruto. “Las limitaciones ambientales como el déficit hídrico tienen un efecto marcado en la productividad, directamente relacionada con la capacidad fotosintética de las plantas y su plasticidad ante las condiciones ambientales determinadas de cada zona palmera” (Romero, Ayala & Ruiz, 2007, p. 178).

Dentro del proceso de fertilización, la planta requiere de una disponibilidad hídrica adecuada a sus necesidades nutricionales, por consiguiente, lo acertado es la realización de análisis de suelo para conocer la disponibilidad de nutrientes, y de esta manera, poder formular un plan de fertilización adecuado a la necesidad real. De acuerdo a lo anterior, Kee y Kiang (2007), indican que el adecuado manejo de los fertilizantes, parte de un diagnóstico y valoración de las necesidades de fertilizantes para mantener un máximo rendimiento económico y finalmente lograr una satisfacción real de los requerimientos específicos de los cultivos.

Los fertilizantes están dentro del renglón que incrementan los costos de producción, por lo cual realizando un programa de fertilización podemos favorecer la disminución de los costos y por consiguiente el incremento de la rentabilidad. “Lo anterior determina que las prácticas de fertilización deben ser cada vez mejor planeadas y más controladas, para que de dicha inversión

se logren los mayores beneficios económicos, sin afectar negativamente el ambiente” (Munévar, 2001). (Goh, 2004), citado por Kiang y Goh (2007), propone los siguientes objetivos al realizar la fertilización:

Ofrecer un suministro adecuado de nutrientes a cada palma en proporciones equilibradas para garantizar un crecimiento vegetativo sano y rendimientos económicos óptimos en racimos.

Garantizar un uso más eficiente de los nutrientes aplicados que permitan el crecimiento, mejorar la captación y reducir, al mínimo, las pérdidas.

Aumentar al máximo el reciclaje de nutrientes integrando el uso de los fertilizantes minerales y los residuos de las palmas, y reduciendo así, la dependencia de los fertilizantes minerales.

Reducir al mínimo los impactos negativos ambientales relacionados con el exceso de fertilización, la degradación del suelo y la contaminación.

Al aplicar estos objetivos podemos no solamente optimizar el uso de los recursos económicos, los fertilizantes sintéticos, y el aprovechamiento de los restos de cosechas y podas de la plantación que se pueden incorporar al suelo.

Gallinaza, bovinaza, residuos de cosecha de palma compostada. Como se ha mencionado con anterioridad, los abonos orgánicos presentan variedad de beneficios para los suelos de cultivos. En el caso de la presente investigación, se tendrán en cuenta 3 abonos orgánicos que son: gallinaza, bovinaza y el compost resultante de los residuos de la cosecha de palma. A continuación, se definen cada uno de ellos:

Gallinaza. “La gallinaza se compone de las deyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es cascarilla de arroz, mezclada con cal, en pequeñas proporciones, lo cual se coloca en el piso” (Cantarero & Martínez, 2002, p. 10). La utilidad de la gallinaza, en cualquiera de sus formas, proviene de su aporte al suelo de materia

orgánica, con lo cual aumenta su capacidad de retención de agua, así como por ser fuente muy rica en elementos nutritivos para las plantas. Dependiendo del uso destinado de la gallinaza, es importante considerar que la composición química de esta, va variando conforme al momento de recolección y acopio, tal como se muestra en tabla 3:

Tabla 3

Composición química de la gallinaza

Tipo	Humedad %	Nitrógeno %	Ácido fosfórico	Potasio
Fresca	70-80	1.1-1.6	0.9-1.4	0.4-0.6
Acumulada unos meses	50-60	1.4-2.1	1.1-1.7	0.7-1
Almacenada en foso profundo	12-25	2.5-3.5	2.-3	1.4-2
Desecada	7-15	3.6-5.5	3.1-4.5	1.5-2.4

Fuente: North y Bell (1993).

El uso de la gallinaza como abono es la opción más ventajosa para su empleo, tanto porque constituye una forma de reciclaje natural como por su bajo costo. No obstante, Estrada, (2005), afirma que es necesario realizar un procesamiento a la gallinaza que la haga apta para su aplicación a los cultivos, dado que, el uso de gallinazas frescas, puede producir efectos adversos al suelo y plantas. En la tabla 4, se muestran las propiedades químicas de la gallinaza seca.

Por ello es importante la evaluación de la interacción que resulta de la aplicación de abonos orgánicos a base de gallinaza, bovinaza y restos de cosecha de palma de aceite en suelos que han sido dedicados al monocultivo de palma de aceite, con la finalidad de que estos mejoren su estructura química y el beneficio que estos pueden aportar al suelo y a la nutrición de las plantas.

Bovínaza. Es un abono conformado por la mezcla entre las deyecciones líquidas y sólidas del ganado y el material que tienen como cama. Cantarero y Martínez (2002), sostienen que este tipo de abono, pone a disposición del suelo variedad de nutrientes que se van liberando lentamente y, por lo tanto, pueden ser aprovechados durante años. De acuerdo con Tortosa

(2019), aunque las características de la bovinaza varían de acuerdo a factores propios de los animales, como la raza, su alimentación, su edad, la medicina que consumen o el material usado como cama para recoger sus excrementos, este tipo de abono es el indicado principalmente para mejorar el contenido de nitrógeno y otros nutrientes del suelo. En la tabla 4, se muestra la composición química del estiércol obtenido del ganado vacuno, con respecto al estiércol de otros animales.

Tabla 4

Composición química de estiércol de algunos animales

Animal	Materia seca %	%N	%P₂O₅	%K₂O	%CaO	%MgO	%SO₄=
Vacunos(f)	6	0.29	0.17	0.10	0.35	0.13	0.04
Vacunos (s)	16	0.58	0.01	0.49	0.01	0.04	0.13
Ovejas (f)	13	0.55	0.01	0.15	0.46	0.15	0.16
Ovejas (s)	35	1.95	0.31	1.26	1.16	0.34	0.34
Caballos (s)	24	1.55	0.35	1.50	0.45	0.24	0.06
Caballos (f)	10	0.55	0.01	0.35	0.15	0.12	0.02
Gallinas (s)	47	6.11	5.21	3.20	s.i	s.i	s.i. (f)

Nota: (f) fresco; (s) seco; s.i.(sin información)

Fuente Carhuancho (2012).

Ahora, en la tabla 5, se establece una comparación química del estiércol de bovino y la gallinaza, mostrándose esta última como la de mayor aporte nutricional.

Tabla 5

Contenido nutrimental del estiércol de bovino comparado con la gallinaza

Nutriente	Estiércol de bovino	Gallinaza
	Kg/ton	
Nitrógeno	14,2	34,7
Fósforo (P₂O₅)	14,6	30,8
Potasio K₂O	34,1	20,9
Calcio	36,8	61,2
Magnesio	7,1	8,3
Sodio	5,1	5,6
Sales solubles	20	56
Materia orgánica	510	700

Fuente: Castellanos (1980).

Residuos de cosecha de palma. Durante todo el periodo de cosecha de palma, se pueden obtener diversos subproductos o desechos que pueden ser procesados y empleados posteriormente para fertilizar los suelos del cultivo. El compostaje de los residuos generados en las cosechas de palma de aceite puede ser una buena práctica, ya que de esta manera se pueden reciclar nutrientes útiles para las plantas y a su vez, permite contar con un mejor manejo de todos estos residuos.

Según lo establecido por Galindo y Romero (2012), en el compostaje de los residuos de la palma de aceite, los principales actores son los microorganismos degradadores de materia orgánica. En este sentido, cualquier tecnología que se emplee para el procesamiento de esta materia orgánica, será beneficioso, siempre y cuando se permita la acción adecuada de estos microorganismos, es decir, se deben garantizar las condiciones ambientales beneficiosas, como una temperatura adecuada y un balance de nutrientes que sea metabólicamente favorable para que se lleve a cabo la degradación del material vegetal.

Por lo anterior, se deduce que la fertilización orgánica a base de estiércol bovino, aves de corral y restos de cosecha, se presenta como una oportunidad de aprovechar y darle uso productivo al aprovechar las plantas sus nutrientes y contribuir a la conservación del suelo y disminuir la dependencia de los fertilizantes sintéticos. Por ello planteamos una serie de resultados de trabajos realizado para orientar las acciones a como parte del desarrollo de los objetivos de la presente investigación.

De igual manera Mahmood et al. (2017), al comparar el impacto residual de la aplicación de abonos orgánicos e inorgánicos en las propiedades fisicoquímicas del suelo presenta los siguientes resultados: La combinación de abonos orgánicos podría haber mejorado la eficiencia del uso de nitrógeno, la recuperación de micro y macro nutrientes y ayudar en la solubilización de P y su absorción por las plantas y una mayor disponibilidad de K que a su vez resultó en un mejor

crecimiento y rendimiento del maíz. El aumento de la materia orgánica debido a la aplicación de abonos orgánicos mejora el rendimiento del cultivo y las características del suelo. Con respecto al estado de los nutrientes del suelo, los tres abonos orgánicos con fertilizantes inorgánicos mejoraron el crecimiento y el rendimiento de las plantas con una mejora significativa en el contenido de NPK del suelo que afirmó una mayor eficiencia en el uso de nutrientes en presencia de abonos orgánicos.

Lo que demuestra la mejora en las características del suelo la fertilización de cultivos a partir de compuestos orgánicos. Por ello es importante formular alternativas de enmiendas y abonos orgánicos ajustados a las necesidades nutricionales y considerando las deficiencias del suelo acorde al cultivo a establecer. Esto nos garantizaría cultivos con altos rendimientos y suelos permanentemente nutridos.

Marco contextual

Generalidades del municipio de Tibú

Tibú es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Norte de Santander, en el nordeste del país, en la y a orillas del río Tibú. Este municipio es el que posee mayor extensión del departamento. Limita al norte y oriente con Venezuela, al sur con los municipios de Cúcuta y Sardinata y al occidente con los municipios de Teorama, El Tarra y San Calixto.

“El municipio de Tibú tiene una economía altamente minero-energética, que en gran medida depende principalmente de la explotación petrolera, contando con grandes reservas de petróleo en su interior, de Carbón y Uranio. Además de esto cuenta con importantes hectáreas de cultivos de cacao, plátano, yuca, maíz y palma de aceite, este último en aumento (Cerca de 20.000 ha sembradas). (Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental, 2016-2035, p.113).

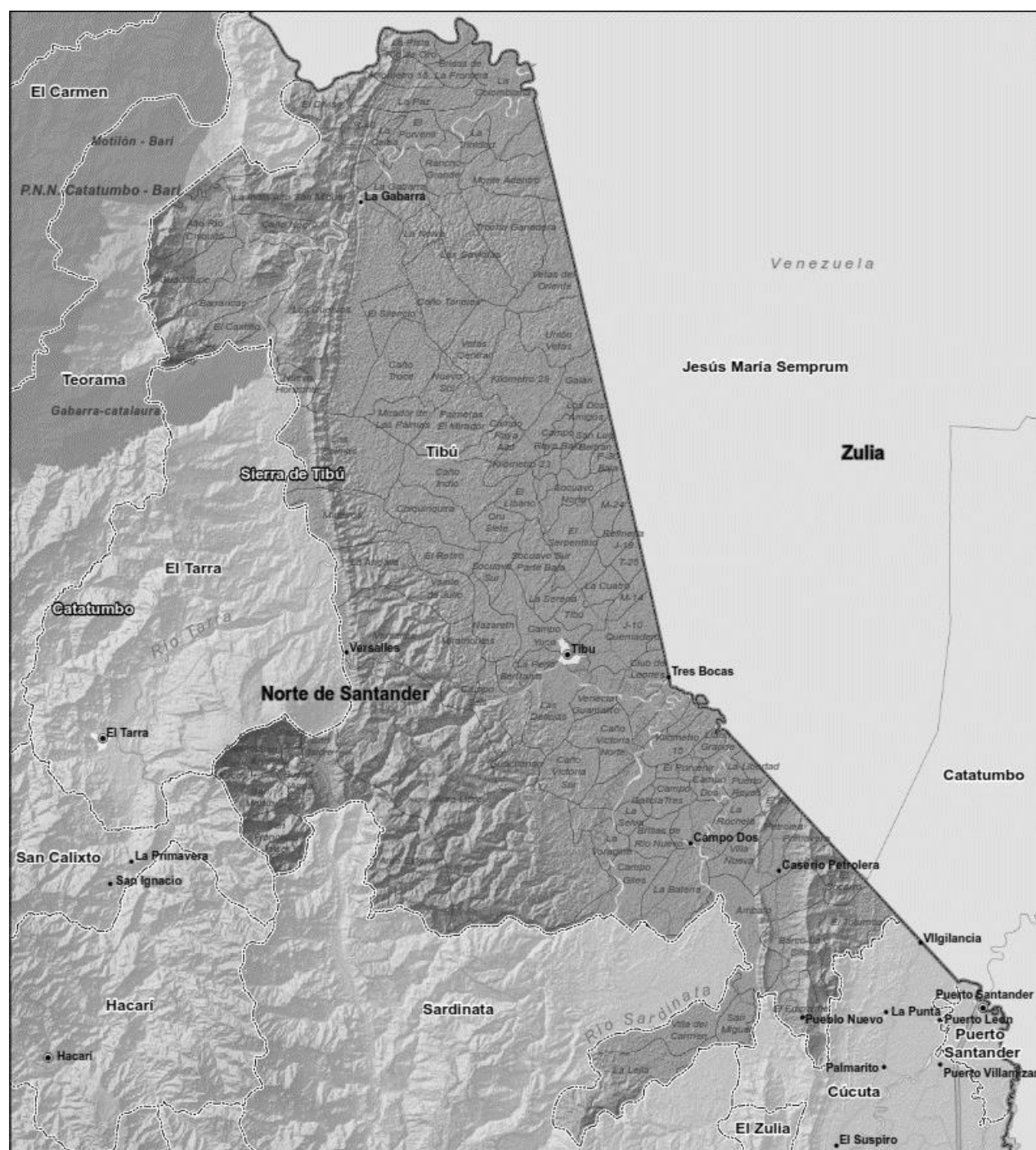
No obstante, en un artículo publicado en la revista virtual Contraluz, se afirma que “En lo que respecta a la situación social, la masiva llegada de personas de diferentes lugares, en especial

de la República Bolivariana de Venezuela, ha colapsado los sistemas de salud, educación y seguridad” (Pabón, 2016, p. 1). Se sugiere, además, que debido a los inconvenientes presentados por la caída en los precios internacionales del barril de crudo y los constantes atentados a las instalaciones de Ecopetrol, la producción petrolera ha disminuido considerablemente en el municipio, por lo que se hacen necesarias otras actividades productivas como la agricultura.

Mapa del municipio

Figura 4

Mapa del municipio de Tibú



Fuente: Unidad de Manejo y Análisis de información Colombia (2016).

Condiciones agroclimatológicas de Tibú

Tal como lo afirma Campos (1995), el conocimiento de los recursos climáticos y de las condiciones ambientales de una zona proporciona información que sirven como guías para la toma de decisiones estratégicas en la planeación y operación de los sistemas agrícolas, teniendo como objetivo definir la aptitud agrícola de una región con base en los efectos que tienen los factores y elementos del clima en los cultivos.

La zona de Tibú, ubicada en Latitud 8° 39' Norte Longitud 72° 59' Oeste, 75 msnm, de acuerdo con IDEAM (2015), presenta climas cálidos húmedos y súper húmedos, las precipitaciones que se registran en la región de Catatumbo, son de volúmenes cercanos a los 3000 mm al año en áreas del municipio de Tibú, con una temperatura promedio de anual de 28°C.

Además se caracteriza por su régimen de humedad ya que en el 60% del territorio se presentan precipitaciones entre 3.000 mm y 5.000 mm al año, marcando en sus seis zonas de vida el régimen de húmedo, y muy húmedo en los bosques tropical y pre montano, esto debido principalmente a los vientos húmedos que vienen del noreste y que pasan por el Lago Maracaibo, en gran medida el municipio de Tibú resulta ser el más húmedo, y adecuado para la producción agrícola pues su vocación del suelo para esta actividad alcanza el 60% de su territorio (Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental, 2016-2035, p. 114).

Figura 5

Ubicación del lote de los ensayos en Petrólea- Corregimiento de Campo Dos-Municipio de Tibú

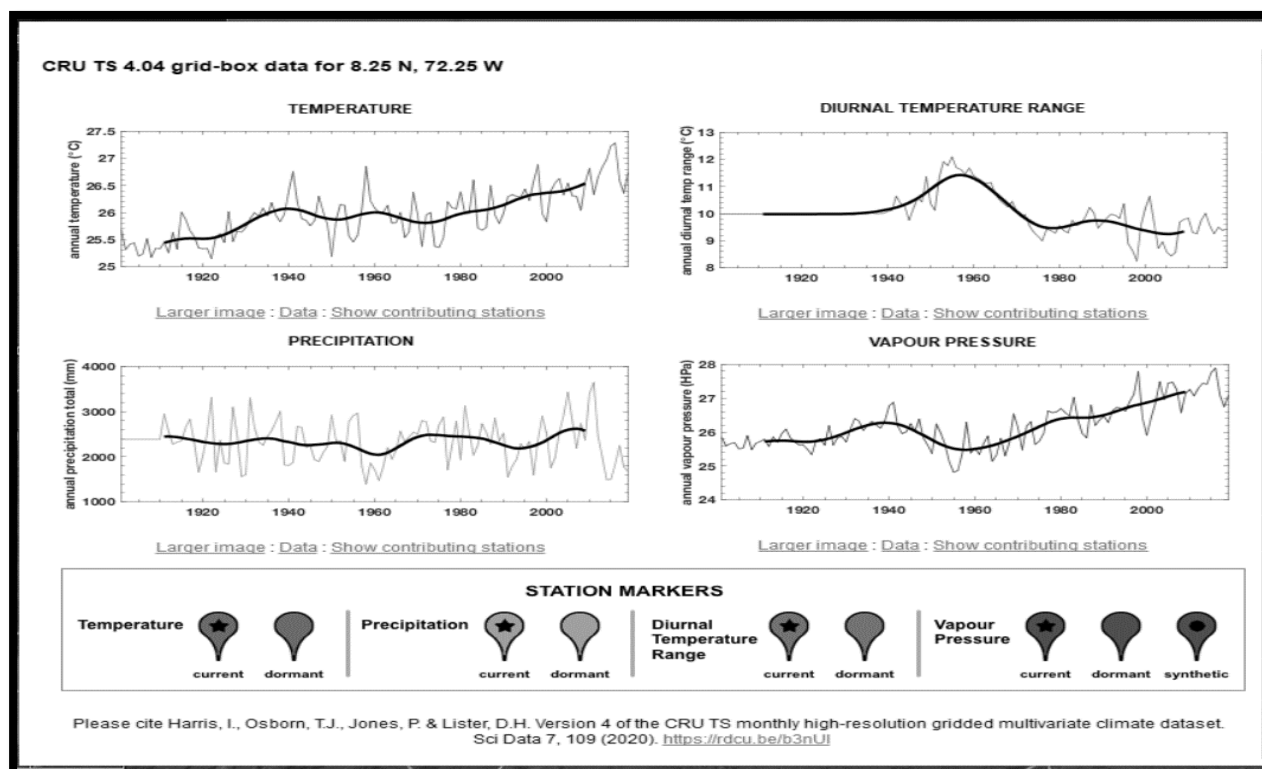


Fuente: Google Earth (2021).

En la siguiente figura, se muestran los datos de los factores temperatura promedio mensual calculados a partir de los datos recolectados entre los años de 1982 y 2012 y precipitación promedios mensuales con datos tomados desde 2017 hasta 2019. En ella, se representa el promedio de los datos de la ciudad de Cúcuta desde 1982 hasta 2012, la cual está ubicada a 83 kilómetros de Tibú.

Figura 6

Medición de los factores climatológicos anuales (Temperatura, Precipitación y Presión de Vapor)



Fuente: Google Earth Pro (2020).

En el territorio del municipio de Tibú, al igual que en muchos de los municipios del departamento por no decir que en todos, se carece de una red adecuada y completa para la toma, análisis y procesamiento de toda la información climática, con el propósito de utilizarla en el establecimiento y manejo adecuado de los cultivos agrícolas y forestales.

Hasta la década de los años 90, en varios de los municipios del departamento correlativamente con la existencia y funcionamiento en el departamento del HIMAT (Instituto de Hidrología y Meteorología) existió una red de estaciones que, aunque no fuera completa por lo menos se contaba con alguna información de algunos de los sitios más importantes desde el punto de vista ambiental, llegándose inclusive a tener estaciones satelitales que en tiempo real

suministraban datos de aforos de caudales, por ejemplo del río Pamplonita.

Para la utilizarla la información climática, para el presente estudio nos basamos en información secundaria que tiene el IDEAM, de un periodo de tiempo comprendido entre los años 1958 y 1985 y que fueron retomados en el “Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras, del departamento Norte de Santander”, 303 págs., elaborado por el IGAC en el año 2007, para CORPONOR.

A la fecha existen algunas estaciones en la región, pero están fuera de operación por daños en sus componentes electrónicos, o son incompletas, por ejemplo, solo toman caudal o precipitación o no han tenido continuidad en su funcionamiento o tienen muy poca información, ya que son muy recientes.

El municipio de Tibú, tiene una biotemperatura superior a los 24°C y la precipitación promedio anual oscila entre los 2000 y los 4000 mm anuales. Estas características de acuerdo a la clasificación de Holdrige, nos indican que la zona de vida predominante en el municipio del bh-T (bosque húmedo tropical).

Se podría pensar que los datos presentados serian obsoletos, pero en la zona el comportamiento climático no ha variado y sigue siendo bimodal, como se puede observar en la figura 7 del presente trabajo, en el cual se muestra información climática tomada con la herramienta CURRENT, empleada en asocio con el GOOGLE EARTH PRO.

Bien se sabe que para conocer con certeza cuál es la disponibilidad de agua que pueden encontrar las plantas en el suelo, se debe conocer exactamente el “Balance Hídrico” del mismo. Sin embargo, son tres los componentes o variables climáticas que se deben analizar, la precipitación, la evapotranspiración potencial y la capacidad de almacenamiento del suelo. Como resultado vamos a conocer cuando hay déficit y cuando exceso de precipitación.

Para nuestro caso se utilizó una estación que existió en el municipio de Tibú en el periodo arriba mencionado, obteniéndose los datos de la tabla 6:

Tabla 6

Condiciones agroclimatológicas del municipio de Tibú durante el año 1994

	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PP (mm)	61.5	55.2	97.6	310.	283.2	168.2	183.0	205.0	232.2	312.1	255.0	158.0
ETP	135.0	135.3	155.3	145.1	148.9	146.2	154.0	154.0	145.9	142.8	135.2	136.3
Pérdida Almacenamiento	73.5	14.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Almacenamiento	16.5	1.8	0.6	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
ETR	135.0	96.9	98.8	145.1	148.9	146.8	154.0	54.0	45.9	142.0	135.2	136.3
EXCESO	0.00	0.00	0.00	75.5	134.3	21.4	29.0	51.0	86.3	169.3	119.8	22.6
DEFICIT	0.00	65.4	56.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

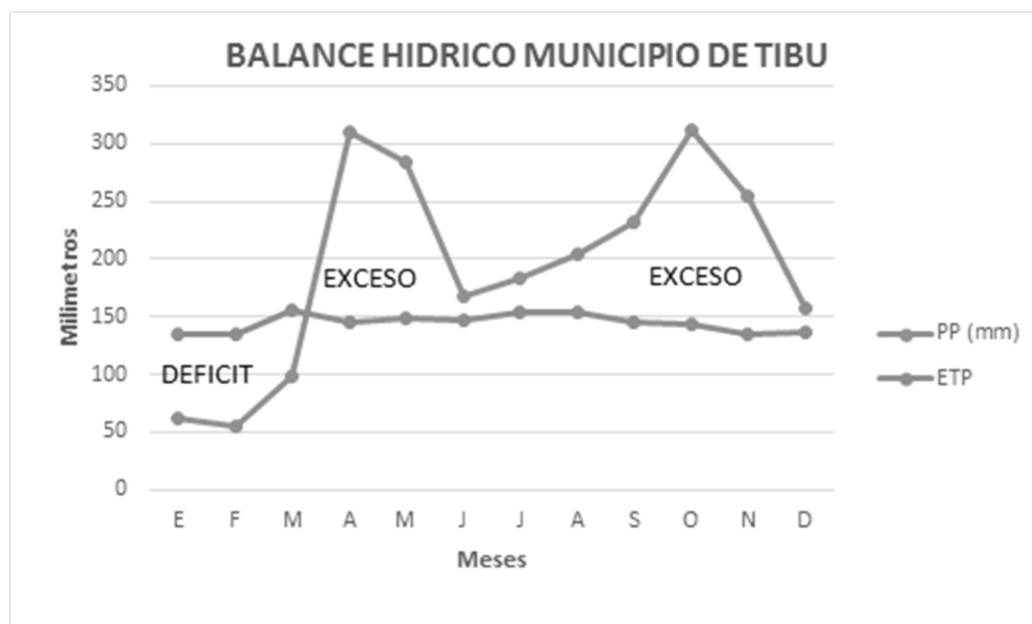
Fuente: Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (1994).

Nota: PP: Precipitación; ETP: Evapotranspiración Potencial; ETR: Evapotranspiración Real

Con los datos recogidos se elaboró la siguiente gráfica que ilustra el Balance Hídrico del municipio de Tibú

Figura 7

Balance Hídrico del municipio de Tibú



Fuente: López & Botello (2021)

Tal y como se evidencia en el gráfico en el municipio de Tibú, el comportamiento de la precipitación es bimodal, encontrándose que se producen dos períodos lluviosos (de inicios de abril a finales de junio y de mediados de septiembre hasta finales del mes de diciembre) y un marcado periodo seco en el cual la pluviosidad es deficitaria y que corresponde a los meses de enero, febrero y parte de marzo.

La alta pluviosidad (2554 mm. en promedio), que se presenta en esta parte media de la Cuenca del Río Catatumbo, obedece a que en este flanco de la cordillera oriental se presenta una gran acumulación de nubes que vienen arrastradas por los vientos provenientes del Lago de Maracaibo.

La estación que utilizaron en el estudio del IGAC, arriba referido, se encontraba ubicada a una altura de 66 m.s.n.m (Ver tabla 6). En ella se registró una temperatura media anual de 25.9°C; y se encontraron máximas durante los meses de febrero, septiembre y noviembre y temperaturas mínimas durante los meses de diciembre, enero, marzo y abril.

En cuanto a la humedad relativa se han presentado valores mayores al 76%, recordar que los valores altos en la humedad relativa están estrechamente relacionados con los valores bajos de las temperaturas y el aire húmedo es escaso, en cambio con temperaturas altas hay mayor evaporación y por lo tanto mayor humedad.

La tabla 7 muestra los valores de temperatura y de humedad relativa encontrados en la única estación que existió durante muchos años en el casco urbano del municipio de Tibú:

Tabla 7

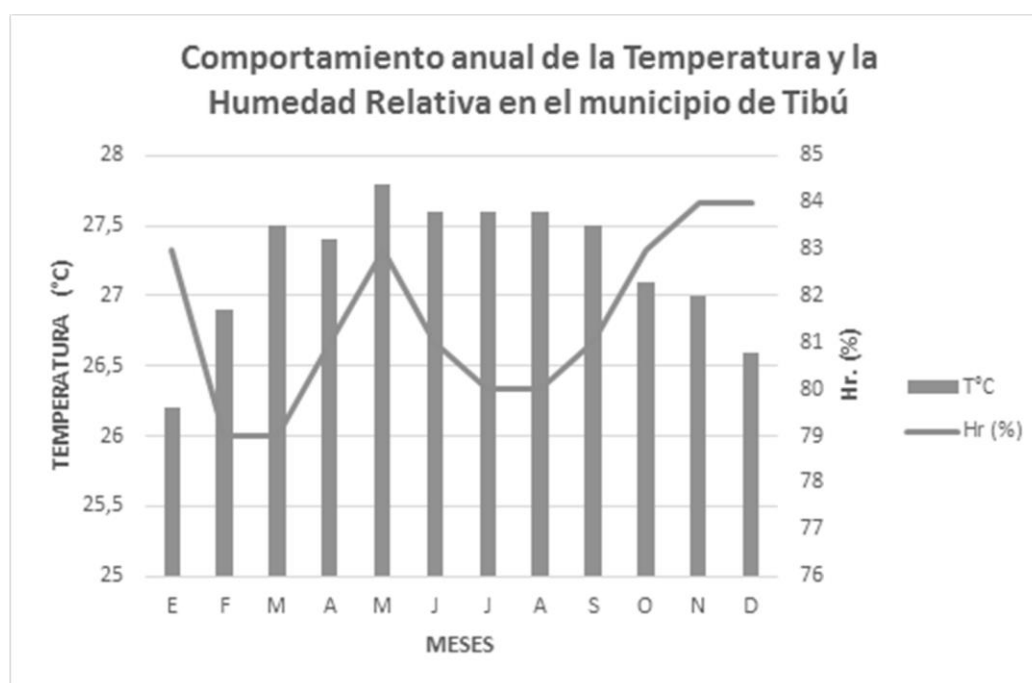
Datos de temperatura y humedad relativa del municipio de Tibú

		Meses											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T°C		26,2	26,9	27,5	27,4	27,8	27,6	27,6	27,6	27,5	27,1	27	26,6
Hr (%)		83	79	79	81	83	81	80	80	81	83	84	84

Fuente: Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (1994).

Figura 8

Comportamiento anual de la Temperatura y la Humedad Relativa en el municipio de Tibú



Fuente: López & Botello (2021)

Al analizar los parámetros climáticos (figura 8) tenidos en cuenta para realizar el balance hídrico, se puede concluir que si bien es cierto que los volúmenes de producción de fruto de la palma de Aceite están estrechamente relacionados con la disponibilidad del recurso hídrico en el suelo, para el proyecto en el cual se trabajó, las condiciones de precipitación, temperatura y humedad relativa a pesar de tener valores altos, no son limitantes de su producción, antes por el contrario son adecuadas para obtener inflorescencias femeninas en alto número y por lo tanto

garantizar una buena producción de frutos. Dada la fuerte exigencia de la Palma de aceite en nutrientes y la baja fertilidad de los suelos donde fueron establecidas las plantaciones, se hace imprescindible la aplicación permanente de abonos como los utilizados en el presente trabajo, previa su análisis.

Suelos de la zona de Tibú

Los suelos tienen variabilidad bastante marcada; formados por la influencia de ríos y suelos originados a partir de material terciario, correspondiente a rocas sedimentarias clásticas, limo y arcilla (IGAC 2007). De acuerdo a los datos proporcionados por Promotora Hacienda Las Flores S.A., (2012), las texturas de estos suelos van desde los franco-arenosos que son los de mayor proporción hasta los arenos francos y franco limosos que se encuentran en menores proporciones (Calderón 2016). Así mismo, “estos suelos se encuentran entre los climas cálido húmedo y medio seco, en altitudes de 200 a 1500 m.s.n.m; son suelos ácidos, con texturas franco-arenosas, con profundidades moderadas, bien drenados y con pendientes bajas del orden 12-25%” (Chaustre, 2020, p. 37).

De acuerdo con el Plan Estratégico Ambiental Regional 2016-2035, Tibú es uno de los principales productores de palma en el departamento junto con el municipio de Sardinata, para la siembra de palma africana se están utilizando 5.500 nuevas hectáreas, los pequeños productores de palma cultivan cerca de 13.000 ha, los medianos productores e independientes cultivan un área aproximada de 7.000 ha; produciéndose al mes cerca de 12.000 toneladas de racimos de fruta fresca entre estos dos municipios.

Para el funcionamiento de los suelos se deben tener en cuenta que en el sustrato ocurre una simbiosis entre los componentes químicos, físicos y biológicos; la deficiencia de algunos de ellos impide que el comportamiento del suelo no sea adecuado; situación que se manifestará en el desarrollo del cultivo, mal desarrollo de la planta, bajos rendimientos entre otros, por tal motivo

es necesario evaluar los tres factores como una integralidad del suelo.

En este sentido Bautista, et al (2004) plantean lo siguiente: Las propiedades químicas se relacionan con la calidad y disponibilidad de agua y nutrimentos para las plantas, entre ellas, cabe resaltar: pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y P, N y, K extractables; de la misma forma, las características físicas reflejan la manera como el suelo almacena y provee agua a las plantas y, permite el desarrollo radical, entre ellas se encuentran propiedades como: estructura, densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración, profundidad conductividad hidráulica y capacidad de almacenamiento (Calderón, Bautista y Rojas 2018).

Así mismo y con relación al aspecto biológico de los suelos (Kariyanto, 2012) manifiesta que “la biología del suelo es amplia compleja y dinámica, la meso y macrobiota del suelo desempeñan un papel fundamental en la fragmentación, transformación y translocación de materiales orgánicos en él, además, aportan considerables cantidades de biomasa al suelo” (Calderón, Bautista & Rojas, 2018).

Considerando los planteamientos anteriores es importante realizar los análisis de suelos correspondientes en la zona de estudio del Municipio de Tibú, para realizar la caracterización respectiva del suelo, para realizar la identificación de los componentes presentes en el suelo y los niveles en los que se encuentran.

Metodología

La investigación fue de tipo descriptiva, analítica, de campo. Esta metodología resume la información de manera cuidadosa, analiza minuciosamente los resultados a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

El estudio se llevó a cabo en suelos cultivados con palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*) en plantas mayores de 7 años, en la finca Villa Teresa ubicada en el corregimiento de Petrolea en (Tibú - Norte de Santander). La población correspondió a una parcela de 10 hectáreas cultivadas con 1280 palmas; se utilizó la metodología de zigzag (IGAC 2011) para la toma de muestra de suelos y la aplicación de 50 kg de fuentes de materia orgánica (Gallinaza, Bovinaza y Compost de palma-raquis) en la zona de plateo de las palmas (20 palmas por fuente de materia orgánica).

La repetición de la aplicación de cada fuente de materia orgánica se realizó 4 meses después de la primera aplicación. A partir de la primera aplicación se tomaron muestras compuestas de suelos de los platos de cada planta por cada fuente de materia orgánica aplicada. En total se realizaron tres aplicaciones y dos análisis de suelos que posteriormente fueron enviadas para sus respectivos análisis.

Finalmente se evaluó el efecto de la aplicación de la materia orgánica en algunas propiedades químicas del suelo objeto de estudio a partir de tres fuentes orgánicas compostadas (Gallinaza, Bovinaza y producto de residuos de cosecha de palma), y un suelo testigo tratado convencionalmente con fertilización química.

Fase inicial de Campo

Teniendo en cuenta que los transeptos tuvieran características homogéneas, la zona de estudio se ubicó en la parte central del cultivo en transeptos en zigzag, esto se determinó en la fase inicial de campo. La aplicación se realizó en el plato de la palma, focalizado en el área de

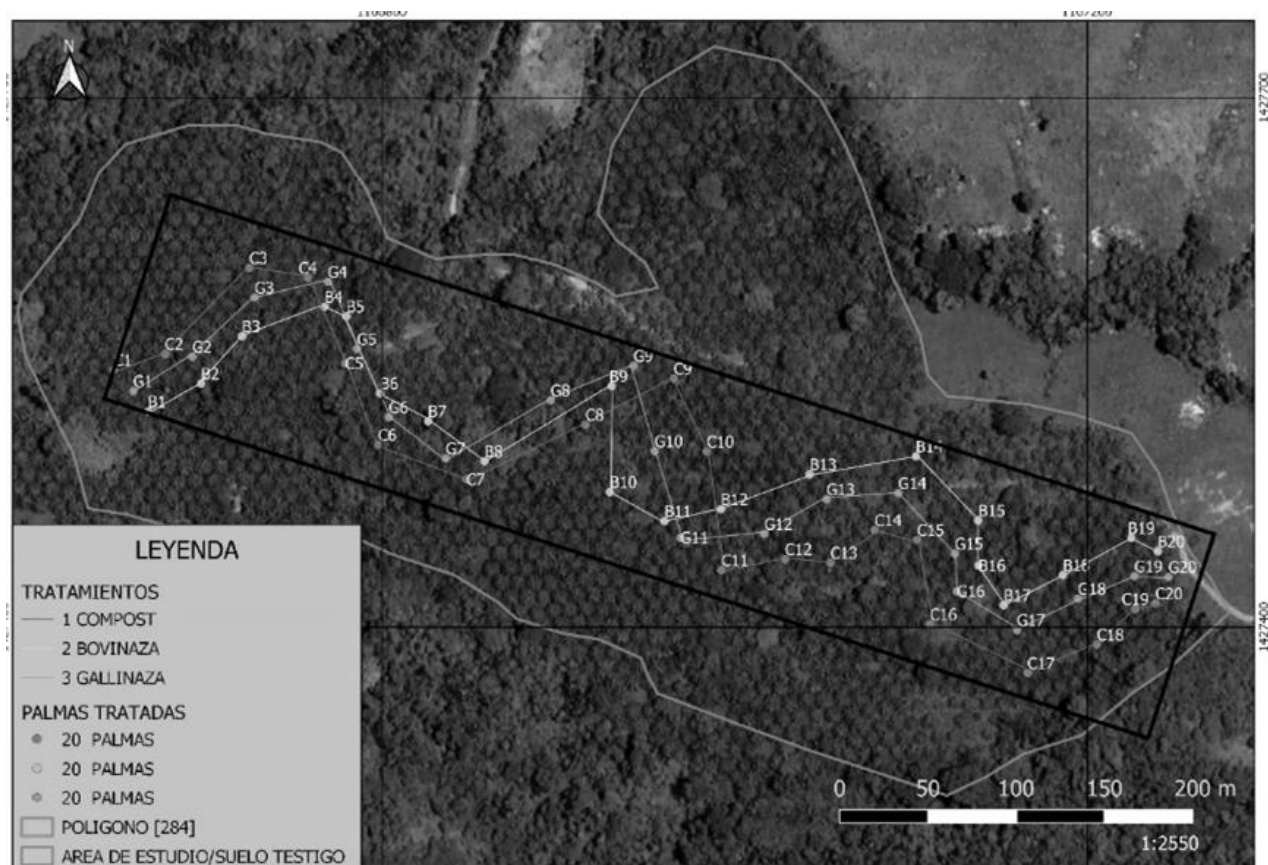
calle de palera y donde está el residuo de la hoja de cosecha para evitar la pérdida del material aplicado.

Se realizó una caracterización agronómica mediante la cual se identificaron las propiedades químicas de los suelos objeto de estudio (Anexo A), densidad de siembra, edad del cultivo, antecedentes fitosanitarios, origen del material vegetal y su variedad.

Los suelos de la finca Villa Teresa están compuestos por 66% de Arcilla, 26% de Arena, 8% Limo, comprendiendo una textura Arcillosa, con un pH de 4.79 siendo fuertemente ácido, CE 0.28 dS/m Bajo y CICE 8.67 Bajo, MO 2.71 Medio; estas características son propias de los suelos de zona.

Figura 9

Georreferenciación de las plantas objeto de estudio



Fuente: Qgis (2021).

El cultivo esta plantado con una densidad de 128 palmas por hectárea, año de siembra 2008, las enfermedades y plagas que han afectado dentro los niveles tolerables a la plantación siendo las más comunes de la zona Marchitez sorpresiva, Anillo rojo, Pudriciones de flecha y *Rhynchophorus palmarum*, insecto vector del Anillo rojo, el origen del material es del vivero de la empresa Oleoflores que produce la variedad Dami las Flores.

Como muestra la figura 9, se realizó georreferenciación de la zona mediante el uso de un GPS, tomando la ubicación geográfica cada una de las palmas de los tratamientos, luego fue procesada en el software QGIS con datos obtenidos en la fase inicial y aportados por la empresa; los transeptos se diseñaron con base en la información obtenida en campo garantizando una homogeneidad en los criterios de geomorfología en el muestreo de suelos.

En cada palma se utilizó como nomenclatura la inicial del nombre de cada materia orgánica que se iría aplicar (G, B, C) seguida del número de la submuestra marcándola con pintura de color rojo, ejemplo (G1), (Anexo K) esto se realizó con cada uno de los tratamientos desde la palma 1 hasta la 20. Además, para su fácil ubicación o diferenciación de las demás palmas del lote que no estaban siendo objeto de estudio, se colocó una cinta plástica de diferente color para cada tratamiento.

Seguidamente se realizó la aplicación de cada una de las materias orgánicas según recomendaciones y/o condiciones en la zona, aportadas por el área de asistencia técnica del cultivo.

Toma de muestras: Con el fin de conocer a manera detallada las condiciones químicas iniciales del suelo se realizó un muestreo según lineamientos del IGAC para la toma de muestras acorde a los transeptos definidos, la cual fue compuesta por 20 submuestras que se tomaron con una herramienta (barreno), la cual aplicándole fuerza y movimientos circulares realiza una perforación al suelo en los primeros 30 cm, ideal para la toma de la submuestra de suelo siendo

esta la zona recomendada para el análisis porque es donde más actividad de absorción tiene las raíces de la palma. (Anexo L)

Las submuestras se tomaron en los platos de las palmas del suelo testigo, una submuestra por cada palma, se mezclaron dentro de un balde que al final de recorrido se homogenizó todo el material recolectado y se tomó la muestra que fue procesada, en esta parte del proceso se le retira todo tipo de impureza como restos de raíces, material rocoso y excesos de humedad, terminado el proceso de preparación de la muestra se divide en 2 se procede a ser empacada en bolsas plásticas transparentes, con un peso de 500 gramos la muestra y la otra contramuestra.

La etiqueta se realiza llenando la ficha sugerida por el laboratorio al que se va a enviar la muestra para ser analizada, en esta se consigna los datos relevantes como la fecha, nombre de la finca, tipo de muestra, cultivo, edad del cultivo, luego fueron embalada debidamente y entregadas a PALMIAGRO para enviarlas al laboratorio junto con cada una de las muestras de materia orgánica a las que se les ha realizado el mismo procedimiento de preparación para el análisis químico. (Anexo S)

También, se recopiló información agroclimatológica con el fin de determinar los regímenes de precipitación para conocer el balance hídrico y analizar las épocas con déficit y/o exceso de humedad en el suelo a través del año, así como las horas luz para conocer la evapotranspiración potencial de la planta, cuyos datos se evidencian en los resultados de la investigación.

Aplicaciones 1-2

Se adquirieron las materias orgánicas con proveedores de la zona, se transportaron las materias orgánicas a la finca (Anexo N) y se almacenaron en una bodega, para resguardarlas de los efectos de la lluvia, según el cronograma la materia orgánica fue dispuesta en los sitios demarcados, y su aplicación se realizó a 1.5 metros del estipe de la palma, se distribuyó de

manera homogénea el material compostado en el área es conocida como plato, se tuvo en cuenta que el área de aplicación estuviera con su control actualizado de gramíneas, a cada área donde se aplicó el tratamiento.

Con base en los criterios establecidos anteriormente, se realizó la aplicación de cada tratamiento, con previa identificación las materias orgánicas fueron acopiadas para su posterior aplicación, se realizó en una proporción de 50 kg/planta según recomendaciones y/o condiciones en la zona, aportadas por el área de asistencia técnica del cultivo; se realizaron 2 aplicaciones más con intervalo de 4 meses entre aplicación. (Anexo O)

Materiales

En la tabla 8, se pueden observar los distintos tipos de compostajes empleados para el estudio, las herramientas que ese emplearon para su distribución y aplicación al suelo, así como los equipos necesarios para la toma de evidencias y localización de los puntos de estudio.

Tabla 8

Materiales

Materia orgánica	Herramientas	Equipos	Otros
Gallinaza de jaula compostada	Palines ahoyadores	GPS	Pintura
Bovinaza compostada	Barrenos	Cámara fotográfica	Brocha
Residuos de cosecha de palma de aceite Compostados	Balde		Pinceles
	Machete		Bolsas para la recolección de las muestras.

Fuente: López & Botello (2021)

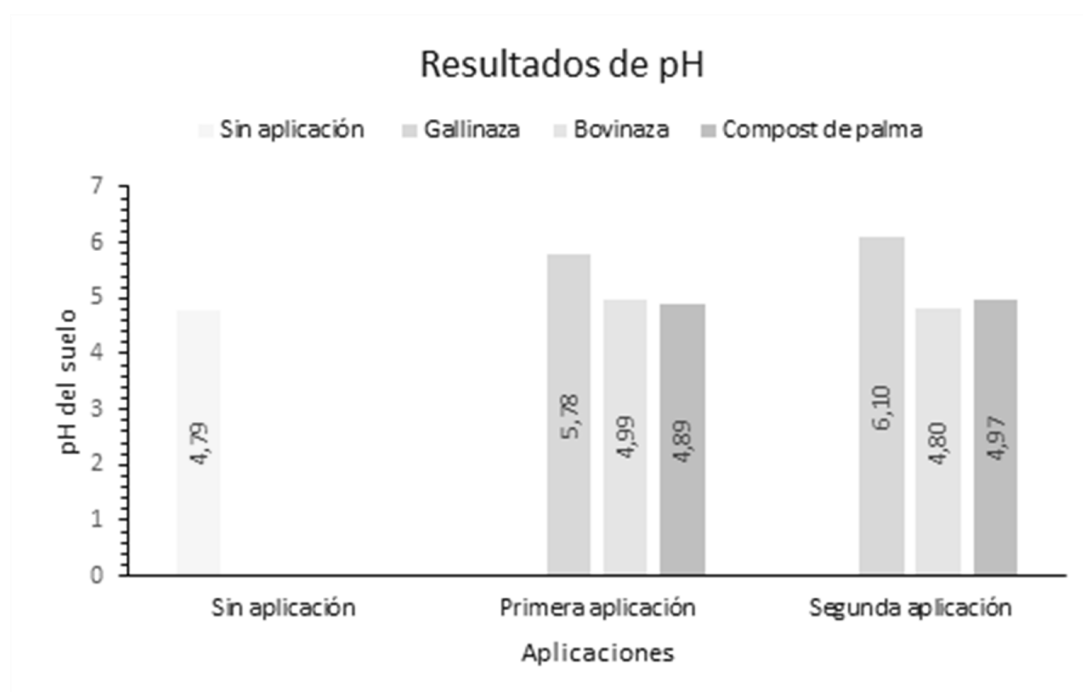
Resultados

Según el estudio realizado por el IGAC a los suelos de Norte de Santander se encuentran rangos de pH desde los 3.7 hasta los 5.9 según la zona, con una fertilidad natural Baja, dentro de este rango se encuentran los suelos de la finca Villa Teresa arrojando el primer análisis un pH de 4.79 (Anexo A), siendo fuertemente ácido, pero estando en condiciones aceptables para el cultivo de la palma de aceite.

Identificación en los suelos de estudio el contenido de CO, pH y CICE a partir de la aplicación de gallinaza, bovinaza y compost de residuos de cosecha de palma-raquis.

Figura 10

Resultados del pH

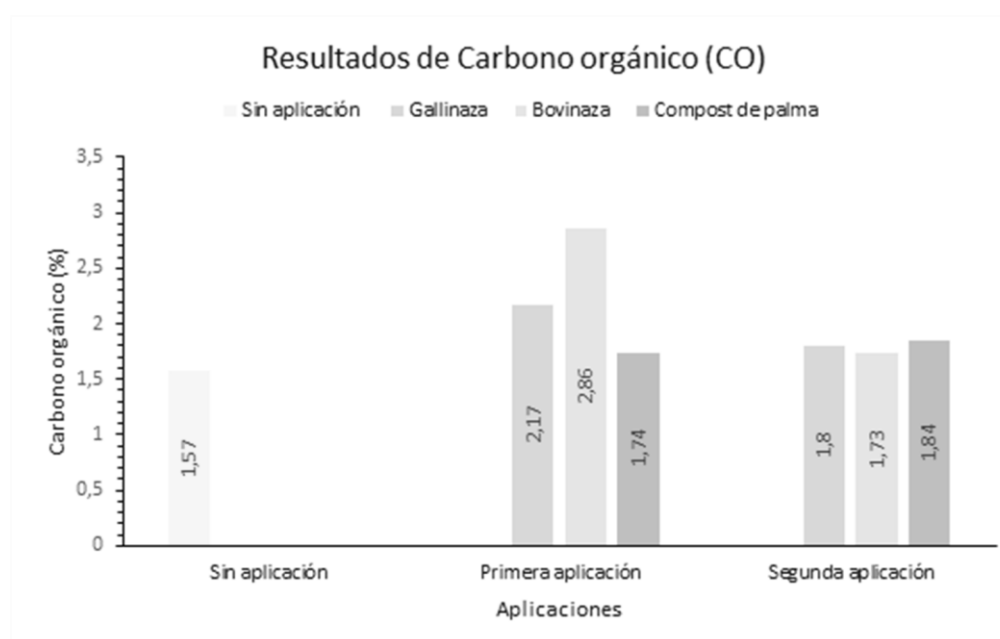


Fuente: López & Botello (2021)

EL pH en el suelo es importante porque permite la disponibilidad de todos los nutrientes para las plantas; esta disponibilidad se favorece cuando los valores de pH están cercanos a la neutralidad (7.0). En los resultados (Anexo I), se observó que al aplicar las fuentes de materias orgánicas el valor del pH aumentó con relación al suelo sin aplicación. Esto demuestra que se favoreció esta propiedad.

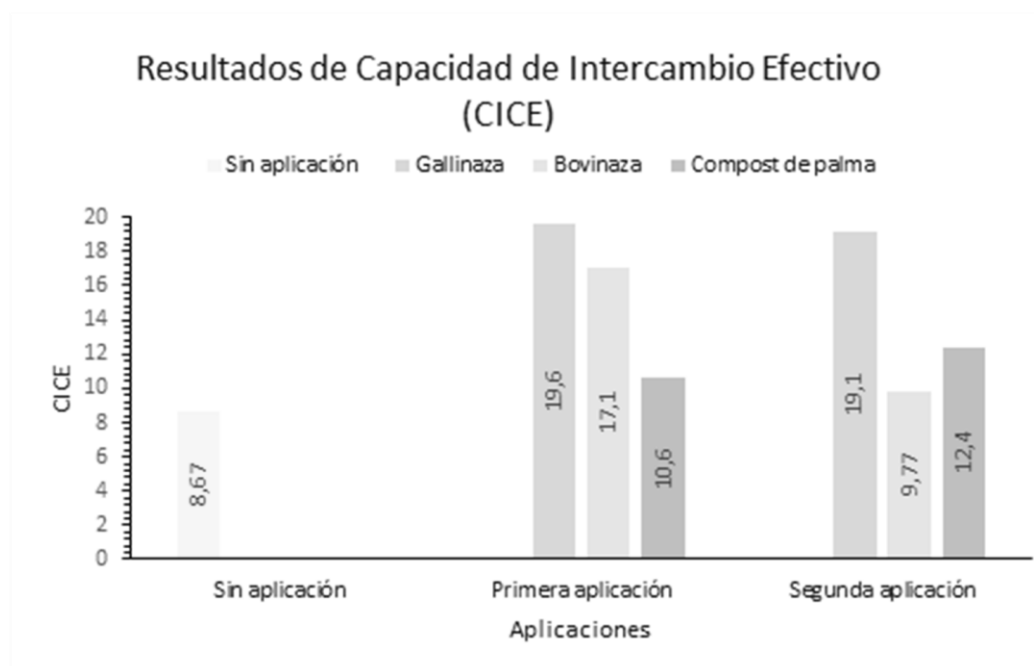
Figura 11

Resultados del carbono orgánico del suelo



Fuente: López & Botello (2021)

Con la primera aplicación realizada de las materias orgánicas compostadas se evidenció un incremento en el porcentaje del carbono orgánico, debido a la interacción del suelo con la materia orgánica que se incorpora pasando de un valor inicial de 1,57% hasta un 2,86% en el caso de la bovinaza, para la segunda aplicación los valores descienden manteniéndose arriba del porcentaje inicial, solo para el caso de compost de palma aumentó a 1,84% presentando un incremento progresivo entre la primera y segunda aplicación.

Figura 12*Resultados de Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo*

Fuente: López & Botello (2021)

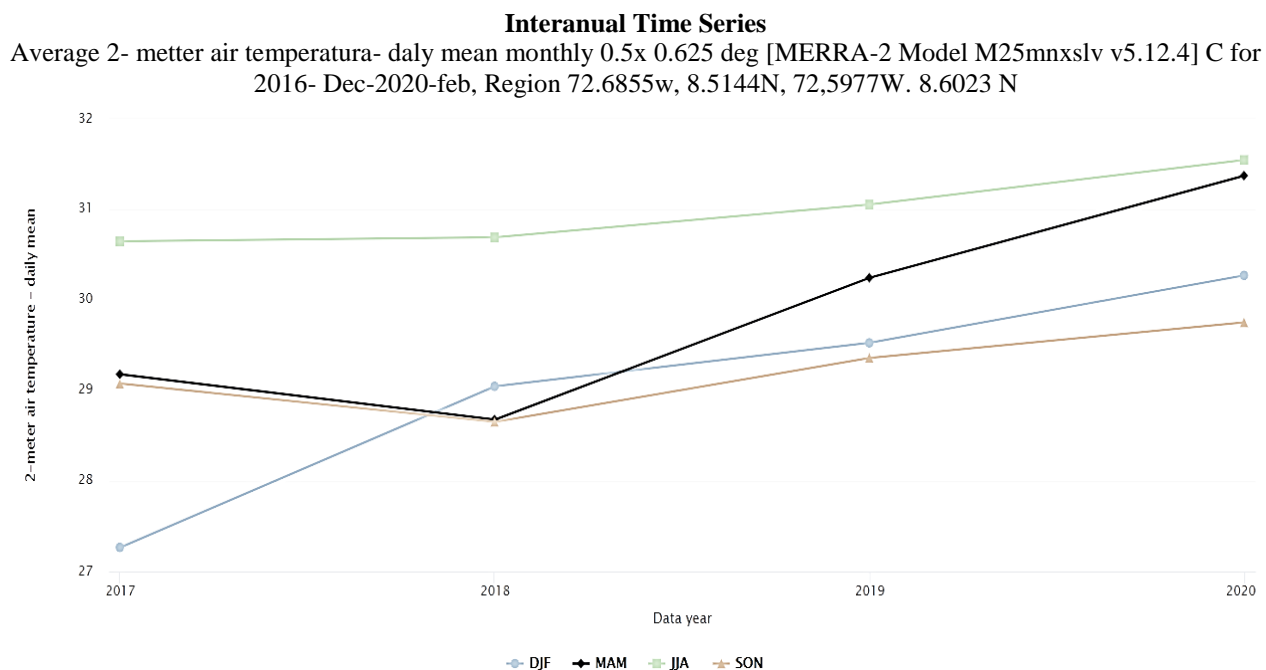
En este estudio se realizaron dos análisis de suelos donde se observó los resultados de las características químicas tales como el pH 5,78 y 6,10, CO 2.17 y 1.80 CICE 19.6 y 19.1; pH 4,99 y 4,800 CO 2.86 y 1.73 CICE 9.77 y 8.67; pH 4,89 y 4,97 CO 1.74 y 1.84 CICE 1.74 y 1.84 para gallinaza, bovinaza y compost de palma respectivamente.

Los anteriores resultados de pH, Carbono Orgánico (CO) y Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (CICE) se favorecieron cuando se aplicó las fuentes de materia orgánica mencionadas anteriormente respecto a las características de suelo de la zona estudiada las cuales fueron pH 4.79 CO 1.57 CICE 8.67.

Comportamiento histórico de la precipitación y la temperatura en la zona de estudio durante el tiempo de las aplicaciones.

Figura 13

Tendencias de las temperaturas medias mensuales



Nota: Tendencias de las temperaturas durante el periodo comprendido entre el 01-01-2017 y el 31-12-2020, en el sitio de realización del trabajo de investigación en el corregimiento de Petrólea, del municipio de Tibú utilizando información satelital de la NASA.

Fuente: Software GIOVANNI. NASA

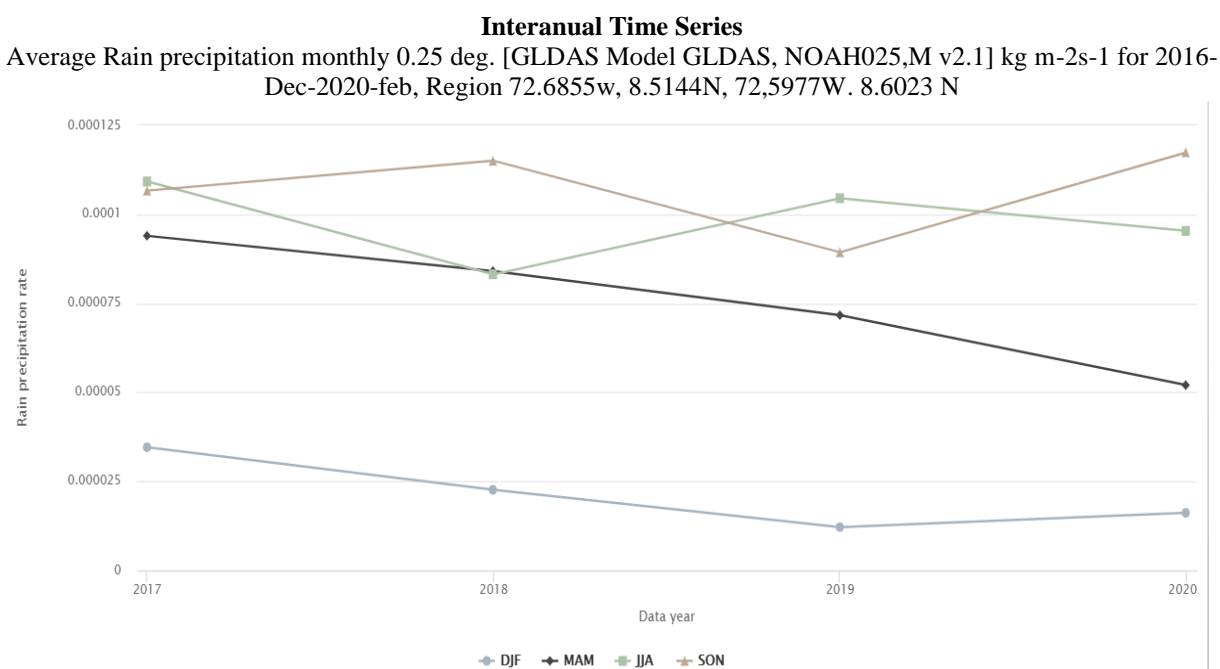
Como se puede observar la temperatura a partir del año 2018, ha tenido algunas características muy importantes: un comportamiento a incrementarse en el mes de diciembre de 2016, enero y febrero del 2017; luego ese aumento se mantuvo durante los demás meses del mismo año; por otra parte, en los meses de diciembre, enero y febrero del 2018 descendió y en el resto del año se mantuvo la tendencia de aumento de la temperatura, pero con valores un poco más bajos que en el 2017. En los meses diciembre de 2018, enero y febrero de 2019 también hubo un descenso hasta el mes de marzo, aumentando nuevamente hasta diciembre del mismo año, finalmente en el 2020 la tendencia fue al incremento.

Es posible que esta tendencia al incremento de la temperatura sea el reflejo del fenómeno Niño, el cual ha permanecido por un tiempo bastante largo en la zona, lo que obliga a tomar medidas necesarias para el suministro de agua en los cultivos de palma, sobre todo en su etapa de establecimiento hasta el inicio de la etapa productiva.

Por otra parte, si comparamos las tendencias observadas del comportamiento de la temperatura obtenidas con el manejo del software CRUTEM y la que se obtuvo con el empleo del análisis de los datos tomados por la NASA -GIOVANNI, se observa gran similitud en el comportamiento de las curvas de temperaturas, lo que nos permite tener una confiabilidad bastante alta para el uso de esta información.

Figura 14

Tendencias de las precipitaciones medias mensuales.



Nota: Tendencias de precipitaciones durante el periodo comprendido entre el 01-01-2017 y el 31-12-2020, en el sitio de realización del trabajo de investigación en el corregimiento de Petrólea, del municipio de Tibú utilizando información satelital de la NASA y el software GIOVANNI

Fuente: Software GIOVANNI. NASA

De acuerdo a los datos de la NASA sobre las precipitaciones medias anuales (Grafico No. 14), utilizando el software GIOVANNI, se pueden evidenciar algunas características de las precipitaciones que se presentaron en el área de la zona de estudio (Tibú) en el transcurso del periodo comprendido entre el 01-01-2017 y el 31-12-2020: 1) Durante los meses de diciembre de 2016, enero y febrero de 2017, 2018 y 2019 las precipitaciones descendieron tal y como es muy normal en la zona desde hace muchos años atrás y como lo indica el gráfico No 14, en el cual aparece un déficit hídrico, con excepción del año 2020, mostrando aumento de las precipitaciones en esos meses; 2) en el transcurso de los meses de marzo, abril y mayo, de los años 2017, 2018 y 2020, las precipitaciones descendieron y solo fue durante esos meses del 2019 que aumentaron las lluvias en la región; 3) de igual manera durante los meses de septiembre, octubre y noviembre de los años 2017, 2018 y 2020, las precipitaciones continuaron descendiendo y solo fue en los meses del años 2019, si se incrementaron.

Ese comportamiento observado es muy similar en el análisis realizado utilizando el software CRUTEM en la herramienta Google Earth Pro y el software GIOVANNI con la información de la NASA: Por lo anterior con los análisis obtenidos con estas dos herramientas pude trabajar confiadamente la información climática para este trabajo de investigación.

Discusión

EL pH en el suelo es importante porque permite la disponibilidad de todos los nutrientes para las plantas; de acuerdo a Gonzáles (2011), esta disponibilidad se favorece cuando los valores de pH están cercanos a la neutralidad (7.0). En los resultados se observó que al aplicar las fuentes de materias orgánicas el valor del pH aumentó con relación al suelo sin aplicación. Esto demuestra que se favoreció esta propiedad.

Según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2016), reporta que la CICE en rangos mayores de 10 cmoles/kg. de suelo son altos lo cual favorece que se potencialice la capacidad de nutrientes catiónicos, además que, esta propiedad depende del pH. Esto quiere decir que el incremento de la acidez (reducción del pH) se traduce en una disminución de la CICE. Este fenómeno tiene implicaciones considerables en la fertilidad del suelo y la eficiencia de la fertilización, pues entre más ácido es el suelo habrá menor capacidad de retención o almacenamiento, más aluminio ocupando los sitios de intercambio, menos participación de las bases intercambiables (Calcio- Ca^{++} , magnesio Mg^{++} y potasio K^{+}) y más susceptibilidad de estos para perderse por lixiviación. Los resultados muestran que al aplicar la materia orgánica se aumentó la CICE a niveles muchos mayores y esta se ve favorecida con el aumento del pH.

Según Martínez et al (2008), en estudios realizados sobre Carbono Orgánico del suelo (COS) se concluyó que este ayuda con la cantidad y disponibilidad de macronutrientes para la planta que normalmente son deficientes como el nitrógeno, igualmente ayudan en el efecto tampón (modificar acidez y alcalinidad del suelo hacia valores cercano a la neutralidad), aumenta la solubilidad de varios nutrientes, proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico y tiene efectos sobre las propiedades físicas tales como la estructura y porosidad. De acuerdo a lo anterior se puede evidenciar que el porcentaje de carbono orgánico del suelo

aumentó favoreciendo las características anteriormente mencionadas.

Según Orjuela y Silva (2010), es importante resaltar que al realizar las diferentes aplicaciones de MO se contrarresta problemas de erosión, se crea un ambiente favorable para interacción de microorganismos, se conserva la humedad del suelo y por ende la palma presenta un mejor desarrollo de follajes, sistema radicular y se conserva la capa vegetal posibilitando prácticas de labranza mínima en el suelo con menos costos.

Conclusiones

En los suelos de la finca Villa Teresa del municipio de Tibú de Norte de Santander, se evidenció que las aplicaciones de las fuentes de materia orgánica disminuyeron la acidez del suelo, aumentaron el porcentaje de Carbono Orgánico y la Capacidad de Intercambio Catiónico (Anexo H,I,J).

Al aplicar gallinaza como fuente de materia orgánica el valor del pH aumentó, esto demuestra que se favoreció esta propiedad permitiendo mejorar la disponibilidad de todos los nutrientes en el suelo para las plantas, en contraste con los valores del pH del suelo sin aplicación (4,79) siendo este un valor muy alto lo que corresponde a un suelo fuertemente ácido (Anexo I)

El contenido de carbono orgánico del suelo (CO) mejoró con la aplicación de las tres fuentes en la primera aplicación, pero con valores superiores en la bovinaza la cantidad y disponibilidad de macronutrientes para la planta que normalmente son deficientes como el nitrógeno, igualmente ayudan en el efecto tampón (modificar acidez y alcalinidad del suelo hacia valores cercano a la neutralidad), aumenta la solubilidad de varios nutrientes, proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico y tiene efectos sobre las propiedades físicas tales como la estructura y porosidad.

Al realizar las diferentes aplicaciones de MO se minimizan problemas de erosión por salinización de los suelos, se crea un ambiente favorable para la interacción de microorganismos, se conserva la humedad del suelo y por ende la palma presenta un mejor desarrollo de follajes, sistema radicular y se conserva la capa vegetal.

Recomendaciones

Se recomienda realizar tratamientos con los cuales se realice un análisis de varianza que facilite establecer cuál de las diferentes fuentes de materia orgánica ejercen mejor efecto sobre las propiedades químicas del suelo.

Estudiar los microorganismos del suelo que resultan favorecidos con las aplicaciones de las materias orgánicas compostadas, analizando su población y la interacción entre el suelo y la planta.

Evaluar que tanto influye la aplicación de materias orgánicas en la productividad de las palmas, aumento en el peso promedio del racimo, incremento de las estructuras reproductivas y del área foliar.

Incentivar en la zona el uso de materias orgánicas para recuperar los suelos cultivados con palma de aceite y por ende darle un manejo integrado que mejoren las propiedades físico químicas de tan importante recurso.

Referencias Bibliográficas

- Acosta, C. (2006). *El suelo agrícola, un ser vivo*. Revista Narraciones de la Ciencia, 2(4), 55-59.
- Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. (2002). *Los fertilizantes y su uso*.
Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Barrientos, L. y Rojas, D. (2020). *Efecto del compost de residuos orgánicos y estiércol vacuno en suelo franco arenoso de la Asociación Vivienda La Bloquetera-Villa María del Triunfo*. Tesis de grado. Universidad Peruana Unión. Lima, Perú. Disponible en <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/3286>
- Bautista, D., Chavarro, C., Cáceres, J. y Buitrago, S. (2017). *Efecto de la fertilización edáfica en el crecimiento y desarrollo de Phaseolus vulgaris cv. ICA Cerinza*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 11(1), 122-132.
<https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.5496>.
- Benedicto, G., Montoya, C., Vicente, Z., Ramírez, C. y Escalante, J. (2019). *Incorporación de abonos orgánicos y liberación de C-CO2 como indicador de la mineralización del carbono*. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 6(18), 513-522.
<https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2022>
- Bunch, R. (2007). *El manejo del suelo vivo*. Revista de agroecología, 24(2), 1-1. Sitio web: <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-24-numero-2/1864-el-manejo-del-suelo-vivo>
- Burbano, H. (2016). *El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria*. Revista Ciencias Agrarias 33(2), 117-124. Sitio web: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v33n2/v33n2a11.pdf>
- Calderón, C., Bautista, G. & Rojas, S. (2018). Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del

- departamento del Meta. Disponible en <https://doi.org/10.22579/20112629.524>
- Calderón, M. (2016). *Evaluación del impacto ambiental en el suelo, generado por el cultivo de palma (Elaeis guineensis Jacq) en predios de los palmicultores pertenecientes a ASOPALTIBU*. Tibú: ASOPALTIBU.
- Cantarero, R. y Martínez, O. (2002). Evaluación de tres tipos de fertilizantes (Gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), variedad NB – 6. Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Disponible en <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04c229.pdf>
- Campos, D. (1995). *Guía para la elaboración de estudios agroclimáticos de cultivos*. Universidad autónoma de san Luis potosí. Ingeniería hidráulica en México, 10(1), 1-19. Sitio web: <http://revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/744>
- Casas, R. (2012). *El suelo de cultivo y las condiciones climáticas*. Madrid: Paraninfo. Disponible en <https://www.paraninfo.co/catalogo/9788428332873/uf0001---el-suelo-de-cultivo-y-las-condiciones-climaticas>
- Chaustre Avellaneda , R. A. (2020). Implementación de un sistema de producción agroforestal en parcelas del núcleo de Caño Indio. Tibú - N. DE S. Cúcuta, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD.
- Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental. (2016-2035). *Plan Estratégico Ambiental Regional*. Sitio web: https://corponor.gov.co/PLANES/PLAN%202016_2035/3.%20CAPITULO%20DIAGNOSTICO-PLANEAR.pdf
- Cotler, H., Sotelo, E., Domínguez, J., Zorrilla, M., Cortina, S. y Quiñones, L. (2007). *La conservación de suelos: un asunto de interés público*. Gaceta Ecológica, (83), 5-71. Sitio web: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=539/53908302>

- Cotrina, R., Alejos, W., Cotrina, G., Córdova, P. y Córdova, I. (2020). *Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú*. Centro Agrícola, 47(2), 31-40.
Sitio web: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000200031
- Fadda, G., Fernández, J. y Corbella, R. (2017). *Morfología del suelo*. Argentina: Universidad Nacional de Tucumán.
<https://www.edafologia.org/app/download/7953431476/Metodologia+2017.pdf?t=1587690300>
- FEDEPALMA. (2011). *Guía ambiental de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia*. FEDEPALMA. Disponible en <https://cultivopalma.tripod.com/guiambiental.pdf>
- Félix, J., Sañudo, R., Rojo, G., Martínez, R & Olalde, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai*, 4 (1), 57-67. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46140104>
- Fratini, S. (2019). *Fertilización: ¿Orgánica o sintética?*. Sitio web: <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2019/10/23/fertilizacion-organica-o-sintetica/>
- Galindo, T. y Romero, H. (2012). *Compostaje de subproductos de la agroindustria de palma de aceite en Colombia: estado del arte y perspectivas de investigación*. Bogotá: Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite. Disponible en <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/boletines/article/view/10642>
- Garro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.
- González, C (2011). *El Ph*. Sitio web: <https://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLObj-862/maguaph.pdf>
- Hepperly, P., Lotter, D., Ziegler, C., Seidel, R y Reider C (2009). El abono, el estiércol y los

fertilizantes sintéticos influyen en el rendimiento de los cultivos, las propiedades del suelo, la lixiviación de nitratos y el contenido de nutrientes del cultivo, la ciencia y la utilización del abono, 17: 2, 117-126, DOI: [10.1080 / 1065657X.2009.10702410](https://doi.org/10.1080/1065657X.2009.10702410)

Hernández, A., Ojeda, L., López, J. y Arras, A. (2010). *Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo*. Tecnociencia Chihuahua, 4(1), 1-6.

Sitio web: <https://biblat.unam.mx/es/revista/tecnociencia-chihuahua/articulo/abonos-organicos-y-su-efecto-en-las-propiedades-fisicas-quimicas-y-biologicas-del-suelo>

Herrán, A., Torres, R., Martínez, E, Ruiz, R. y Portugal, V. (2008). *Importancia de los abonos orgánicos*. Revista Científica de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sostenible, 4(1), 57-68.

Sitio web: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=461/46140104>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. U.D.C.A (2015). *Síntesis del estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia - 2015*. IDEAM.

Disponible en <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023646/Sintesis.pdf>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2021). *El suelo*. SIAC.

Disponible en <http://www.siac.gov.co/suelo>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2011). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras Norte de Santander*. IGAC. Disponible en <https://www.igac.gov.co/es/catalogo/estudio-general-de-suelos-y-zonificacion-de-tierras-de-norte-de-santander>

<https://www.igac.gov.co/es/catalogo/estudio-general-de-suelos-y-zonificacion-de-tierras-de-norte-de-santander>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA (2016). *Manejo de suelos ácidos de las zonas altas de Honduras: conceptos y métodos*. Disponible en:

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3108/BVE17069071e.pdf;jsessionid=B196F88F9320F614E84A7C72C27B1EFA?sequence=1>

Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura, INTAGRI. (2015). *La Gallinaza Como Fertilizante*. Sitio web: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza->

como-fertilizante

Instituto Colombiano Agropecuario. (2015). *Cartilla práctica para la elaboración de abono orgánico compostado en producción ecológica*. Produmedios. Disponible en

<https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/agricultura-ecologica-1/documentos/cartilla-elaboracion-abono-organico-solido-28-11-2.aspx>

Kee, K. y Goh, J. (2007). *Manejo integrado de la nutrición en la palma de aceite*. Revista Palmas, 28(4), 394-411. Sitio web:

<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1276>

López, M., Dimas, J., Díaz, A., Martínez, E. y Valdez, R. (2001). *Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz*. Terra Latinoamericana, 19(4), 293-299. Sitio web:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573/57319401>

Mahmood, F., Khan, I., Ashraf, U., Shahzad, T., Hussain, S., Shahid, M., ... & Ullah, S. (2017).

Effects of organic and inorganic manures on maize and their residual impact on soil physico-chemical properties. *Journal of soil science and plant nutrition*, 17(1), 22-32.

Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/jsspn/v17n1/aop0217.pdf>

Malagón, D. (2003). *Ensayo sobre tipología de suelos colombianos, énfasis en génesis y aspectos ambientales*. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias, 27(104), 319-341.

Disponible en <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-de-la-academia-colombiana-de-ciencias-exactas-fisicas-y-naturales/articulo/ensayo-sobre-tipologia-de-suelos-colombianos-enfasis-en-genesis-y-aspectos-ambientales>

Martínez H., E., Fuentes Espoz, J. y Acevedo Hinojosa, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/120129>

Martínez, J. (2011). *Obtención de silicatos minerales de tierras salitrosas para estudio de*

impacto fisicoquímico. Sitio web: http://vinculando.org/documentos/silicatos_minerales_tierras_salitrosas_impacto_fisicoquim.html

Moya, F. y Farinango, A. (2020-10-13). *Evaluación de propiedades físico-químicas en suelos agrícolas mediante abonos orgánicos en cultivo de papa (Solanum Tuberosum L.) en Santa Martha de Cuba, Carchi*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10639?mode=full>

Mujica, C., Torres, E., & Vargas, M. (2010). *Evolución del sector palmicultor*. Bucaramanga: Universidad de investigación y desarrollo. Obtenido de <http://www.udi.edu.co/investigaciones/142-publicaciones/973-publicaciones>

Munévar, F. (1998). *Retos y oportunidades para la Palma de Aceite. Ponencia presentada en la XII Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite. 3 al 5 de septiembre de 1997. Cartagena de Indias, Colombia*. Palmas, 19(4), 266-272. Disponible en <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/download/6269/6260>

Munévar, F. (2001). *Fertilización de la palma de aceite para obtener altos rendimientos*. Revista Palmas, 4(2), 9-17. Disponible en <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/888/888>

North, M. y Bell, D. (1993). *Manual de producción avícola*. México: El Manual Moderno. Disponible en <http://catalogosuba.sisbi.uba.ar/vufind/Record/2016031704411298>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse*. Sitio web: <http://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). *Mapa de Carbono orgánico del suelo*. Sitio web: <http://www.fao.org/3/i8195es/I8195ES.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura. (2020). *Capacidad de*

Intercambio Catiónico (CIC). Sitio web: [http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/#:~:text=Capacidad%20de%20Intercambio%20Cati%C3%B3nico%20\(CIC\)&text=El%20nivel%20de%20CIC%20indica,o%20pobre%20en%20materia%20org%C3%A1nica.](http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/#:~:text=Capacidad%20de%20Intercambio%20Cati%C3%B3nico%20(CIC)&text=El%20nivel%20de%20CIC%20indica,o%20pobre%20en%20materia%20org%C3%A1nica.)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura. (2021). *¿Qué es el Suelo?* Sitio web: <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura. (2021). *Propiedades Biológicas*. Sitio web: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-biologicas/es/>

Orjuela, H. y Silva, F. (2010). *Ciencia del suelo principios básicos*. Sitio web: <https://isbn.cloud/9789588598024/ciencia-de-suelo-principios-basicos/>

Pabón, R. (2016). *Despetrolizar la economía de Tibú*. Revista Contraluz, 2(41), 1-1. Sitio web: <http://contraluzcucuta.co/analisis-despetrolizar-la-economia-de-tibu/>

Pérez Trujillo, M. F. (Junio de 2015). *Actividades económicas y reconfiguración territorial en Tibú, norte de Santander. Estudio comparado de las industrias de petróleo y palma de aceite*. Obtenido de Repositorio Universidad de los Andes : <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/13307>

Ramírez, R. (1997). *Propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos*. Bogotá: Produmedios. Disponible en <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>

Ramos, D., Terry, E., Soto, F., Cabrera, A., Martín, G. y Fernández, L. (2016). *Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y bocashi, complementadas con*

fertilizante mineral en etapa de vivero. Cultivos Tropicales, 37(2),165-174. Sitio web:

[https://www .redalyc.org/articulo.oa?id=1932/193246554020](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1932/193246554020)

Romero, H., Ayala, I. y Ruiz, R. (2007). *Ecofisiología de la palma de aceite*. Revista Palmas, 2(12), 176-184. Dsponible en

<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1254>

Tortosa, G. (2019). *Materiales para compostar: estiércol de vaca*. Sitio web:

<http://www.compostandociencia.com/2019/08/materiales-para-compostar-estiercol-de-vaca/>

Trinidad, A. y Velasco, J. (2016). *Importancia de la materia orgánica en el*

suelo. Agroproductividad, 9(8), 52-59. Sitio web: <https://core.ac.uk/download/pdf/249320586.pdf>.

Unidad de Manejo y Análisis de Información Colombia. (2016). *Municipio de Tibú- Departamento de Norte de Santander*. Sitio web:

https://www.humanitarianresponse.info/sites/www.humanitarianresponse.info/files/documents/files/tibu_norte_de_santander_a3.pdf

Vallejo, Victoria. (2013). *Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles*. Colombia

Forestal, 16(1), 83-99. Retrieved April 24, 2021, Sitio web:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392013000100006&lng=en&tlng=es.

Vergara, Y., Contreras, F., Zambrano, A., Hernández, E., Bianchi, G., Machado, D., et al.,

(2015). *Efecto de la gallinaza sobre propiedades Químicas y Biológicas de un suelo del estado Mérida Venezuela*. Tesis de grado. Universidad de los Andes. Bogota, Colombia.

Disponible en <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/43099>

Zanor, G., López, M., Martínez, R., Ramírez, L., Gutiérrez, S. y León, M. (2018). *Mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de un suelo agrícola mezclado con lombricompostas de dos efluentes de biodigestor*. Ingeniería, investigación y tecnología, 19(4), 1-36.

<https://doi.org/10.22201/ii.25940732e.2018.19n4.036>

Anexos

Anexo A. Análisis del suelo testigo



INFORME DE RESULTADOS
ÁREA DE ANÁLISIS DE SUELOS



Informe N°	01752-V1-2020		N° de Laboratorio	ASU-00737-2020		
Información del Cliente						
Remitente	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		Responsable	ING. MIGUEL ANGEL HERNANDEZ		
Propietario	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		email contacto	mahernandez@plamiagro.com		
Fecha Ingreso	20-01-2020		Fecha Emisión	31-01-2020		
Información de la Muestra enviada por el cliente						
Cultivo / Variedad	PALMA AFRICANA - COSTA RICA		Lote / Bloque	1 - ENSAYO UNAD		
Municipio/Departamento/Finca	TIBU - N. DE SANTANDER	VILLA TERESA	N° Contrato	N.A.		
Información adicional	NINGUNA		Condiciones recepción	CONFORME		
ANÁLISIS CONVENCIONAL DE SUELO CAMPO						
Variable	Expresión / Sigla	Resultados	Unidades	Rango Medio		Extractante/Técnica/Referencia
pH	pH	4.79	pH_unit	5.80	7.00	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Conductividad Eléctrica	CE	0.28	dS/m	N.R.	N.R.	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva	CICE	8.67	meq/100g	N.R.	N.R.	Cálculo
Saturación de Humedad Media	N.A.	37.1	%	20.0	40.0	Pasta de saturación / Gravimétrico / USDA Salinity Laboratory
Carbono Orgánico Oxidable	COOx	1.57	%	4.0	16.0	Sin. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5403 Walkley-Black
Materia Orgánica	MO	2.71	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Nitrógeno Total	N Total	0.131	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Densidad Aparente	d.a.	1.19	g/cm3	N.R.	N.R.	Cálculo
Determinación de Textura						
Arcilla	Tex.	66.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Arena	Tex.	26.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Limo	Tex.	8.00	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Textura	Tex.	Arcilloso	Adimensional			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Potasio Intercambiable	K	63.0	0.161	0.32	0.96	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Calcio Intercambiable	Ca	760	3.79	1.66	6.74	Sin. Acetato de Amonio / EAA / NTC 5349
Magnesio Intercambiable	Mg	230	1.89	0.36	0.92	Sin. Acetato de Amonio / EAA / NTC 5349
Sodio Intercambiable	Na	56.0	0.243	0.04	0.48	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Acidez Intercambiable	Ac. Inter.	233	2.59	0.12	0.24	Sin. KCl 1N / Volumétrico / NTC 5263
Hierro	Fe	289	N.A.	20	100	Sin. Ácida Mehlich I / EAA / NTC 5526
Manganeso	Mn	20.7	N.A.	10.0	50.0	Sin. Ácida Mehlich I / EAA / NTC 5526
Cobre	Cu	1.23	N.A.	1.25	2.50	Sin. Ácida Mehlich I / EAA / NTC 5526

Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Zinc	Zn	3.12	N.A.	2.00	5.00	Sin. Ácida Mehlich I / EAA / NTC 5526
Boro	B	0.230	N.A.	0.46	0.92	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Colorimétrico / Método Interno
Fósforo	P	3.44	N.A.	26	156	Sin. Bray II / Colorimétrico / NTC 5350
Azufre	S	9.18	N.A.	28.8	57.6	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Turbidimétrico / Método Interno
RELACIONES MATEMÁTICAS						
Variable	Expresión	Resultado	Unidades	Extractante / Técnica / Referencia		
Saturación de Magnesio	Sat. Mg	21.8	%	Cálculo		
Saturación de Sodio	Sat. Na	2.80	%	Cálculo		
Saturación de Aluminio	Sat. Al	29.9	%	Cálculo		
Saturación de Potasio	Sat. K	1.86	%	Cálculo		
Saturación de Calcio	Sat. Ca	43.7	%	Cálculo		
Relación Calcio/Magnesio	Ca/Mg	2.01	Adimensional	Relación matemática		
Relación Calcio/Potasio	Ca/K	23.5	Adimensional	Relación matemática		
Relación Magnesio/Potasio	Mg/K	11.7	Adimensional	Relación matemática		
Relación (Ca+Mg)/K	(Ca+Mg)/K	35.3	Adimensional	Relación matemática		
Observaciones a los resultados:		Convenciones:				
NINGUNO		N.R. No registra / N.A. No Aplica / Sin. Solución / N.S. No Suministrada / N.D.No Detectado MVH Mineralización Vía Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente EAA Espectroscopia de Absorción Atómica / EAA Espectroscopia de Emisión Atómica				

---- Fin del Reporte de Resultados Analíticos ----

Autorizado por:



Teresa Cocco
Subgerente Técnica - Química - PQ 2155

Revisado por:



Adriana Navarro
Coordinador de Área-Lic. en Química-

---- Fin del Informe ----

Notas:

1. El presente informe registra fielmente los resultados de las variables solicitadas por el cliente y corresponden exclusivamente a la muestra enviada y analizada en las fechas indicadas.
2. El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
3. El presente informe no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.
4. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión del presente informe de resultados.
5. AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. no presta los servicios de muestreo en campo, por lo tanto la idoneidad y representatividad de la muestra analizada y por ende de sus resultados, es responsabilidad del remitente de la misma.
6. En el caso de análisis subcontratados, AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista, siempre y cuando este halla sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
7. La verificación de resultados mediante ensayos de laboratorio, se realizará máximo 15 días hábiles luego de emitido el presente informe de resultados, siempre y cuando las condiciones de estabilidad del análisis en la muestra permitan su reproducibilidad.
8. Los valores de los Niveles Medios corresponden a los reportados en las siguientes referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1998), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A." Su interpretación y aplicación es responsabilidad del profesional de campo responsable de la muestra.
9. En Agrilab estamos interesados en la satisfacción de nuestros clientes. Para conocer sus Peticiones, Quejas, Reclamos o Sugerencias (PQRS) sobre los resultados emitidos y/o los servicios prestados, hemos dispuesto el siguiente correo electrónico: servicioalcliente@agrilab.com.co, por favor comuníquese con nosotros a través de este medio y con gusto le brindaremos una respuesta clara y oportuna a su solicitud.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 79B N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 745 4697 - 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

Enlace del documento:

<https://drive.google.com/file/d/1rW0IYNP1wP31NPSSNnPxpxviReGZsccTk/view?usp=sharing>

Anexo B. Análisis de la muestra de bovinaza



INFORME DE RESULTADOS

 ÁREA DE ANÁLISIS DE MATERIALES
 ORGÁNICOS


Informe N°	22280-V1-2020			N° de Laboratorio	AMO-05912-2020
Información del Cliente					
Remitente	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		Responsable	SR. MIGUEL HERNANDEZ	
Propietario	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		Email contacto	mahernandez@palmiagro.com	
Fecha Ingreso	30-07-2020		Fecha Emisión	18-08-2020	
Información de la Muestra enviada por el cliente					
Identificación Suministrada	M1 B		Lote / Bloque	N.S.	
Fuente del Material /	NO ESPECIFICADO		Contrato N°		
Descripción Física	Sólido café		Condiciones recepción	CONFORME	
CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN DE MATERIALES ORGÁNICOS SÓLIDOS					
Variable	Expresión / Sigla	Resultados	Unidades	Extractante/Técnica/Referencia	
Humedad	N.A.	11.9	%	70 °C / Gravimétrico / NTC 5167	
pH	pH	7.90	Unidades de pH	Pasta de saturación / Potenciométrico / NTC 5167	
Conductividad Eléctrica	CE	10.5	dS/m	Pasta de saturación / Conductimétrico / NTC 5167	
Retención de Humedad	Ret. Hum.	82.5	%	Pasta de saturación / Gravimétrico / NTC 5167	
Cenizas	N.A.	53.8	%	700 °C / Gravimétrico / NTC 5167	
Perdidas por Volatilización	N.A.	34.3	%	700 °C / Gravimétrico / NTC 5167	
Capacidad de Intercambio Catiónico	CIC	56.7	meq/100g	Acetato de amonio / Volumétrico / NTC 5167	
Densidad Real (En Base Seca)	N.A.	0.848	g/cm3	Directo / Gravimétrico / NTC 5167	
Carbono Orgánico Oxidable Total	COOx	10.9	%	Sol. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5167	
Relación Carbono / Nitrógeno	C/N	7.5	Adimensional	Relación matemática	
CARACTERIZACIÓN DE LA FRACCIÓN MINERAL					
Nitrógeno Orgánico	N Orgánico	1.46	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / NTC 370	
Nitrógeno Total	NT	1.46	%	Sumatoria de Especies de Nitrógeno requeridas por el cliente	
Fósforo Total	P ₂ O ₅	1.79	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / Colorimétrico / NTC 234	
Potasio Total	K ₂ O	0.930	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures	
Calcio Total	CaO	2.15	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures	
Magnesio Total	MgO	1.24	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures	
Azufre Total	S	0.320	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / Colorimétrico / NTC 1154	
Hierro Total	Fe	1.33	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures	
Manganeso Total	Mn	493	mg/kg	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures	
Cobre Total	Cu	74.0	mg/kg	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures	

CARACTERIZACIÓN DE LA FRACCIÓN MINERAL				
Zinc Total	Zn	109	mg/kg	MVH Ácido Nítrico-Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Boro Total	B	29.5	mg/kg	MVH Ácido Nítrico-Ácido Perclórico / Colorimétrico / NTC 1860
Sodio Total	Na	0.064	%	MVH Ácido Nítrico-Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Silicio (Soluble en HF)	SiO ₂	37.2	%	MVH HF / EAA / NTC 5167
Residuo Insoluble en Ácido	N.A.	38.1	%	MVH Ácido Nítrico-Ácido Perclórico / Gravimétrico / NTC 5167
Observaciones a los resultados:		Convenciones:		
NINGUNO		N.R. No registra / N.A. No Aplica / Sin. Solución / N.S. No Suministrada / N.D. No Detectado / MVH Mineralización Via Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente / EAA Espectroscopia de Absorción Atómica / EAA Espectroscopia de Emisión Atómica		

---- Fin del Reporte de Resultados Analíticos ----

Autorizado por:


Teresa Cocco

Subgerencia Técnica - Química - PQ 2155

Revisado por:


Myriam Bendick Lugo
Gerente - Química MSc - PQ 1168


Paola Díaz
Coordinador de Área-Química-PQ 3257

---- Fin del Informe ----

Notas:

PARA MUESTRAS SÓLIDAS LOS RESULTADOS CONSIGNADOS EN EL PRESENTE INFORME ESTÁN EXPRESADOS EN BASE HÚMEDA

1. El presente informe registra fielmente los resultados de las variables solicitadas por el cliente y corresponden exclusivamente a la muestra enviada y analizada en las fechas indicadas.
2. El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
3. El presente informe no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.
4. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión del presente informe de resultados.
5. AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. no presta los servicios de muestreo en campo, por lo tanto la idoneidad y representatividad de la muestra analizada y por ende de sus resultados, es responsabilidad del remitente de la misma.
6. En el caso de análisis subcontratados, AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista, siempre y cuando este haya sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
7. La verificación de resultados mediante ensayos de laboratorio, se realizará máximo 15 días hábiles luego de emitido el presente informe de resultados, siempre y cuando las condiciones de estabilidad del análisis en la muestra permitan su reproducibilidad.
8. Los valores de los Niveles Medios corresponden a los reportados en las siguientes referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1998), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A." Su interpretación y aplicación es responsabilidad del profesional de campo responsable de la muestra.
9. En Agrilab estamos interesados en la satisfacción de nuestros clientes. Para conocer sus Peticiones, Quejas, Reclamos o Sugerencias (QRS) sobre los resultados emitidos y/o los servicios prestados, hemos dispuesto el siguiente correo electrónico: servicioalcliente@agrilab.com.co, por favor comuníquese con nosotros a través de este medio y con gusto le brindaremos una respuesta clara y oportuna a su solicitud.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 79B N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 7454697 / 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamos y/o Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

Enlace del documento:

<https://drive.google.com/file/d/1uckrDdggbddffjIIGQ1tptwyUm5u4ekD/view?usp=sharing>

Anexo C. Análisis de la muestra de gallinaza



INFORME DE RESULTADOS

 ÁREA DE ANÁLISIS DE MATERIALES
 ORGÁNICOS


Informe N°	22279-V1-2020	N° de Laboratorio	AMO-05913-2020
------------	---------------	-------------------	----------------

Información del Cliente			
Remitente	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.	Responsable	SR. MIGUEL HERNANDEZ
Propietario	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.	Email contacto	mahernandez@palmiagro.com
Fecha Ingreso	30-07-2020	Fecha Emisión	18-08-2020

Información de la Muestra enviada por el cliente			
Identificación Suministrada	M2 G	Lote / Bloque	N.S.
Fuente del Material /	NO ESPECIFICADO	Contrato N°	
Descripción Física	Sólido café	Condiciones recepción	CONFORME

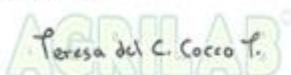
CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN DE MATERIALES ORGÁNICOS SÓLIDOS				
Variable	Expresión / Sigla	Resultados	Unidades	Extractante/Técnica/Referencia
Humedad	N.A.	10.3	%	70 °C / Gravimétrico / NTC 5167
pH	pH	6.84	Unidades de pH	Pasta de saturación / Potenciométrico / NTC 5167
Conductividad Eléctrica	CE	42.8	dS/m	Pasta de saturación / Conductimétrico / NTC 5167
Retención de Humedad	Ret. Hum.	90.2	%	Pasta de saturación / Gravimétrico / NTC 5167
Cenizas	N.A.	58.2	%	700 °C / Gravimétrico / NTC 5167
Perdidas por Volatilización	N.A.	31.5	%	700 °C / Gravimétrico / NTC 5167
Capacidad de Intercambio Catiónico	CIC	41.2	meq/100g	Acetato de amonio / Volumétrico / NTC 5167
Densidad Real (En Base Seca)	N.A.	0.971	g/cm ³	Directo / Gravimétrico / NTC 5167
Carbono Orgánico Oxidable Total	COOx	9.68	%	Sln. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5167
Relación Carbono / Nitrógeno	C/N	8.9	Adimensional	Relación matemática

CARACTERIZACIÓN DE LA FRACCIÓN MINERAL				
Nitrógeno Orgánico	N Orgánico	1.09	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / NTC 370
Nitrógeno Total	NT	1.09	%	Sumatoria de Especies de Nitrógeno requeridas por el cliente
Fósforo Total	P ₂ O ₅	4.77	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / Colorimétrico / NTC 234
Potasio Total	K ₂ O	3.02	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Calcio Total	CaO	12.7	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Magnesio Total	MgO	1.42	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Azufre Total	S	0.747	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / Colorimétrico / NTC 1154
Hierro Total	Fe	1.26	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Manganeso Total	Mn	519	mg/kg	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Cobre Total	Cu	73.6	mg/kg	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures

CARACTERIZACIÓN DE LA FRACCIÓN MINERAL				
Zinc Total	Zn	484	mg/kg	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Boro Total	B	49.3	mg/kg	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / Colorimétrico / NTC 1860
Sodio Total	Na	0.332	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Silicio (Soluble en HF)	SiO ₂	22.2	%	MVH HF / EAA / NTC 5167
Residuo Insoluble en Ácido	N.A.	22.7	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / Gravimétrico / NTC 5167
Observaciones a los resultados:		Convenciones:		
Prueba Positiva para Carbonatos.		N.R. No registra / N.A. No Aplica / Sin. Solución / N.S. No Suministrada / N.D. No Detectado / MVH Mineralización Via Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente EAA Espectroscopia de Absorción Atómica / EAA Espectroscopia de Emisión Atómica		

---- Fin del Reporte de Resultados Analíticos ----

Autorizado por:


Teresa Cocco

Subgerencia Técnica - Química - PQ 2155

Revisado por:


Myriam Bendick Lugo
Gerente - Química MSc - PQ 1168


Paola Díaz
Coordinador de Área-Química-PQ 3257

---- Fin del Informe ----

Notas:

PARA MUESTRAS SÓLIDAS LOS RESULTADOS CONSIGNADOS EN EL PRESENTE INFORME ESTÁN EXPRESADOS EN BASE HÚMEDA

1. El presente informe registra fielmente los resultados de las variables solicitadas por el cliente y corresponden exclusivamente a la muestra enviada y analizada en las fechas indicadas.
2. El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
3. El presente informe no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.
4. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión del presente informe de resultados.
5. AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. no presta los servicios de muestreo en campo, por lo tanto la idoneidad y representatividad de la muestra analizada y por ende de sus resultados, es responsabilidad del remitente de la misma.
6. En el caso de análisis subcontratados, AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista, siempre y cuando este haya sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
7. La verificación de resultados mediante ensayos de laboratorio, se realizará máximo 15 días hábiles luego de emitido el presente informe de resultados, siempre y cuando las condiciones de estabilidad del análisis en la muestra permitan su reproducibilidad.
8. Los valores de los Niveles Medios corresponden a los reportados en las siguientes referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1998), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómero Colombo Venezolanos S.A." Su interpretación y aplicación es responsabilidad del profesional de campo responsable de la muestra.
9. En Agrilab estamos interesados en la satisfacción de nuestros clientes. Para conocer sus Peticiones, Quejas, Reclamos o Sugerencias (PQRS) sobre los resultados emitidos y/o los servicios prestados, hacemos disponible al siguiente correo electrónico: servicioalcliente@agrilab.com.co, por favor comuníquese con nosotros a través de este medio y con gusto le brindaremos una respuesta clara y oportuna a su solicitud.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 79B N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 7454697 / 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamos y/o Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

Enlace del documento:

<https://drive.google.com/file/d/1uckrDdggbdffjIIGQ1tptwyUm5u4ekD/view?usp=sharing>

Anexo D. Análisis de la muestra del compost de palma



INFORME DE RESULTADOS

ÁREA DE ANÁLISIS DE MATERIALES
ORGÁNICOS

Informe N°	08013-V1-2020	N° de Laboratorio	AMO-02255-2020
------------	---------------	-------------------	----------------

Información del Cliente			
Remitente	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.	Responsable	ING. MIGUEL ANGEL HERNANDEZ
Propietario	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.	Email contacto	mahernandez@palmiagro.com
Fecha Ingreso	12-03-2020	Fecha Emisión	31-03-2020

Información de la Muestra enviada por el cliente			
Identificación Suministrada	M05: COMPOST FINO	Lote / Bloque	FCA. VILLA TERESA
Fuente del Material /	NO ESPECIFICADO	Contrato N°	
Descripción Física	Sólido oscuro	Condiciones recepción	CONFORME

ANÁLISIS DE METALES PESADOS EN MATERIAL ORGÁNICO

Variable	Expresión / Sigla	Resultados	Unidades	Extractante/Técnica/Referencia
Humedad	N.A.	29.8	%	70 °C / Gravimétrico / NTC 5167
pH	pH	7.40	Unidades de pH	Pasta de saturación / Potenciométrico / NTC 5167
Conductividad Eléctrica	CE	4.15	dS/m	Pasta de saturación / Conductimétrico / NTC 5167
Retención de Humedad	Ret. Hum.	95.9	%	Pasta de saturación / Gravimétrico / NTC 5167
Cenizas	N.A.	45.5	%	700 °C / Gravimétrico / NTC 5167
Perdidas por Volatilización	N.A.	24.7	%	700 °C / Gravimétrico / NTC 5167
Capacidad de Intercambio Catiónico	CIC	40.9	meq/100g	Acetato de amonio / Volumétrico / NTC 5167
Densidad Real (En Base Seca)	N.A.	0.609	g/cm3	Directo / Gravimétrico / NTC 5167
Carbono Orgánico Oxidable Total	COOx	12.0	%	Sin. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5167
Relación Carbono / Nitrógeno	C/N	11.8	Adimensional	Relación matemática

METALES PESADOS

Nitrógeno Orgánico	N Orgánico	1.02	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / NTC 370
Nitrógeno Total	NT	1.02	%	Sumatoria de Especies de Nitrógeno requeridas por el cliente
Fósforo Total	P ₂ O ₅	0.824	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / Colorimétrico / NTC 234
Potasio Total	K ₂ O	0.867	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Calcio Total	CaO	0.818	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Magnesio Total	MgO	0.469	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Azufre Total	S	0.147	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / Colorimétrico / NTC 1154
Hierro Total	Fe	0.626	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 79B N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 7454697 / 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamaciones y/o Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

METALES PESADOS				
Manganeso Total	Mn	183	mg/kg	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Cobre Total	Cu	27.2	mg/kg	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Zinc Total	Zn	56.7	mg/kg	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Boro Total	B	17.2	mg/kg	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / Colorimétrico / NTC 1860
Sodio Total	Na	0.067	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / EAA / PlantAnalysisProcedures
Silicio (Soluble en HF)	SiO ₂	32.4	%	MVH HF / EAA / NTC 5167
Residuo Insolubles en Ácido	N.A.	37.3	%	MVH Ácido Nítrico:Ácido Perclórico / Gravimétrico / NTC 5167
Observaciones a los resultados:			Convenciones:	
NINGUNO			N.R. No registra / N.A. No Aplica / Sln. Solución / N.S. No Suministrada / N.D.No Detectado / MVH Mineralización Vía Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente EAA Espectroscopia de Absorción Atómica / EAA Espectroscopia de Emisión Atómica	

---- Fin del Reporte de Resultados Analíticos ----


Teresa del C. Cocco

Teresa Cocco
Subgerencia Técnica - Química - PQ 2155


Myriam Benedek Lugo

Myriam Benedek Lugo
Gerente - Química MSC - PQ 1168


Paola Díaz

Paola Díaz
Coordinador de Área-Química-PQ 3257

---- Fin del Informe ----

Notas:

PARA MUESTRAS SÓLIDAS LOS RESULTADOS CONSIGNADOS EN EL PRESENTE INFORME ESTÁN EXPRESADOS EN BASE HÚMEDA

1. El presente informe registra fielmente los resultados de las variables solicitadas por el cliente y corresponden exclusivamente a la muestra enviada y analizada en las fechas indicadas.
2. El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
3. El presente informe no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.
4. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión del presente informe de resultados.
5. AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. no presta los servicios de muestreo en campo, por lo tanto la idoneidad y representatividad de la muestra analizada y por ende de sus resultados, es responsabilidad del remitente de la muestra.
6. En el caso de análisis subcontratados, AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista, siempre y cuando este haya sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
7. La verificación de resultados mediante ensayos de laboratorio, se realizará máximo 15 días hábiles luego de emitido el presente informe de resultados, siempre y cuando las condiciones de estabilidad del análisis en la muestra permitan su reproducibilidad.
8. Los valores de los Niveles Medios corresponden a los reportados en las siguientes referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1998), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A." Su interpretación y aplicación es responsabilidad del profesional de campo responsable de la muestra.
9. En Agrilab estamos interesados en la satisfacción de nuestros clientes. Para conocer sus Peticiones, Quejas, Reclamos o Sugerencias (PQRS) sobre los resultados emitidos y/o los servicios prestados, hemos dispuesto el siguiente correo electrónico: servicioalcliente@agrilab.com.co, por favor comuníquese con nosotros a través de este medio y con gusto le brindaremos una respuesta clara y oportuna a su solicitud.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 79B N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 7454697 / 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamos y/o Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

Página 2 de 2

Informe N°

08013-V1-2020

Enlace del documento:

<https://drive.google.com/file/d/1VDNvsk59R6OgLFYzmWqdLuTPfCq8ZBq/view?usp=sharing>

Anexo E. Primer análisis realizado al suelo tratado con bovinaza



INFORME DE RESULTADOS

ÁREA DE ANÁLISIS DE SUELOS

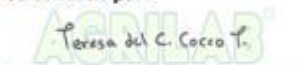


Informe N°	16789-V1-2020		N° de Laboratorio	ASU-09282-2020		
Información del Cliente						
Remitente	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		Responsable	SR. MIGUEL HERNANDEZ		
Propietario	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		email contacto	mahernandez@palmiagro.com		
Fecha Ingreso	17-06-2020		Fecha Emisión	03-07-2020		
Información de la Muestra enviada por el cliente						
Cultivo / Variedad	PALMA AFRICANA / DE ACEITE - NO ESPECIFICADO		Lote / Bloque	M2B		
Municipio/Departamento/Finca	TIBU - N. DE SANTANDER	VILLA TERESA	N° Contrato	N.A.		
Información adicional	NINGUNA		Condiciones recepción	CONFORME		
*ANÁLISIS CONVENCIONAL DE SUELO CAMPO						
Variable	Expresión / Sigla	Resultados	Unidades	Rango Medio		Extractante/Técnica/Referencia
pH	pH	4.99	pH_unit	4.60	6.80	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Conductividad Eléctrica	CE	0.07	dS/m	N.R.	N.R.	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva	CICE	17.1	meq/100g	N.R.	N.R.	Cálculo
Saturación de Humedad Media	N.A.	31.8	%	20.0	40.0	Pasta de saturación / Gravimétrico / USDA Salinity Laboratory
Carbono Orgánico Oxidable	COOx	2.86	%	2.00	4.00	Sin. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5403 Walkley-Black
Materia Orgánica	MO	4.93	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Nitrógeno Total	N Total	0.238	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Densidad Aparente	d.a.	1.09	g/cm3	N.R.	N.R.	Cálculo
Determinación de Textura						
Arcilla	Tex.	60.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Arena	Tex.	16.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Limo	Tex.	24.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Textura	Tex.	Arcilloso	Adimensional			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Potasio Intercambiable	K	182	0.465	0.30	0.60	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Calcio Intercambiable	Ca	2050	10.2	3.00	6.00	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Magnesio Intercambiable	Mg	675	5.55	1.5	3.0	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Sodio Intercambiable	Na	38.0	0.165	0.04	0.48	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Acidez Intercambiable	Ac. Inter.	65.4	0.726	0.20	0.40	Sin. KCl 1N / Volumétrico / NTC 5263
Hierro	Fe	156	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich 1 / ICP-OES / NTC 5526
Manganeso	Mn	26.7	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich 1 / ICP-OES / NTC 5526
Cobre	Cu	1.81	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich 1 / ICP-OES / NTC 5526

Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Zinc	Zn	5.80	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Boro	B	0.382	N.A.	0.50	1.00	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Colorimétrico / Método Interno
Fósforo	P	56.6	N.A.	15.0	30.0	Sin. Bray II / Colorimétrico / NTC 5350
Azufre	S	15.2	N.A.	30.0	60.0	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Turbidimétrico / Método Interno
RELACIONES MATEMÁTICAS						
Variable	Expresión	Resultado	Unidades	Extractante / Técnica / Referencia		
Saturación de Magnesio	Sat. Mg	32.5	%	Cálculo		
Saturación de Sodio	Sat. Na	0.965	%	Cálculo		
Saturación de Aluminio	Sat. Al	4.25	%	Cálculo		
Saturación de Potasio	Sat. K	2.72	%	Cálculo		
Saturación de Calcio	Sat. Ca	59.6	%	Cálculo		
Relación Calcio/Magnesio	Ca/Mg	1.84	Adimensional	Relación matemática		
Relación Calcio/Potasio	Ca/K	21.9	Adimensional	Relación matemática		
Relación Magnesio/Potasio	Mg/K	11.9	Adimensional	Relación matemática		
Relación (Ca+Mg)/K	(Ca+Mg)/K	33.9	Adimensional	Relación matemática		
Observaciones a los resultados:		Convenciones:				
NINGUNO		N.R. No registra / N.A. No Aplica / Sin. Solución / N.S. No Suministrada / N.D. No Detectado MVH Mineralización Vía Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente EAA Espectroscopia de Absorción Atómica / EAA Espectroscopia de Emisión Atómica				

---- Fin del Reporte de Resultados Analíticos ----

Autorizado por:



Teresa Cocco
Subgerencia Técnica - Química - PQ 2155

Revisado por:



Adriana Navero
Coordinador de Área-Lic. en Química-

---- Fin del Informe ----

Notas:

1. El presente informe registra fielmente los resultados de las variables solicitadas por el cliente y corresponden exclusivamente a la muestra enviada y analizada en las fechas indicadas.
2. El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
3. El presente informe no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.
4. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión del presente informe de resultados.
5. AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. no presta los servicios de muestreo en campo, por lo tanto la idoneidad y representatividad de la muestra analizada y por ende de sus resultados, es responsabilidad del remitente de la misma.
6. En el caso de análisis subcontratados, AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista, siempre y cuando este haya sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
7. La verificación de resultados mediante ensayos de laboratorio, se realizará máximo 15 días hábiles luego de emitido el presente informe de resultados, siempre y cuando las condiciones de estabilidad del análisis en la muestra permitan su reproducibilidad.
8. Los valores de los Niveles Medios corresponden a los reportados en las siguientes referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1995), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A." Su interpretación y aplicación es responsabilidad del profesional de campo responsable de la muestra.
9. En Agrilab estamos interesados en la satisfacción de nuestros clientes. Para conocer sus Peticiones, Quejas, Reclamos o Sugerencias (PQRS) sobre los resultados emitidos y/o los servicios prestados, hemos dispuesto el siguiente correo electrónico: servicioalcliente@agrilab.com.co, por favor comuníquese con nosotros a través de este medio y con gusto le brindaremos una respuesta clara y oportuna a su solicitud.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 79B N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 745 4697 - 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

Enlace del documento:

<https://drive.google.com/file/d/1lj9niQdaNVijedqqdnTQLZdGMpTM7SjQ/view?usp=sharing>

Anexo F. Primer análisis realizado al suelo tratado con gallinaza



INFORME DE RESULTADOS

ÁREA DE ANÁLISIS DE SUELOS



Informe N°	16788-V1-2020		N° de Laboratorio	ASU-09281-2020		
Información del Cliente						
Remitente	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		Responsable	SR. MIGUEL HERNANDEZ		
Propietario	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		email contacto	mahernandez@palmiagro.com		
Fecha Ingreso	17-06-2020		Fecha Emisión	03-07-2020		
Información de la Muestra enviada por el cliente						
Cultivo / Variedad	PALMA AFRICANA / DE ACEITE - NO ESPECIFICADO		Lote / Bloque	M1G: 01		
Municipio/Departamento/Finca	TIBU - N. DE SANTANDER	VILLA TERESA	N° Contrato	N.A.		
Información adicional	NINGUNA		Condiciones recepción	CONFORME		
*ANÁLISIS CONVENCIONAL DE SUELO CAMPO						
Variable	Expresión / Sigla	Resultados	Unidades	Rango Medio		Extractante/Técnica/Referencia
pH	pH	5.78	pH_unit	4.60	6.80	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Conductividad Eléctrica	CE	1.03	dS/m	N.R.	N.R.	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva	CICE	19.6	meq/100g	N.R.	N.R.	Cálculo
Saturación de Humedad Media	N.A.	26.8	%	20.0	40.0	Pasta de saturación / Gravimétrico / USDA Salinity Laboratory
Carbono Orgánico Oxidable	COOx	2.17	%	2.00	4.00	Sin. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5403 Walkley-Black
Materia Orgánica	MO	3.74	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Nitrógeno Total	N Total	0.181	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Densidad Aparente	d.a.	1.24	g/cm3	N.R.	N.R.	Cálculo
Determinación de Textura						
Arcilla	Tex.	40.0	%	Análisis directo / Método de Bouyoucos		
Arena	Tex.	40.0	%	Análisis directo / Método de Bouyoucos		
Limo	Tex.	20.0	%	Análisis directo / Método de Bouyoucos		
Textura	Tex.	Arcilloso		Adimensional	Análisis directo / Método de Bouyoucos	
Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Potasio Intercambiable	K	298	0.762	0.30	0.60	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Calcio Intercambiable	Ca	2800	14.0	3.00	6.00	Sin. Acetato de Amonio / EAA / NTC 5349
Magnesio Intercambiable	Mg	560	4.61	1.5	3.0	Sin. Acetato de Amonio / EAA / NTC 5349
Sodio Intercambiable	Na	50.0	0.217	0.04	0.48	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Acidez Intercambiable	Ac. Inter.	No Aplica.	No Aplica.	0.20	0.40	Sin. KCl 1N / Volumétrico / NTC 5263
Hierro	Fe	71.6	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácido Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Manganeso	Mn	32.7	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácido Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Cobre	Cu	1.26	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácido Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526

Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Zinc	Zn	17.5	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácido Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Boro	B	0.484	N.A.	0.50	1.00	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Colorimétrico / Método Interno
Fósforo	P	703	N.A.	15.0	30.0	Sin. Bray II / Colorimétrico / NTC 5350
Azufre	S	40.9	N.A.	30.0	60.0	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Turbidimétrico / Método Interno
RELACIONES MATEMÁTICAS						
Variable	Expresión	Resultado	Unidades		Extractante / Técnica / Referencia	
Saturación de Magnesio	Sat. Mg	23.5	%		Cálculo	
Saturación de Sodio	Sat. Na	1.11	%		Cálculo	
Saturación de Aluminio	Sat. Al	No Aplica.	%		Cálculo	
Saturación de Potasio	Sat. K	3.89	%		Cálculo	
Saturación de Calcio	Sat. Ca	71.4	%		Cálculo	
Relación Calcio/Magnesio	Ca/Mg	3.04	Adimensional		Relación matemática	
Relación Calcio/Potasio	Ca/K	18.4	Adimensional		Relación matemática	
Relación Magnesio/Potasio	Mg/K	6.05	Adimensional		Relación matemática	
Relación (Ca+Mg)/K	(Ca+Mg)/K	24.4	Adimensional		Relación matemática	
Observaciones a los resultados:			Convenciones:			
Prueba Positiva para Carbonatos - El resultado de Fósforo Bray II fue verificado			N.R. No registra / N.A. No Aplica / Sin. Solución / N.S. No Suministrada / N.D. No Detectado / MVH Mineralización Via Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente / EAA Espectroscopia de Absorción Atómica / EAA Espectroscopia de Emisión Atómica			

---- Fin del Reporte de Resultados Analíticos ----

Autorizado por:



Teresa Cocco
Subgerencia Técnica - Química - PQ 2155

Revisado por:



Adriana Navarro
Coordinador de Área-Lic. en Química-

---- Fin del Informe ----

Notas:

1. El presente informe registra fielmente los resultados de las variables solicitadas por el cliente y corresponden exclusivamente a la muestra enviada y analizada en las fechas indicadas.
2. El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
3. El presente informe no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.
4. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión del presente informe de resultados.
5. AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. no presta los servicios de muestreo en campo, por lo tanto la idoneidad y representatividad de la muestra analizada y por ende de sus resultados, es responsabilidad del remitente de la misma.
6. En el caso de análisis subcontratados, AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista, siempre y cuando este halla sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
7. La verificación de resultados mediante ensayos de laboratorio, se realizará máximo 15 días hábiles luego de emitido el presente informe de resultados, siempre y cuando las condiciones de estabilidad del analito en la muestra permitan su reproducibilidad.
8. Los valores de los Niveles Medios corresponden a los reportados en las siguientes referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1998), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A." Su interpretación y aplicación es responsabilidad del profesional de campo responsable de la muestra.
9. En Agrilab estamos interesados en la satisfacción de nuestros clientes. Para conocer sus Peticiones, Quejas, Reclamos o Sugerencias (PQRS) sobre los resultados emitidos y/o los servicios prestados, hemos dispuesto el siguiente correo electrónico: servicioalcliente@agrilab.com.co, por favor comuníquese con nosotros a través de este medio y con gusto le brindaremos una respuesta clara y oportuna a su solicitud.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 79B N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 745 4697 - 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

Enlace del documento:

<https://drive.google.com/file/d/1i82q4kxSQmis1adT---Yytyv7sN61DmZ/view?usp=sharing>

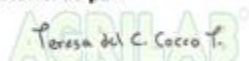
Anexo G. Primer análisis realizado al suelo tratado con compost de palma

Informe N°		17119-V2-2020		N° de Laboratorio		ASU-09283-2020	
INFORME DE RESULTADOS							
ÁREA DE ANÁLISIS DE SUELOS							
Información del Cliente							
Remitente	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.			Responsable	SR. MIGUEL HERNANDEZ		
Propietario	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.			email contacto	mahernandez@palmiagro.com		
Fecha Ingreso	17-06-2020			Fecha Emisión	06-07-2020		
Información de la Muestra enviada por el cliente							
Cultivo / Variedad	PALMA AFRICANA / DE ACEITE - NO ESPECIFICADO			Lote / Bloque	M3C		
Municipio/Departamento/Finca	TIBU - N. DE SANTANDER	VILLA TERESA	N° Contrato	N.A.			
Información adicional	NINGUNA			Condiciones recepción	CONFORME		
*ANÁLISIS CONVENCIONAL DE SUELO CAMPO							
Variable	Expresión / Sigla	Resultados	Unidades	Rango Medio		Extractante/Técnica/Referencia	
pH	pH	4.89	pH_unit	4.60	6.80	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory	
Conductividad Eléctrica	CE	0.67	dS/m	N.R.	N.R.	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory	
Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva	CICE	10.6	meq/100g	N.R.	N.R.	Cálculo	
Saturación de Humedad Media	N.A.	22.6	%	20.0	40.0	Pasta de saturación / Gravimétrico / USDA Salinity Laboratory	
Carbono Orgánico Oxidable	COOx	1.74	%	2.00	4.00	Sol. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5403 Walkley-Black	
Materia Orgánica	MO	3.00	%	N.R.	N.R.	Cálculo	
Nitrógeno Total	N Total	0.145	%	N.R.	N.R.	Cálculo	
Densidad Aparente	d.a.	1.32	g/cm3	N.R.	N.R.	Cálculo	
Determinación de Textura							
Árcilla	Tex.	40.0	%	Análisis directo / Método de Bouyoucos			
Arena	Tex.	46.0	%	Análisis directo / Método de Bouyoucos			
Limo	Tex.	14.0	%	Análisis directo / Método de Bouyoucos			
Textura	Tex.	Arcillo Arenoso	Adimensional	Análisis directo / Método de Bouyoucos			
Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia	
Potasio Intercambiable	K	126	0.322	0.30	0.60	Sol. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349	
Calcio Intercambiable	Ca	1280	6.36	3.00	6.00	Sol. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349	
Magnesio Intercambiable	Mg	310	2.55	1.5	3.0	Sol. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349	
Sodio Intercambiable	Na	38.0	0.165	0.04	0.48	Sol. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349	
Acidez Intercambiable	Ac. Inter.	105	1.16	0.20	0.40	Sol. KCl 1N / Volumétrico / NTC 5263	
Hierro	Fe	196	N.A.	N.R.	N.R.	Sol. Ácido Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526	
Manganeso	Mn	11.5	N.A.	N.R.	N.R.	Sol. Ácido Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526	
Cobre	Cu	1.33	N.A.	N.R.	N.R.	Sol. Ácido Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526	

Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Zinc	Zn	2.60	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich 1 / ICP-OES / NTC 5526
Boro	B	0.306	N.A.	0.50	1.00	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Colorimétrico / Método Interno
Fósforo	P	20.3	N.A.	15.0	30.0	Sin. Bray II / Colorimétrico / NTC 5350
Azufre	S	12.5	N.A.	30.0	60.0	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Turbidimétrico / Método Interno
RELACIONES MATEMÁTICAS						
Variable	Expresión	Resultado	Unidades	Extractante / Técnica / Referencia		
Saturación de Magnesio	Sat. Mg	24.1	%	Cálculo		
Saturación de Sodio	Sat. Na	1.56	%	Cálculo		
Saturación de Aluminio	Sat. Al	10.9	%	Cálculo		
Saturación de Potasio	Sat. K	3.04	%	Cálculo		
Saturación de Calcio	Sat. Ca	60.0	%	Cálculo		
Relación Calcio/Magnesio	Ca/Mg	2.49	Adimensional	Relación matemática		
Relación Calcio/Potasio	Ca/K	19.8	Adimensional	Relación matemática		
Relación Magnesio/Potasio	Mg/K	7.92	Adimensional	Relación matemática		
Relación (Ca+Mg)/K	(Ca+Mg)/K	27.7	Adimensional	Relación matemática		
Observaciones a los resultados:			Convenciones:			
Modificación de la V1 emitida el 6/07/2020 por corrección en la C.I.C.E			N.R. No registra / N.A. No Aplica / Sin. Solución / N.S. No Suministrada / N.D. No Detectado MVH Mineralización Vía Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente EAA Espectroscopia de Absorción Atómica / EAA Espectroscopia de Emisión Atómica			

---- Fin del Reporte de Resultados Analíticos ----

Autorizado por:



Teresa Cocco
Subgerente Técnica - Química - PQ 2155

Revisado por:



Adriana Navarro
Coordinador de Área-Lic. en Química-

---- Fin del Informe ----

Notas:

1. El presente informe registra solamente los resultados de las variables solicitadas por el cliente y corresponden exclusivamente a la muestra enviada y analizada en las fechas indicadas.
2. El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
3. El presente informe no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.
4. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión del presente informe de resultados.
5. AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. no presta los servicios de muestreo en campo, por lo tanto la idoneidad y representatividad de la muestra analizada y por ende de sus resultados, es responsabilidad del remitente de la misma.
6. En el caso de análisis subcontratados, AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista, siempre y cuando este haya sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
7. La verificación de resultados mediante ensayos de laboratorio, se realizará máximo 15 días hábiles luego de emitido el presente informe de resultados, siempre y cuando las condiciones de estabilidad del análisis en la muestra permitan su reproducibilidad.
8. Los valores de los Niveles Medios corresponden a los reportados en las siguientes referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1998), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A." Su interpretación y aplicación es responsabilidad del profesional de campo responsable de la muestra.
9. En Agrilab estamos interesados en la satisfacción de nuestros clientes. Para conocer sus Peticiones, Quejas, Reclamos o Sugerencias (PQRS) sobre los resultados emitidos y/o los servicios prestados, hemos dispuesto el siguiente correo electrónico: servicioalcliente@agrilab.com.co, por favor comuníquese con nosotros a través de este medio y con gusto le brindaremos una respuesta clara y oportuna a su solicitud.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 798 N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 745 4697 - 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

Enlace del documento:

<https://drive.google.com/file/d/1n1WeEBIjAahUkxcvFsraHJiIrrq4xhlej/view?usp=sharing>

Anexo H. Segundo análisis realizado suelo tratado con bovinaza



INFORME DE RESULTADOS

ÁREA DE ANÁLISIS DE SUELOS



Informe N°	31071-V1-2020		N° de Laboratorio	ASU-17334-2020		
Información del Cliente						
Remitente	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		Responsable	SR. MIGUEL HERNANDEZ		
Propietario	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		email contacto	mmahernandez@palmiagro.com		
Fecha Ingreso	29-09-2020		Fecha Emisión	15-10-2020		
Información de la Muestra enviada por el cliente						
Cultivo / Variedad	PALMA AFRICANA / DE ACEITE - NO ESPECIFICADO		Lote / Bloque	M2B		
Municipio/Departamento/Finca	TIBU - N. DE SANTANDER	VILLA TERESA	N° Contrato	N.A.		
Información adicional	NINGUNA		Condiciones recepción	CONFORME		
*ANÁLISIS CONVENCIONAL DE SUELO CAMPO						
Variable	Expresión /Sigla	Resultados	Unidades	Rango Medio		Extractante/Técnica/Referencia
pH	pH	4.80	pH_unit	4.60	6.80	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Conductividad Eléctrica	CE	0.47	dS/m	N.R.	N.R.	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva	CICE	9.77	meq/100g	N.R.	N.R.	Cálculo
Saturación de Humedad Media	N.A.	23.5	%	20.0	40.0	Pasta de saturación / Gravimétrico / USDA Salinity Laboratory
Carbono Orgánico Oxidable	COOx	1.73	%	2.00	4.00	Sin. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5403 Walkley-Black
Materia Orgánica	MO	2.98	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Nitrógeno Total	N Total	0.144	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Densidad Aparente	d.a.	1.31	g/cm3	N.R.	N.R.	Cálculo
Determinación de Textura						
Arcilla	Tex.	38.0	%	Análisis directo / Método de Bouyoucos		
Arena	Tex.	46.0	%	Análisis directo / Método de Bouyoucos		
Limo	Tex.	16.0	%	Análisis directo / Método de Bouyoucos		
Textura	Tex.	Arcillo Arenoso	Adimensional	Análisis directo / Método de Bouyoucos		
Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Potasio Intercambiable	K	198	0.506	0.30	0.60	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Calcio Intercambiable	Ca	1190	5.94	3.00	6.00	Sin. Acetato de Amonio / EAA / NTC 5349
Magnesio Intercambiable	Mg	300	2.47	1.5	3.0	Sin. Acetato de Amonio / EAA / NTC 5349
Sodio Intercambiable	Na	60.0	0.261	0.04	0.48	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Acidez Intercambiable	Ac. Inter.	53.4	0.593	0.20	0.40	Sin. KCl 1N / Volumétrico / NTC 5263
Hierro	Fe	262	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Manganeso	Mn	41.0	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Cobre	Cu	1.68	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526

Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Zinc	Zn	5.02	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Boro	B	0.536	N.A.	0.50	1.00	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Colorimétrico / Método Interno
Fósforo	P	49.5	N.A.	15.0	30.0	Sin. Bray II / Colorimétrico / NTC 5350
Azufre	S	17.3	N.A.	30.0	60.0	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Turbidimétrico / Método Interno
RELACIONES MATEMÁTICAS						
Variable	Expresión	Resultado	Unidades	Extractante / Técnica / Referencia		
Saturación de Magnesio	Sat. Mg	25.3	%	Cálculo		
Saturación de Sodio	Sat. Na	2.67	%	Cálculo		
Saturación de Aluminio	Sat. Al	6.07	%	Cálculo		
Saturación de Potasio	Sat. K	5.18	%	Cálculo		
Saturación de Calcio	Sat. Ca	60.8	%	Cálculo		
Relación Calcio/Magnesio	Ca/Mg	2.40	Adimensional	Relación matemática		
Relación Calcio/Potasio	Ca/K	11.7	Adimensional	Relación matemática		
Relación Magnesio/Potasio	Mg/K	4.88	Adimensional	Relación matemática		
Relación (Ca+Mg)/K	(Ca+Mg)/K	16.6	Adimensional	Relación matemática		
Observaciones a los resultados:			Convenciones:			
NINGUNO			N.R. No registra / N.A. No Aplica / Sin. Solución / N.S. No Suministrada / N.D.No Detectado MVH Mineralización Vía Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente EAA Espectroscopia de Absorción Atómica / EAA Espectroscopia de Emisión Atómica			

---- Fin del Reporte de Resultados Analíticos ----

Autorizado por:

Teresa Cocco
Subgerencia Técnica - Química - PQ 2155

Revisado por:

Adriana Navarro
Coordinador de Área-Lic. en Química-

---- Fin del Informe ----

Notas:

1. El presente informe registra fielmente los resultados de las variables solicitadas por el cliente y corresponden exclusivamente a la muestra enviada y analizada en las fechas indicadas.
2. El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
3. El presente informe no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.
4. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión del presente informe de resultados.
5. AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. no presta los servicios de muestreo en campo, por lo tanto la idoneidad y representatividad de la muestra analizada y por ende de sus resultados, es responsabilidad del remitente de la misma.
6. En el caso de análisis subcontratados, AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista, siempre y cuando este halla sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
7. La verificación de resultados mediante ensayos de laboratorio, se realizará máximo 15 días hábiles luego de emitido el presente informe de resultados, siempre y cuando las condiciones de estabilidad del análisis en la muestra permitan su reproducibilidad.
8. Los valores de los Niveles Medios corresponden a los reportados en las siguientes referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1998), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A." Su interpretación y aplicación es responsabilidad del profesional de campo responsable de la muestra.
9. En Agrilab estamos interesados en la satisfacción de nuestros clientes. Para conocer sus Peticiones, Quejas, Reclamos o Sugerencias (PQRS) sobre los resultados emitidos y/o los servicios prestados, hemos dispuesto el siguiente correo electrónico: servicioalcliente@agrilab.com.co, por favor comuníquese con nosotros a través de este medio y con gusto le brindaremos una respuesta clara y oportuna a su solicitud.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL

Calle 79B N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 745 4697 - 223 1999

Para Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

Enlace del documento:

https://drive.google.com/file/d/1yGbYO0LxD9IjO96w1QI6mEFl_62YICcx/view?usp=sharing

Anexo I. Segundo análisis realizado al suelo tratado con gallinaza



INFORME DE RESULTADOS

ÁREA DE ANÁLISIS DE SUELOS

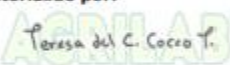


Informe N°	31070-V1-2020		N° de Laboratorio	ASU-17333-2020		
Información del Cliente						
Remitente	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		Responsable	SR. MIGUEL HERNANDEZ		
Propietario	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		email contacto	mmahernandez@palmiagro.com		
Fecha Ingreso	29-09-2020		Fecha Emisión	15-10-2020		
Información de la Muestra enviada por el cliente						
Cultivo / Variedad	PALMA AFRICANA / DE ACEITE - NO ESPECIFICADO		Lote / Bloque	M1G		
Municipio/Departamento/Finca	TIBU - N. DE SANTANDER	VILLA TERESA	N° Contrato	N.A.		
Información adicional	NINGUNA		Condiciones recepción	CONFORME		
*ANÁLISIS CONVENCIONAL DE SUELO CAMPO						
Variable	Expresión /Sigla	Resultados	Unidades	Rango Medio		Extractante/Técnica/Referencia
pH	pH	6.10	pH_unit	4.60	6.80	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Conductividad Eléctrica	CE	0.87	dS/m	N.R.	N.R.	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva	CICE	19.1	meq/100g	N.R.	N.R.	Cálculo
Saturación de Humedad Media	N.A.	27.5	%	20.0	40.0	Pasta de saturación / Gravimétrico / USDA Salinity Laboratory
Carbono Orgánico Oxidable	COOx	1.80	%	2.00	4.00	Sin. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5403 Walkley-Black
Materia Orgánica	MO	3.10	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Nitrógeno Total	N Total	0.150	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Densidad Aparente	d.a.	1.27	g/cm3	N.R.	N.R.	Cálculo
Determinación de Textura						
Arcilla	Tex.	46.0		%		Análisis directo / Método de Bouyoucos
Arena	Tex.	38.0		%		Análisis directo / Método de Bouyoucos
Limo	Tex.	16.0		%		Análisis directo / Método de Bouyoucos
Textura	Tex.	Arcilloso		Adimensional		Análisis directo / Método de Bouyoucos
Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Potasio Intercambiable	K	420	1.07	0.30	0.60	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Calcio Intercambiable	Ca	2700	13.5	3.00	6.00	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Magnesio Intercambiable	Mg	505	4.15	1.5	3.0	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Sodio Intercambiable	Na	78.0	0.339	0.04	0.48	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Acidez Intercambiable	Ac. Inter.	No Aplica.	No Aplica.	0.20	0.40	Sin. KCl 1N / Volumétrico / NTC 5263
Hierro	Fe	91.8	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Manganeso	Mn	45.9	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Cobre	Cu	1.38	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526

Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Zinc	Zn	15.8	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácido Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Boro	B	0.918	N.A.	0.50	1.00	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Colorimétrico / Método Interno
Fósforo	P	566	N.A.	15.0	30.0	Sin. Bray II / Colorimétrico / NTC 5350
Azufre	S	30.2	N.A.	30.0	60.0	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Turbidimétrico / Método Interno
RELACIONES MATEMÁTICAS						
Variable	Expresión	Resultado	Unidades		Extractante / Técnica / Referencia	
Saturación de Magnesio	Sat. Mg	21.7	%		Cálculo	
Saturación de Sodio	Sat. Na	1.77	%		Cálculo	
Saturación de Aluminio	Sat. Al	No Aplica.	%		Cálculo	
Saturación de Potasio	Sat. K	5.60	%		Cálculo	
Saturación de Calcio	Sat. Ca	70.7	%		Cálculo	
Relación Calcio/Magnesio	Ca/Mg	3.25	Adimensional		Relación matemática	
Relación Calcio/Potasio	Ca/K	12.6	Adimensional		Relación matemática	
Relación Magnesio/Potasio	Mg/K	3.88	Adimensional		Relación matemática	
Relación (Ca+Mg)/K	(Ca+Mg)/K	16.5	Adimensional		Relación matemática	
Observaciones a los resultados:			Convenciones:			
Prueba Positiva para Carbonatos			N.R. No registra / N.A. No Aplica / Sin. Solución / N.S. No Suministrada / N.D. No Detectado MVH Mineralización Vía Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente EAA Espectroscopia de Absorción Atómica / EAA Espectroscopia de Emisión Atómica			

---- Fin del Reporte de Resultados Analíticos ----

Autorizado por:


Teresa Cocco
Subgerencia Técnica - Química - PQ 2155

Revisado por:


Adriana Navarro
Coordinador de Área-Lic. en Química-

---- Fin del Informe ----

Notas:

1. El presente informe registra fielmente los resultados de las variables solicitadas por el cliente y corresponden exclusivamente a la muestra enviada y analizada en las fechas indicadas.
2. El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
3. El presente informe no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.
4. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión del presente informe de resultados.
5. AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. no presta los servicios de muestreo en campo, por lo tanto la idoneidad y representatividad de la muestra analizada y por ende de sus resultados, es responsabilidad del remitente de la misma.
6. En el caso de análisis subcontratados, AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista, siempre y cuando este haya sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
7. La verificación de resultados mediante ensayos de laboratorio, se realizará máximo 15 días hábiles luego de emitido el presente informe de resultados, siempre y cuando las condiciones de estabilidad del analito en la muestra permitan su reproducibilidad.
8. Los valores de los Niveles Medios corresponden a los reportados en las siguientes referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1998), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A." Su interpretación y aplicación es responsabilidad del profesional de campo responsable de la muestra.
9. En Agrilab estamos interesados en la satisfacción de nuestros clientes. Para conocer sus Peticiones, Quejas, Reclamos o Sugerencias (PQRS) sobre los resultados emitidos y/o los servicios prestados, hemos dispuesto el siguiente correo electrónico: servicioalcliente@agrifab.com.co, por favor comuníquese con nosotros a través de este medio y con gusto le brindaremos una respuesta clara y oportuna a su solicitud.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 79B N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 745 4697 - 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrifab.com.co
www.agrifab.com.co

Enlace del documento:

<https://drive.google.com/file/d/1WlzWhZY5vzhJQf27AAtFonsHnBpsk1sZ/view?usp=sharing>

Anexo J. Segundo análisis realizado al suelo tratado con compost de palma.



INFORME DE RESULTADOS



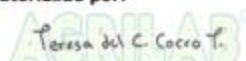
ÁREA DE ANÁLISIS DE SUELOS

Informe N°	31072-V1-2020		N° de Laboratorio	ASU-17335-2020		
Información del Cliente						
Remitente	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		Responsable	SR. MIGUEL HERNANDEZ		
Propietario	PALMIAGRO DEL NORTE S.A.S.		email contacto	mmahernandez@palmiagro.com		
Fecha Ingreso	29-09-2020		Fecha Emisión	15-10-2020		
Información de la Muestra enviada por el cliente						
Cultivo / Variedad	PALMA AFRICANA / DE ACEITE - NO ESPECIFICADO		Lote / Bloque	M3C		
Municipio/Departamento/Finca	TIBU - N. DE SANTANDER	VILLA TERESA	N° Contrato	N.A.		
Información adicional	NINGUNA		Condiciones recepción	CONFORME		
*ANÁLISIS CONVENCIONAL DE SUELO CAMPO						
Variable	Expresión / Sigla	Resultados	Unidades	Rango Medio		Extractante/Técnica/Referencia
pH	pH	4.97	pH_unit	4.60	6.80	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Conductividad Eléctrica	CE	0.44	dS/m	N.R.	N.R.	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva	CICE	12.4	meq/100g	N.R.	N.R.	Cálculo
Saturación de Humedad Media	N.A.	24.5	%	20.0	40.0	Pasta de saturación / Gravimétrico / USDA Salinity Laboratory
Carbono Orgánico Oxidable	COOx	1.84	%	2.00	4.00	Sin. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5403 Walkley-Black
Materia Orgánica	MO	3.17	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Nitrógeno Total	N Total	0.153	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Densidad Aparente	d.a.	1.27	g/cm3	N.R.	N.R.	Cálculo
Determinación de Textura						
Arcilla	Tex.	46.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Arena	Tex.	40.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Limo	Tex.	14.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Textura	Tex.	Arcilloso		Adimensional		Análisis directo / Método de Bouyoucos
Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Potasio Intercambiable	K	150	0.384	0.30	0.60	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Calcio Intercambiable	Ca	1720	8.58	3.00	6.00	Sin. Acetato de Amonio / EAA / NTC 5349
Magnesio Intercambiable	Mg	330	2.71	1.5	3.0	Sin. Acetato de Amonio / EAA / NTC 5349
Sodio Intercambiable	Na	66.0	0.287	0.04	0.48	Sin. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Acidez Intercambiable	Ac. Inter.	42.6	0.473	0.20	0.40	Sin. KCl 1N / Volumétrico / NTC 5263
Hierro	Fe	272	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Manganeso	Mn	18.7	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Cobre	Cu	1.66	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526

Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Zinc	Zn	4.81	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácida Mehlich I / ICP-OES / NTC 5526
Boro	B	0.484	N.A.	0.50	1.00	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Colorimétrico / Método Interno
Fósforo	P	18.2	N.A.	15.0	30.0	Sin. Bray II / Colorimétrico / NTC 5350
Azufre	S	12.1	N.A.	30.0	60.0	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Turbidimétrico / Método Interno
RELACIONES MATEMÁTICAS						
Variable	Expresión	Resultado	Unidades	Extractante / Técnica / Referencia		
Saturación de Magnesio	Sat. Mg	21.9	%	Cálculo		
Saturación de Sodio	Sat. Na	2.31	%	Cálculo		
Saturación de Aluminio	Sat. Al	3.81	%	Cálculo		
Saturación de Potasio	Sat. K	3.10	%	Cálculo		
Saturación de Calcio	Sat. Ca	69.2	%	Cálculo		
Relación Calcio/Magnesio	Ca/Mg	3.17	Adimensional	Relación matemática		
Relación Calcio/Potasio	Ca/K	22.3	Adimensional	Relación matemática		
Relación Magnesio/Potasio	Mg/K	7.06	Adimensional	Relación matemática		
Relación (Ca+Mg)/K	(Ca+Mg)/K	29.4	Adimensional	Relación matemática		
Observaciones a los resultados:			Convenciones:			
NINGUNO			N.R. No registra / N.A. No Aplica / Sin. Solución / N.S. No Suministrada / N.D.No Detectado MVH Mineralización Vía Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente EAA Espectroscopia de Absorción Atómica / EAA Espectroscopia de Emisión Atómica			

---- Fin del Reporte de Resultados Analíticos ----

Autorizado por:



Teresa Cocco
Subgerencia Técnica - Química - PQ 2155

Revisado por:



Adriana Navero
Coordinador de Área-Lic. en Química-

---- Fin del Informe ----

Notas:

1. El presente informe registra fielmente los resultados de las variables solicitadas por el cliente y corresponden exclusivamente a la muestra enviada y analizada en las fechas indicadas.
2. El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
3. El presente informe no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.
4. La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión del presente informe de resultados.
5. AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. no presta los servicios de muestreo en campo, por lo tanto la idoneidad y representatividad de la muestra analizada y por ende de sus resultados, es responsabilidad del remitente de la misma.
6. En el caso de análisis subcontratados, AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista, siempre y cuando este haya sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
7. La verificación de resultados mediante ensayos de laboratorio, se realizará máximo 15 días hábiles luego de emitido el presente informe de resultados, siempre y cuando las condiciones de estabilidad del análisis en la muestra permitan su reproducibilidad.
8. Los valores de los Niveles Medios corresponden a los reportados en las siguientes referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1998), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A." Su interpretación y aplicación es responsabilidad del profesional de campo responsable de la muestra.
9. En Agrilab estamos interesados en la satisfacción de nuestros clientes. Para conocer sus Peticiones, Quejas, Reclamos o Sugerencias (PQRS) sobre los resultados emitidos y/o los servicios prestados, hemos dispuesto el siguiente correo electrónico: servicioalcliente@agrilab.com.co, por favor comuníquese con nosotros a través de este medio y con gusto le brindaremos una respuesta clara y oportuna a su solicitud.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 79B N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 745 4697 - 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

Enlace del documento:

<https://drive.google.com/file/d/1qGcFQGFK2MkBL7OyF1Zh2PDppHXfKZeG/view?usp=sharing>

Anexo K. Marcación y georreferenciación de palmas



Fuente: López, S.A (2020).

Fase inicial de campo, Tibú, Norte de Santander.

Anexo L. Toma de muestra inicial

Fuente: Botello, R.D. (2020).
Fase inicial de campo, Tibú, Norte de Santander.

Anexo M. Recepción del material orgánico



Fuente: López, S.A (2020).
Fase inicial de campo, Tibú, Norte de Santander.

Anexo N. Transporte del material



Fuente: López, S.A (2020).
Fase inicial de campo, Tibú, Norte de Santander.

Anexo O. Primera aplicación del material orgánico



Fuente: Pineda, J. (2020).
Fase inicial de campo, Tibú, Norte de Santander.

Anexo P. Primera toma de muestra



Fuente: López, S.A (2020).
Segunda fase de campo, Tibú, Norte de Santander.

Anexo Q. Segunda aplicación del material orgánico



Fuente: Pineda, J. (2020).
Segunda fase de campo, Tibú, Norte de Santander.

Anexo R. Segunda toma de muestra



Fuente: López, S.A (2020).
Segunda fase de campo, Tibú, Norte de Santander.

Anexo S. Procesamiento de las muestras



Fuente: López, S.A (2020).
Segunda fase de campo, Tibú, Norte de Santander.

Anexo T. Monitoreo de las aplicaciones



Fuente: López, S.A (2020).
Fase de revisión, Tibú, Norte de Santander.

Anexo U. Seguimiento a la emisión de raíces



Fuente: Botello, R.D. (2020).
Fase de revisión, Tibú, Norte de Santander.