



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como
requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq*) En simbiosis con microorganismos eficientes del suelo”

AUTOR:

Yandri Javier Paredes Morante

TUTOR:

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc

Babahoyo-Los Ríos-Ecuador

2019



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la facultad,
como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) En simbiosis con microorganismos eficientes del suelo”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Rosa Elena Guillen Mora, Mg.Ing.Agric.

PRESIDENTA

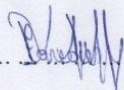
Mg. Ing. Agric. Yary Gilberto Ruiz Parrales, MAE

VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agro. Luis Enrique Sánchez Jaime, Msc

VOCAL PRINCIPAL

*Las investigaciones, resultados,
conclusiones y recomendaciones del
presente trabajo experimental son de
exclusiva responsabilidad del autor:*



.....
Yandri Javier Paredes Morante

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por hacer realidad cada de mi metas y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi padre Enrique Paredes Pinargote por los ejemplos de perseverancia, constancia y trabajo que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado que con esfuerzo y trabajo para salir adelante y por su apoyo que me ha mostrado cada día de mi vida.

A mi madre Lucia Morante Mora por haberme apoyado en cada día de mi formación académica, por sus detalles, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi novia y amiga Nathaly Chávez R quien me apoyo en los momentos difíciles y alentó para continuar y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier instante.

A mis hermanos Jeniffer Paredes M y Gilson Paredes M por ser de Gram apoyo y fuerza de motivación en los momentos más necesarios.

A mis sobrinos Bryce Chávez P Y Mía Chávez P por ser de gran fuerza de motivación de salir adelante cada día en mi formación académica, gracias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme sabiduría, salud y bendiciones diarias en la culminación de un peldaño más en mi vida.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, por haberme instruido profesionalmente, en cuyas aulas crecimos en conocimientos y los maestros que nos dieron todo de sí para que crezcamos en conocimientos.

Gracias a mis queridos padres: Enrique Paredes Pinargote y lucia Morante Mora , por su amor y apoyo incondicional brindado en el transcurso de mi carrera, gracias también por su persistencia y ayuda incondicional a seguir adelante en mis estudios , comprensión y sabios consejos que me han permitido alcanzar mis metas.

Agradezco a mi querida novia Nathaly Chaves R, por su apoyo incondicional en todo el transcurso de mis estudios por estar siempre a mi lado haciéndome sentir seguro de mí mismo.

Agradezco a mis hermanos/as, sobrinos y toda mi familia Paredes y Morante que de una u otra manera me han apoyado y fueron de motivación de ser un gran profesional.

Agradezco al Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc , Director de tesis y gran persona por la orientación y dirección acertada en la ejecución de este proyecto que ha permitido que concluya satisfactoriamente con mis estudios superiores

Agradezco al Ing. Eduardo Colina por compartir sus conocimientos, apoyo ofrecido en este trabajo y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional; al Ing. Marlon Pasos por brindar sus experiencias y conocimiento profesional y su tiempo compartido.

Agradezco al Sr Remigio Zapata Q y Sr Gladys Bonilla B por su apoyo incondicional y estar dispuesto en ayudarme en todo momento de mi carrera.

Agradezco a la Sr Carmen Rodríguez C y toda la familia chaves R por su apoyo y palabras de aliento en el desarrollo de mis estudios y formación de mi vida.

Finalmente, a mis amigos Dayana Zapata B, Alexandra Fuente L, Leonardo Amaiquema R y Holger Guanuchi C y compañeros de Agro M01 que estuvieron presente en todo momento ayudándome de una u otra manera en el proceso de formación en las aulas de la UTB , gracias por contar con ustedes, hermano/as y colega.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1.1 General:..... | 3 |
| 1.1.2 Específicos:..... | 3 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| 2.1 Origen de la palma aceitera..... | 4 |
| 2.2 Historia del cultivo de Palma Africana en el Ecuador | 4 |
| 2.3 Taxonomía..... | 4 |
| 2.4 Morfología | 5 |
| 2.4.1 Raíz | 5 |
| 2.4.2 Tallo | 5 |
| 2.4.3 Hojas | 6 |
| 2.4.4 Inflorescencias | 6 |
| 2.4.5 Fruto y Racimos..... | 7 |
| 2.5 Requerimientos agrícolas de la palma africana..... | 7 |
| 2.6 Previvero | 8 |
| 2.7 Germinación de semillas | 9 |
| 2.8 Microorganismos del suelo | 9 |
| 2.9 Interacciones entre microorganismos y plantas | 9 |
| 2.10 Efectos de las raíces en las poblaciones de microorganismos | 10 |
| 2.11 Rizobacterias | 10 |
| 2.12 Productos..... | 11 |
| 2.12.1 Productos comerciales a base de Azotobacter | 11 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 15 |
| 3.1 Características del sitio experimental..... | 15 |
| 3.2 Material de siembra..... | 15 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.3 | Material de laboratorio y campo | 16 |
| 3.4 | Factores a estudiar | 16 |
| 3.5 | Métodos..... | 16 |
| 3.6 | Tratamientos en estudio | 17 |
| 3.7 | Diseño experimental..... | 17 |
| 3.7.1 | Análisis de varianza..... | 17 |
| 3.7.2 | Características del área experimental | 18 |
| 3.8 | Manejo del ensayo..... | 18 |
| 3.8.1 | Análisis microbiológico del suelo | 18 |
| 3.8.2 | Instalación de Previvero | 18 |
| 3.8.3 | Preparación de sustrato | 19 |
| 3.8.4 | Llenado de fundas y siembra | 19 |
| 3.8.5 | Riegos | 19 |
| 3.8.6 | Control de malezas | 20 |
| 3.8.7 | Fertilización | 20 |
| 3.8.8 | Control de insectos plagas y enfermedades | 20 |
| 3.9 | Datos a evaluar | 20 |
| 3.9.1 | Altura de planta a los 30, 60, 90 días después de la siembra..... | 20 |
| 3.9.2 | Longitud radicular 90 días después de la siembra. | 21 |
| 3.9.3 | Diámetro de tallo (Estipe)..... | 21 |
| 3.9.4 | Número de hojas emitidas por planta. | 21 |
| 3.9.5 | Área foliar efectiva. | 21 |
| 3.9.6 | Porcentaje de colonización. | 21 |
| 3.9.7 | Conteo de esporas. | 22 |
| 3.9.8 | Densidad de endófito. | 22 |
| 3.9.9 | Análisis económico..... | 23 |
| IV. | RESULTADOS | 23 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1 Altura de planta..... | 23 |
| 4.2 Longitud radicular..... | 25 |
| 4.3 Diámetro de tallo..... | 26 |
| 4.4 Número de hojas emitidas por planta..... | 27 |
| 4.5 Área foliar efectiva..... | 28 |
| 4.6 Porcentaje de colonización..... | 30 |
| 4.7 Conteo de esporas..... | 31 |
| 4.8 Densidad de endófito..... | 33 |
| 4.9 Análisis económico..... | 35 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 37 |
| VI. RESUMEN | 38 |
| VII. SUMMARY | 39 |
| VIII. BIBLIOGRAFÍA | 40 |
| IX. ANEXOS..... | 43 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1 tratamiento estudiados en el ensayo,"comportamiento agronómico de plántulas aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en simbiosis con microorganismo eficientes del suelo" | 17 |
| Cuadro 2 Análisis de varianza..... | 17 |
| Cuadro 3 Características del área experimental | 18 |
| Cuadro 4 Altura de las planta a los 30,60 y 90 días después de la siembra al "comportamiento agronómico de las plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.)En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo" | 24 |
| Cuadro 5 longitud radicular a los 90 días resultado del "comportamiento agronómico de plántulas aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo".... | 25 |
| Cuadro 6 de diámetro del tallo a los 30, 60,90 días que obtuve como resultado de “comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.)En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo" | 26 |
| Cuadro 7 de numero de hojas emitidas a los 30,60y 90 días resultado del "comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo" | 27 |
| Cuadro 8 de área foliar efectiva a los 30,60 y 90 días resultado del "comportamiento agronómico de plántulas (Elaeis guineensis Jacq.)En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo" | 29 |
| Cuadro 9 porcentaje de colonización del “comportamiento agronómico de plántulas aceitera (Elaeis guineensis Jacq.)En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo" | 30 |
| Cuadro 10 de conteo de esporas en muestras del suelo del "comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq) en simbiosis con microorganismos eficientes del suelo" | 31 |
| Cuadro 11 análisis poblacional de bacterias del sustrato del " comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq) en simbiosis con microorganismos eficientes del suelo" | 32 |
| Cuadro 12 de densidad de endófito del "comportamiento agronómico de las plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq) en simbiosis con mioorganismo eficientes del suelo" | 33 |
| Cuadro 13 Análisis Económico por tratamiento del "comportamiento agronómico de las plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq) en simbiosis con microorganismo eficientes del suelo"..... | 35 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1 Fuente: porcentaje de colonización de "comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo" 31

Grafico 2 de densidad de endófito del "comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en simbiosis con microorganismo eficientes del suelo" 34

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | |
|--|----|
| Imagen 1 construcción del área experimental | 49 |
| Imagen 2 Estacion experimental lista para la implantación del pre vivero..... | 49 |
| Imagen 3 elaboración del sustrato | 50 |
| Imagen 4 toma de muestra de suelo para análisis inicial | 50 |
| Imagen 5 llenado de fundas para el previvero..... | 51 |
| Imagen 6 ubicación de fundas y latillas para la identificación de los tratamiento..... | 51 |
| Imagen 7 materia vegetal para la siembra | 52 |
| Imagen 8 productos para la aplicación de los tratamientos | 52 |
| Imagen 9 siembra de las semilla de palma aceitera | 53 |
| Imagen 10 pesa de la micorriza en la balanza gramera | 53 |
| Imagen 11 aplicación de micorriza..... | 54 |
| Imagen 12 aplicaciones de azotobacter y azospirillium..... | 55 |
| Imagen 13 evaluación de diámetro del tallo | 55 |
| Imagen 14 evaluación del área foliar efectiva..... | 56 |
| Imagen 15 evaluación de la longitud radicular..... | 56 |
| Imagen 16 muestra de suelo para análisis finales | 57 |
| Imagen 17 Revisión de tesis de grado..... | 57 |

I. INTRODUCCIÓN

La palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq.*) constituye la principal fuente de aceite comestible a nivel mundial sobre todo en mercados en desarrollo, siendo consumido como por más del 70 % de la población mundial.

En el Ecuador, el cultivo de la palma aceitera, tiene gran importancia económica dentro de la producción agrícola del país, con una superficie sembrada de 248,199 hectáreas. La importancia del sector agropecuario en el país se debe principalmente a tres aspectos; primero, por su representatividad en el PIB, que según datos estadísticos muestra un crecimiento importante del 7,88 %, segundo por constituir una fuente de divisas a través de la exportación de productos, y finalmente por constituir la base de la política de soberanía (INEN,2011)

“El 87.1% de los palmicultores son dueños de pequeñas áreas de cultivo con plantaciones menores a 50 hectáreas”(Censo Palmero, 2005) lo que refleja el enorme impacto social del cultivo. El cultivo de este fruto es de gran importancia, ya que sirve de materia prima en la elaboración de varios productos. Su aceite se utiliza en la elaboración de grasas comestibles, industria de los cosméticos e higiene así como de biocombustibles.

Entender los ciclos de nutrientes, el origen de los mismos y la dinámica en los procesos productivos, hace factible diseñar alternativas de manejo que mantengan la productividad del suelo o del cultivo, así como lograr un mejoramiento progresivo de las condiciones básicas de la producción.

Actualmente existen gran número de reportes que incentivan el uso de microorganismos, especialmente aquellos que puedan fijar nutrientes que sean de un costo energético alto y por ende disminuir su uso, ayudando al manejo sostenible de las plantaciones.

Todas estas situaciones han generado el planteamiento de estrategias dentro de las que se encuentran el uso de microorganismos benéficos del suelo para estimular el crecimiento vegetal. Dentro de los microorganismos de mayor uso se destacan los Hongos

Micorrízicos Arbusculares (HMA), que son microorganismos del suelo que forman una asociación simbiótica mutualista con aproximadamente un 80% de las plantas terrestres.

Los HMA son mediadores biológicos de la nutrición vegetal capaz de aprovechar más eficientemente el fósforo (P) del suelo, razón por la cual no es sustituto sino complementario del fertilizante químico por tanto la aplicación de estos en forma combinada reducen las dosis requeridas de este último, manteniendo el mismo efecto.

Dentro de estos biofertilizantes también se encuentran las bacterias del género *Azotobacter*, las cuales están presentes en el suelo y al encontrarse en elevadas poblaciones en el agro ecosistema se asocian al sistema radical de algunas especies vegetales y ocasionan una aceleración del desarrollo y un aumento del rendimiento en los cultivos fundamentalmente a su capacidad de sintetiza sustancias biológicamente activas como auxinas, citoquininas, giberelinas, aminoácidos y vitaminas.

Esta propiedad unida a la función de fijar el nitrógeno atmosférico, ha despertado el interés de numerosos investigadores por elevar el valor de poblaciones autóctonas de cada suelo. Las rizobacterias, son bacterias solubilizadoras de una gran diversidad de nutrientes, con una alta capacidad, de colonizar las raíces de las plantas produciendo fitohormonas como giberelinas que inducen a la germinación de las semillas y controlan el crecimiento vegetal, citoquininas que fomentan y favorecen el crecimiento de las yemas laterales, auxinas que son sustancias promotoras del crecimiento vegetal. Estos microorganismos se caracterizan por aumentar la captación de nutrientes.

Por esta razón el objetivo de este trabajo de investigación es evaluar la respuesta de las micorrizas y bacterias biofertilizantes en plántulas de palma de aceite en etapa de pre vivero.

Objetivos.

1.1.1 General:

- Evaluar el comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq*) en simbiosis con microorganismos eficientes del suelo.

1.1.2 Específicos:

- determinar la respuesta agronómica de las plántulas a la aplicación de diferentes microorganismos.
- Identificar el tratamiento más influyente sobre el desarrollo de las plántulas de palma.
- Analizar el costo de producción por tratamiento.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Origen de la palma aceitera

Chávez (2001) indica que la palma aceitera *Elaeis guineensis Jacq*, es originaria de África occidental, de ella ya se obtenía aceite hace 5 milenios, especialmente en la Guinea Occidental, de allí pasa a América introducida después de los viajes de Colón, y en épocas más recientes fue introducida a Asia desde América. Su cultivo es de gran importancia económica, provee la mayor cantidad de aceite de palma y sus derivados a nivel mundial.

2.2 Historia del cultivo de Palma Africana en el Ecuador

Según ANCUPA (S.F.) en el Ecuador los primeros cultivos de palma aceitera datan del año 1952, el señor Lee Hines importó las primeras semillas de palma desde Honduras, las que fueron traídas de Sumatra. Este, a su vez, entregó las semillas a los hermanos Scott. Han pasado más de 6 décadas desde que dos visionarios introdujeron las primeras semillas para la siembra de 50 has. de cultivo de palma aceitera.

2.3 Taxonomía

Cortes (2009) indica que la palma aceitera es una planta perenne, cultivada para la extracción de aceite. La especie de palma tiene tres variedades: Dura, pisifera y tenera. De ellas la variedad tenera es la que se utiliza comercialmente para la extracción del aceite y es un cruce entre las otras dos variedades (Dura y pisifera).

- División = Fanerógamas
- Tipo = Angiosperma
- Clave = Monocotiledóneas
- Orden = Palmales
- Familia = Palmaceae
- Tribu = Coccoinea
- Género = *Elaeis*
- Especie = *guineensis* y *oleífera*

2.4 Morfología

2.4.1 Raíz

(Ortiz y Fernandez,1994) citado por (Martinez,2014) mencionan que la parte inferior del tallo de la palma aceitera es una estructura cónica de la cual surgen hasta 10 000 raíces primarias. Estas raíces miden entre 5 y 10 mm de diámetro y pueden alcanzar hasta 20 m de longitud. Las raíces primarias crecen hacia abajo o se distribuyen de manera más o menos horizontal y cumplen básicamente una función de anclaje.

Los autores antes mencionados indican que las raíces primarias dan origen a las secundarias, que miden entre 2 y 5 mm de diámetro y pocos metros de longitud; éstas dan origen a las terciarias, de 1 a 2 mm de diámetro y hasta 15 cm de longitud; también existen raíces cuaternarias muy pequeñas. En general, estas raíces cumplen funciones de absorción de agua y nutrientes.

2.4.2 Tallo

Según Ortiz y Fernández (1994) Durante los primeros tres años de edad, el estipe se caracteriza por su forma de cono invertido, de cuyo ápice brotan las hojas y, de la base, numerosas raíces adventicias. A partir de esa edad el tronco se alarga conforme emergen las hojas y puede alcanzar entre 15 y 20 m de alto, con un diámetro que oscila entre 30 y 50 cm. La palma aceitera posee un solo punto de crecimiento o meristemo apical que se encuentra en la parte central del tronco. El meristemo apical llega a producir de 30 a 40 hojas nuevas por año.

Las principales funciones del tronco son:

- Soporte hojas e inflorescencia
- Almacenamiento y transporte de agua y nutrientes
- Almacenamiento de carbohidratos y minerales.

2.4.3 Hojas

Ortiz y Fernández (1994) indican que el follaje se forma a partir de los primordios foliares localizados en la parte superior del estipe, del que nacen hojas e inflorescencias. El estipe de una palma adulta en condiciones normales posee entre 30 y 40 hojas, las cuales pueden alcanzar entre 5 y 7 m de longitud y pesan de 5 a 8 kilogramos.

La filotaxia o arreglo de las hojas en el estipe es muy importante en el cultivo de palma aceitera. Las hojas están dispuestas en dos espirales, una que corre de derecha a izquierda, en la cual hay ocho hojas colocadas entre la que está en la misma línea vertical; y, otra de izquierda a derecha, con cinco hojas intermedias. Los primordios foliares están separados uno del otro en la espiral genética por un ángulo de divergencia de aproximadamente 137.5 grados. Dentro de una misma planta este ángulo está dirigido consistentemente hacia la izquierda o hacia la derecha del primordio previo.

Cada hoja madura está compuesta de un raquis, foliolos lineales y espinas. La parte proximal del raquis se ensancha en el pseudo tallo y se conoce como pecíolo y es ahí donde aparece la mayor parte de las espinas. La producción de hojas tiene gran importancia para determinar el rendimiento de fruta a corto plazo. A cada hoja le corresponde una inflorescencia cuyo tamaño y desarrollo depende del estado de la planta.

2.4.4 Inflorescencias

Según IICA (1983) La palma africana es una especie alogama, monoica, con inflorescencia axilares unicelulares. Las primeras inflorescencias aparecen aproximadamente a los 2 años, a partir de esa edad hay una inflorescencia por cada hoja, que se abre; produce inflorescencia de uno u otro sexo por periodos alternados; variados periodos de pocos meses a 2 años.

La inflorescencia pistilica es un racimo globoso que alcanza originalmente una longitud de 30cm, cubierta al principio de 2 etapas coriácea y protegidas en la base por 5 a 10 diez branquias duras y puntiagudas que llegan a medir hasta 15cm de largo. El racimo

es sostenido pedúnculo corto y fuerte, y lleva en el centro un raquis esférico, en el que van insertadas numerosas ramillas o espigas cada una con varias flores.

La inflorescencia estaminada está formado por un eje central erecto y delgado que sale en numerosas ramillas o espigas llamadas dedos. Estas son cilíndricas y largas, de 5 a 20 cm de longitud que terminan en un ápice duro y punteado.

En general una inflorescencia femenina puede tener de 2000 a 2500 flores pistiladas de las cuales de 1000 a 1500 llegan a convertirse en fruto. La inflorescencia masculina produce abundante polen de 25 a 30 gramos por inflorescencia.

2.4.5 Fruto y Racimos

Según Technoserve (2007) el fruto es una drupa sésil cuya forma varía desde casi esférica a ovoide o alargada y un poco más gruesa en el ápice, su longitud varía desde 2-5 centímetros, el pericarpio del fruto consta del exocarpio exterior o piel, el mesocarpio o pulpa y el endocarpio o cuesco.

Raygada (2005) indica que los frutos se agrupan en racimos y cada fruto desarrollado puede adoptar distintas formas dependiendo de la posición que ocupe en el mismo, Su coloración exterior varía de negro a rojo. Un racimo presenta de peso medio unos 25 kilos y cada fruto pesa unos 10 gramos. La cantidad media de frutos por racimo es de 1000-3000 frutos por racimo.

2.5 Requerimientos agrícolas de la palma africana

Según Iniap (s.f.) lo requerimiento requerimientos agrícolas de la palma africana son :

Topografía: Terrenos planos, pendientes suaves, regulares o ligeramente ondulado (máximo 12 %).

Textura: Franco, limoso, Franco arcilloso (< 35 % de arcilla), Franco arcilloso limoso, Franco arcilloso arenoso, Franco arcilloso (< 35 %), Arcilloso, Arcilloso arenoso, Arcilloso limoso.

Requerimiento hídrico: El requerimiento anual de agua está en el rango de los 2400 a 3000 mm anuales mm.

Heliofania: Requiere aproximadamente 1.400 hora/año.

PH: 5,6 – 6,5 (moderado a ligeramente ácido) a 6,5 - 7,5 (prácticamente neutro).

2.6 Previvero

Según IICA (2006) el pre vivero, se usan bolsas de polietileno de 15 x 23 cm que se llenan con 1,6 kg de suelo rico en materia orgánica. Las semillas germinadas se siembran a profundidad de 1 a 2 cm. Las bolsas se colocan sobre el suelo nivelado y limpio, una a continuación de otra, en surcos de 10 bolsas de ancho y del largo que se quiera. Deben colocarse palos horizontales en todo el perímetro de la era de bolsitas, para sostenerlas. Aquí permanecen las plántulas de cuatro a cinco meses.

CIRAD (2008) manifiesta que el pre vivero corresponde al cultivo de la palma joven durante los 3 a 4 meses aproximados que siguen a la germinación. En el curso de este período, la plántula joven pasa por las siguientes etapas:

- La semilla germinada es trasplantada con una plúmula y una radícula;
- Las dos primeras hojas y unas raíces adventicias están emitidas durante el primer mes;
- Un mes después del trasplante, aparece la primera hoja lanceolada, así como la primera raíz primaria.
- A los 4 meses, la plántula presenta 3 o 4 hojas con limbo lanceolado. El sistema radicular está bien desarrollado con raíces primarias, secundarias y terciarias. Es en este estado que la plántula se vuelve totalmente autótrofa (autónoma) y está lista para ser trasplantada en bolsa de vivero.

2.7 Germinación de semillas

Según Raygada (2005) la germinación de la semilla de palma africana no es una operación difícil, pero requiere de cierta práctica y cuidado para obtener un buen porcentaje de germinación. Por estar cubierta la semilla de un cusco duro, la germinación en platabandas en plena tierra, demora de cinco a ocho meses y el porcentaje de semillas germinadas en el mejor de los casos llega al 60 %.

Se consigue acortar el tiempo de germinación sometiendo a las semillas a un proceso equilibrado de los tres siguientes factores: temperatura de 38 a 40 grados 20 centígrados, humedad de 18 % y una aireación conveniente. Cuando reúnen estas tres condiciones se puede obtener del 80 al 90 % de germinación de un período de 90 a 120 días.

2.8 Microorganismos del suelo

Toro (2005) indica que los microorganismos le dan al suelo las características de ser vivo las plantas no podrían sobrevivir sin la presencia de microorganismos en el suelo, es más, algunas de ellas han realizado simbiosis mutualistas que han evolucionado por millones de años.

Según Dossier (s.f.) la mayor concentración de microorganismos se encuentra en la zona cercana a las raíces en lo que se conoce como rizosfera. Las raíces corresponden a una biomasa de 5 a 6 Tm por hectárea en un campo cultivado. Su actividad bioquímica produce unos exudados radiculares, que contienen, según las especies vegetales, entre el 10 y el 50 % de la energía fijada por fotosíntesis. Estos exudados ricos en compuestos carbonatados sirven de alimento a los microbios de la rizosfera que, a cambio, proporcionan minerales que necesita la planta.

2.9 Interacciones entre microorganismos y plantas

Atlas y Bartha (2001) indica que las raíces de las plantas son unos hábitats propicios para el desarrollo de microorganismos. Son muchas y muy variadas las

poblaciones microbianas que se encuentran asociadas a las raíces de las plantas. Las interacciones entre los microorganismos del suelo y las raíces de las plantas satisfacen requerimientos nutritivos básicos para la planta y para las comunidades microbianas asociadas a ella. Esto se evidencia por el elevado número de microorganismos que se hallan en el rizoplano.

2.10 Efectos de las raíces en las poblaciones de microorganismos

Según Taiz y Zeiger (2006) la estructura del sistema radical contribuye a establecer la población microbiana en la rizosfera. Las interacciones entre las raíces y los microorganismos de la rizosfera se basan principalmente en la modificación interactiva del ambiente del suelo por procesos como: captación de agua por la planta, liberación de compuestos orgánicos al suelo por las raíces, producción microbiana de factores de crecimiento vegetal, captura de nutrientes minerales por parte de los microorganismos.

2.11 Rizobacterias

Según Curl (1982) la rizosfera está formada por una estrecha zona del suelo sometida a la influencia de las raíces vivas, influencia que se manifiesta mediante la exudación de sustancias que fomentan o inhiben la actividad microbiana. El rizoplano se refiere a la superficie misma de las raíces, que representa una base nutritiva favorable para numerosas especies de bacterias y hongos. En ocasiones se hace referencia a ambas zonas conjuntamente bajo el término de interfase suelo-raíz.

Intagri (2013) nos indica que Las bacterias promotoras de crecimiento en las plantas (PGPR), son un grupo de diferentes microorganismos que pueden incrementar el crecimiento y la productividad vegetal, los géneros más conocidos y utilizados en la agricultura son: *Rhizobium*, *Pseudomonas*, y *Azospirillum*, *Actinoplanes*, *Agrobacterium*, *Azobacter*, *Bacillus*.

Según Hernández (2003) las rizobacteria son importante para las plantas, ya que al asociarse con ellas les permiten, por una parte, aumentar su crecimiento y desarrollo y, por otra, las protegen contra otros organismos del suelo que causan enfermedades.

Ecológicamente, a esta relación benéfica entre las bacterias y las plantas se le denomina “mutualismo”, el cual se define como la condición en la que dos seres vivos de diversas especies viven juntos habitualmente (pero no necesariamente), con beneficio recíproco para el hospedero (planta) y el simbiote (bacteria).

2.12 Productos

2.12.1 Productos comerciales a base de Azotobacter

Euroagro (2013) indica que Microazot contiene *azotobacter*, que es una bacteria cuya principal característica consiste en la fijación del nitrógeno presente en la atmósfera, de manera que quede accesible para la planta, lo que significa un aporte natural de nitrógeno. Se trata de un preparado acuoso elaborado a base de cepas aisladas y seleccionadas del género *Azotobacter* y *Clostridium* en distintas proporciones. Ambos microorganismos contribuyen entre otras cosas a la fijación de nitrógeno y a la asimilación de nutrientes como el fósforo y actúan estimulando el crecimiento de las plantas por la excreción de fito reguladores. Las características del Microazot hacen que se pueda sustituir al nitrógeno químico (Amoniaco, Urea, etc.) a un menor coste y sin ningún tipo de reducción en la producción, con la ventaja de trabajar tanto en condiciones anaerobias, como en 20 condiciones aerobias. Microazot permite la fijación de nitrógeno y además durante el curso de crecimiento del *Azotobacter* se solubilizan fosfatos, se secretan sustancias promotoras del crecimiento (auxinas, giberelinas, cito quininas), vitaminas del grupo B y metabolitos con acción fungicida, los cuales benefician a la planta de una forma multidimensional.

Intagri S.C. (2007) Corroborar que las bacterias fijadoras de nitrógeno que se desarrollan de forma natural en el suelo, representan un biofertilizante ecológico y se dividen en dos grupos: Las simbióticas, como *Rhizobium*, específicas de las leguminosas y las libres, que viven en el suelo y no necesitan a la planta para su reproducción, como *Azotobacter* y *Azospirillum*. Las bacterias libres fijadoras de nitrógeno, en poblaciones adecuadas y en ciertos cultivos de baja demanda, pueden sustituir la aplicación de nitrógeno sintético (urea, amoníaco, nitratos) sin merma en la producción y a menor coste.

Según González et al (2012) Las bacterias del género *Azotobacter* han sido utilizadas extensamente en la producción agrícola mundial, ya que le aportan a las plantas hasta el 50 % de sus necesidades de nitrógeno mediante la fijación asociativa del elemento que llevan a cabo a partir de la atmósfera, además de suministrarles sustancias activas estimuladoras del desarrollo vegetal.

Espín (s.f) *Azotobacter* fija nitrógeno en aerobiosis gracias a que posee un sistema bien integrado de protección de su nitrogenasa que comprende: protección conformacional, protección respiratoria, autoprotección y otros cambios morfológicos y fisiológicos que le permiten crecer diazotróficamente en condiciones totalmente aeróbicas.

2.12.2 Productos comerciales a base de *Azospirillum*

Agrodiagnostic (2016) indica que Azospitic contiene *Azospirillum spp.* Bacteria fijadora de nitrógeno atmosférico de vida libre asociada a la parte radicular de las plantas. La fijación de nitrógeno la realiza por medio del incremento de la actividad de la enzima nitrato reductasa. Puede sustituir al fertilizante nitrogenado en un 25% cuando su uso es frecuente, además se han reportado otros beneficios con el uso de esta bacteria, ya que es considerada como promotora de crecimiento vegetal al producir diferentes sustancias como auxinas, ácido indol acético, lo que aumenta el número de raicillas secundarias y pelos radicales, promueve el crecimiento y diferenciación celular y por lo tanto aumenta el crecimiento en longitud de la planta, estimulan el crecimiento y maduración de los frutos, floración y geotropismo. Aumenta el rendimiento del cultivo en un 20 %.

Según Euroagro (2013) *Azospirillum* es una bacteria muy común. Se encuentra en el suelo alrededor de las raíces de la planta y de la superficie de la misma. Fija el nitrógeno atmosférico, cuando se agrega al suelo se multiplica en millones y puede proveer 20-40 kilogramos de nitrógeno por hectárea en cada ciclo. También promueve el crecimiento que proviene de sustancias como el ácido acético del indol (IAA), las giberelinas, ayuda también a la correcta formación de raíces principales y secundarias.

Caballero (s. f.) Indica que la inoculación de diversas plantas con *Azospirillum* ha mostrado que los principales sitios de colonización son las áreas de elongación celular y las

bases de los pelos radicales. Sólo algunas células de *Azospirillum* llegan a adherirse a la cofia o a los pelos radicales. Sin embargo, fue observada la presencia de *Azospirillum* dentro del mucigel que se acumula en la cofia.

Cruz-Arévalo et al (2018) recomiendan la utilización de los biofertilizantes a base de *Azospirillum* brasiliense como complemento de un equilibrado programa nutricional.

Según Agromeat (2014) una de las principales características de la *Azospirillum* bacteria que ayuda a la sanidad vegetal es su capacidad para ser capaz de producir los reguladores de crecimiento de plantas.

2.12.3 Productos comerciales a base de micorrizas

Ferbiohux (2019) indica que Huxtable Micorriza ®, La Micorriza es un producto biológico, 100 por ciento natural y ecológico, que mejora significativamente el crecimiento de las plantas. La función de este hongo benéfico del suelo, que vive en simbiosis o convivencia mutua con las raíces de las plantas, es conducir agua, macro y micro elementos hacia la raíz, y a cambio recibe carbohidratos para continuar con su vida.

Es una arcilla expandida con inclusiones de raíces finas con unidades de infección (esporas / hifas) de hongos micorrizas arbusculares, tropicales identificados como: nva, ecm, etm, acr; provenientes de los árboles de los tipos: yalte, copal, sangre de gallina, chanul y otros, provenientes del bosque tropical ecuatoriano.

Las micorriza VMA (vesicular-Arbuscular-Micorrizas) penetran por un lado y por otro pueblan el suelo en forma abundante, aumentando significativamente el contacto indirecto de la raíces con el suelo. La superficie de absorción por agua, macro y micro elementos, en especial el fosforo, se ve incrementado en forma decisiva, causando así mayor crecimiento de las plantas.

Según Villavicencio (2004) el hongo ayuda a la planta a tomar los nutrientes del suelo y la planta brinda a esta protección y alimento. El termino micorriza viene del latín MICO: hongo y RHIZA: raíz.

Según Camargo-Recalde et al (2012) en esta asociación, la planta le proporciona al hongo carbohidratos (azúcares, producto de su fotosíntesis) y un micro hábitat para completar su ciclo de vida; mientras que el hongo, a su vez, le permite a la planta una mejor captación de agua y nutrimentos minerales con baja disponibilidad en el suelo principalmente fósforo.

Agrodominicano (2009) indica que las micorrizas cumplen una función esencial en el ecosistema terrestre, desempeñando una serie de funciones esenciales para la salud de muchas plantas y cultivos. Y es que la función del hongo es colonizar biotróficamente la corteza de una raíz determinada, sin causarle daño alguno, sino que se integra llegando a formar parte de ella. A su vez, el hongo también coloniza el suelo que rodea la raíz mediante su micelio externo, de manera que ayuda al huésped a adquirir nutrientes minerales y agua. Por su parte, la planta proporciona al hongo compuestos carbonados que proceden de la fotosíntesis. Por este motivo, las micorrizas desarrollan un papel fundamental en el desarrollo y mantenimiento de muchos ecosistemas, por lo que se pueden encontrar en todos los suelos y en todos los climas terrestres.

El mismo autor indica que los beneficios de la micorriza son:

- La raíz micorrizada explora un volumen de suelo hasta 40 veces mayor.
- Tiene un efecto protectante contra patógenos.
- Facilita y favorece la absorción de macro y micronutrientes, por lo que mejora el estado nutricional y la producción de la planta.
- Se asocia con el 96% de los cultivos.
- Aumenta el desarrollo radicular.
- Se complementa con abonos orgánicos e inorgánicos.
- Es amigable con el medio ambiente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Características del sitio experimental

El trabajo experimental se realizó en los terrenos de la finca “Los Zapatas y Bonilla” propiedad del Sr. Alberto Zapata, ubicado en el recinto El Cisne en el cantón Montalvo 1,5 km de vía El Tambo. Las coordenadas UTM son 692487.34 E y 9799905.49 N, con una altura de 40 msnm.

Según INAMHI (2017) la zona presenta un clima tropical, según la clasificación de HOLDRIBGE es un bosque húmedo tropical, con temperatura anual de 25,7 °C, una precipitación de 1. 845 mm/año, humedad relativa de 76 % y 804,7 horas de heliofanía de promedio anual.

3.2 Material de siembra

CIRAD (2016) Se utilizó como material vegetal la variedad de palma “CIRAD” tipo Deli x La Me, que presenta las siguientes características.

Ciclo vegetativo: 20 años

Altura de planta: 25-28 m

Promedio de crecimiento en altura anual: 46 a 50 cm

Producción total de aceite: (T/ha/año): 8,4 T

Producción de racimos en la edad adulta (T/ha/año) 7 años: 30-32T

Entrada a cosecha: 24 meses

3.3 Material de laboratorio y campo

- Análisis microbiológico del suelo
- Sustrato
- Fundad no degradables con fuelles y 4 perforaciones
- Saran 75 %
- Caña guadua
- Cinta métrica
- Semillas deli x lame
- Bacteria *azotobacter*
- Bacteria *azospirillum*
- Hongo micorriza
- Calibrador

3.4 Factores a estudiar

Variable dependiente: comportamiento agronómico de las plántulas de palma aceitera.

Variable independiente: dosis de aplicación de micorrizas, *Azospirillum* y *Azobacter* en palma aceitera.

3.5 Métodos

En la presente investigación se emplearán los siguientes métodos:

Deductivo - inductivo,

Inductivo – deductivo y

Experimental.

3.6 Tratamientos en estudio

Los tratamientos se describen a continuación:

Cuadro 1 tratamiento estudiados en el ensayo, "comportamiento agronómico de plántulas aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en simbiosis con microorganismo eficientes del suelo"

| Tratamiento | Bacteria <i>Azotobacter</i> | Bacteria <i>Azospirillum</i> | Hongo Micorrizas |
|-------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| | l/ha | | g/ha |
| T1 | 1 | 1 | 330 |
| T2 | 1 | 1 | |
| T3 | 1 | | |
| T4 | | 1 | 330 |
| T5 | 1 | | 330 |
| T6 | | 1 | |
| T7 | | | 330 |
| T8 | Testigo absoluto | | |

3.7 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloques completamente al azar, con 8 tratamientos, 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.7.1 Análisis de varianza

Cuadro 2 Análisis de varianza

| Fuente de variación | Grados de libertad |
|---------------------|--------------------|
| Tratamiento | 7 |

| | |
|--------------------|----|
| Repeticiones | 2 |
| Error experimental | 14 |
| Total | 23 |

3.7.2 Características del área experimental

Cuadro 3 Características del área experimental

| Descripción | Dimensión |
|----------------------------|------------------------|
| Ancho de pre vivero | : 3,9 m |
| Longitud de pre vivero | : 7,6 m |
| Área total del experimento | : 29,64 m ² |
| Plantas totales | : 250 |

3.8 Manejo del ensayo

Para la realización del presente trabajo experimental se hicieron todas las labores culturales para la correcta respuesta de las plántulas de palma aceitera.

3.8.1 Análisis microbiológico del suelo

Previo a la siembra se realizó el análisis de *azotobacter*, *azospirillum* y micorriza antes de aplicar los tratamientos en el área experimental y al finalizar el ciclo del cultivo se tomó muestras de suelo, con la finalidad de determinar la Densidad de endófito, porcentaje de colonización y conteo poblacional y comparar con el análisis anterior. Y concretar si presentó un incremento o reducción de microorganismo y esporas micorrizas viables.

3.8.2 Instalación de Previvero

La instalación del previvero se realizó un cerramiento con puntales de caña guadua, en la parte superior se colocó un sarán con 75 % de luminosidad. En las paredes laterales

también se cerró con malla de sarán. El espaciamiento entre cada bloque es de 1 m que facilitó el trabajo de manejo agronómico.

El distanciamiento que se escogió entre los tratamientos fue de 50 cm. Cada tratamiento estuvo conformado por 10 fundas de color negro, plástico no reciclado con perforaciones de 0.5 cm, para escurrir los excesos de agua y con un tamaño de 15 cm x 13 cm de ancho y largo.

3.8.3 Preparación de sustrato

El sustrato se preparó de manera separada colocando 5 partes de tierra textura franca, 3 de tierra de sembrado de hojarasca de guaba, 1 parte de tamo de arroz descompuesto y 1 de arena, mezcla utilizada en el sector.

Se realizó la homogenización de los materiales (tierra, tamo de arroz y arena) se utilizó una pala metálica, colocando las cantidades antes señaladas, proceso que se ejecutó con la cobertura del sarán.

3.8.4 Llenado de fundas y siembra

Según CIRAD (2008) Para el llenado de fundas se emplearon una pala de jardinera y se completó el volumen de manera manual hasta el borde de la funda. Luego se compactó con ligeros golpes para evitar bolsas de aire y todo el material se llenó en seco para evitar que las fundas queden mal proporcionadas. Posteriormente se procedió a regar para que el aire existente disminuya y se comprima el sustrato. Realizada esta labor se colocaron la semilla de palma evitando que las mismas queden muy apretadas por el sustrato, “la semilla germinada fue trasplantada con una plúmula y una radícula. En el centro de cada bolsa se realizó un hueco de 2 a 3 cm de profundidad, en cual se colocó la semilla en el fondo, con la radícula hacia abajo y se cubre con 1 cm de tierra como máximo”

3.8.5 Riegos

Se realizó según las necesidades hídricas que las plántulas necesitan. El riego se efectuó de manera localizada 500 cc de agua por planta con frecuencia de riego de cada cuatro días.

3.8.6 Control de malezas

El control de malezas en las fundas se realizara en forma manual una vez por semana. En los espacios entre parcelas y entre tratamientos se utilizó un control mecánico con rabón.

3.8.7 Fertilización

La fertilización foliar se inició entre los 20 y 30 días de sembradas las semillas, hasta aproximadamente los tres meses, utilizando productos específicos para esta fase, donde:

- Se aplicó hasta los 30 días: 1 g/L de agua del fertilizante compuesto N15-P15-K6-Mg4, aplicándolo cada 8 días. De 30 a 60 días: 2 g/L y de 60 a 90 días: 3 g/L del mismo producto.
- A partir de los 60 días se alternó esta aplicación con urea al 46 %, en dosis de 1 g/L de agua, y después de los 90 días: 4 g/L del mismo producto.
- Posteriormente, a los tres meses, la fertilización se realizó al suelo en forma adecuada, lo cual repercute positivamente, asegurando el potencial de desarrollo y rendimiento de la planta por un mayor período.

3.8.8 Control de insectos plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades se realizó un monitoreo, mediante observación y no presento umbrales económicos mayores al daño, por el motivo de que no se aplicó ningún insecticida en el área de ensayo.

3.9 Datos a evaluar

Se evaluaron los datos siguientes:

3.9.1 Altura de planta a los 30, 60, 90 días después de la siembra

Se tomó la altura desde el cuello de la raíz hasta el ápice o punto de crecimiento

vegetativo, a partir de los 30 días después de la siembra en 10 plantas. Posteriormente se midió de forma mensual hasta los 90 días, después de la siembra, el valor se expresó en cm.

3.9.2 Longitud radicular 90 días después de la siembra.

A los 90 días después de la siembra se seleccionaron 10 plantas por tratamiento a las cuales se extrajo de su funda y se procederá a medir su longitud radicular en cm, desde el cuello de la raíz hasta la punta de la cofia en su extremo. Para evitar daños en la misma se extrajo con cuidado y posteriormente el lave con agua para quitar residuos de suelo.

3.9.3 Diámetro de tallo (Estipe).

Se tomó en el tercio medio de la planta a partir de los 30 días después de la siembra. Posteriormente se evaluó mensualmente hasta los 90 días después de la siembra, en 10 plantas al azar por tratamiento. Para el efecto se utilizó un calibrador, expresando el valor obtenido en milímetro.

3.9.4 Número de hojas emitidas por planta.

Se contabilizaron el total de hojas emergidas en 10 plantas escogidas al azar, para lo cual se sumara el número de hojas completamente abiertas desde la siembra hasta los 90 días después del mismo, en todos los tratamientos.

3.9.5 Área foliar efectiva.

Se tomó medida desde el peciolo de salida de la hoja hasta la yema apical de la misma en 10 plantas al azar por tratamiento, multiplicando por el ancho de la misma y sumando el total de hojas. Se contaron mensualmente hasta los 90 días después de la siembra y se expresó en cm².

3.9.6 Porcentaje de colonización.

Latacela-Colina et al (2017) Está definido con el crecimiento de la planta

micorrizadas contra plantas no micorrizadas a determinado proceso de inoculación, para el efecto se utilizó la siguiente fórmula.

$$DM = (M - NM) / NM \times 100$$

M: Crecimiento de la planta tratada

NM: Crecimiento de la planta no tratada.

3.9.7 conteo de esporas.

Para determinar de la población de esporas micorrízicas de suelo, se empleó el método de “tamizado en húmedo y decantación” de Gerdemann y Nicolson (1963), se expresó en g/100 gss (gramos de suelo seco). El método se detalla a continuación:

1. Se tomó una muestra de un kilogramo de suelo de los sitios de muestreo. Se secó a 17 °C durante 5 días.
2. Se tamizo el suelo para liberar materiales extraños (piedras, arenas), se mezcla y se toma 50 g de suelo.
3. En 500 ml de agua corriente se licua el suelo por espacio de 5 segundos y se deja reposar por 30 segundos, repitiendo la operación 3 veces.
4. Se pasa esta suspensión a través de tres tamices en serie de 0,425 – 0,25 y 0,045 mm. En este último se recoge el suelo limoso, mediante un chorro de agua que pasa el papel de filtro
5. De la cantidad de suelo obtenido se toma un gramo de suelo el cual se repartirá en 4 tubos de ensayo, se adiciono 300 ml de agua destilada y se centrifuga a 250 revoluciones por minuto durante 5 minutos.
6. La suspensión se pasara por un papel filtro y se observara en el estereoscopio para realizar la respectiva lectura.

3.9.8 Densidad de endófito.

Para determinar el nivel de endófito se utilizó una escala de 0 a 5, según la metodología de Herrera (1993), donde:

Categoría 1, para raíces con pequeños arbusculos (1-30 %) y puntos de colonización ampliamente separados.

Categoría 2, para colonizaciones mayores (30-45 %) más uniformemente distribuidas en la raíz, pero poco arbusculos y vesículas.

Categoría 3, cuando las raíces son abundantes y uniformemente colonizadas (50-75 %) con arbusculos o vesículas.

Categoría 4, cuando las raíces son muy abundantes y colonizadas casi totalmente (75-95 %), con arbusculos y vesículas.

Categoría 5, cuando las raíces son muy abundantes y totalmente colonizadas (100 %) de arbusculos y vesículas.

3.9.9 Análisis económico.

Se realizó según el costo de los tratamientos y el beneficio por crecimiento acelerado para venta de las plantas de vivero por unidad.

IV. RESULTADOS

4.1 Altura de planta.

En el cuadro 4 se presentó el promedio de altura de planta encontradas a los 30,60 y 90 días después de la implementación del vivero. Se presentó alta significancia estadística en todas las evaluaciones realizadas con coeficientes de variación de 2,03; 2,18; 2,96 %, respetivamente.

A los 30 días de la implementación del pre vivero se encontró las alturas superiores cuando se aplicó *Azotobacter*+ *Azospirillum*+ Micorrizas (7,95 cm) el cual fue estadísticamente superior al tratamiento de *Azotobacter*+ *Azospirillum* (7,81cm) y superiores a los otros tratamientos estudiados. La menor altura se observó en el testigo absoluto (6,82 cm).

Los valores obtenidos a los 60 días se observó que el tratamiento *Azotobacter* + *Azospirillum* + Micorrizas (12,57 cm) y *Azotobacter* + *Azospirillum* (12,50 cm) fueron

estadísticamente iguales y superiores a los otros tratamiento estudiados. La menor altura se apreció el tratamiento de *Azospirillum* + Micorrizas (9,63 cm).

A los 90 días se obtuvo como resultado de mayor altura de planta con el tratamiento con Micorrizas (15,41cm) que estadísticamente es superior a los tratamientos con *Azotobacter* + *Azospirillum* (14,84 cm) y con *Azospirillum* (14,78 cm) que son estadísticamente iguales y superiores a los otros tratamientos estudiados. La menor altura se obtuvo en el tratamiento con *Azotobacter* (11,85 cm).

Cuadro 4 Altura de las planta a los 30,60 y 90 días después de la siembra al "comportamiento agronómico de las plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.)En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo"

| Tratamientos | altura de planta en cm d.d.i | | |
|---|------------------------------|---------|----------|
| | 30 | 60 | 90 |
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 7,95 a | 12,57 a | 13,95 bc |
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> | 7,81 ab | 12,50 a | 14,84 ab |
| <i>Azotobacter</i> | 7,70 abc | 10,88 b | 11,85 d |
| <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 7,36 c | 9,63 c | 12,18 d |
| <i>Azotobacter</i> + Micorrizas | 7,66 abc | 11,07 b | 12,97 cd |
| <i>Azospirillum</i> | 7,78 abc | 10,87 b | 14,78 ab |
| Micorrizas | 7,49 ba | 11,15 b | 15,41 a |
| testigo absoluto | 6,82 d | 10,67 b | 13,70 bc |
| Promedio | 7,57 | 11,16 | 13,71 |
| significancia estadística | ** | ** | ** |
| Coefficiente de variación % | 2,03 | 2,18 | 2,96 |

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

d.d.i: días después de la implantación del previvero

** Alta significancia

4.2 Longitud radicular.

El cuadro 5, muestra los promedios de longitud radicular obtenidos del ensayo a los 90 días. Se obtuvo alta significancia estadística al 5 % siendo el coeficiente de variación de 8,66 %.

Se obtuvo la mayor longitud radicular con la aplicación del tratamiento de *Azotobacter* + *Azospirillum* + Micorrizas (30,50 cm) siendo estadísticamente superior al tratamiento con Micorrizas (28,80 cm) que son estadísticamente superiores a lo demás tratamiento estudiados, el testigo absoluto presento la menor longitud radicular (20,67 cm) siendo inferior a todos lo tratamiento estudiados.

Cuadro 5 longitud radicular a los 90 días resultado del "comportamiento agronómico de plántulas aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo"

| Tratamientos | Longitud Radicular cm |
|---|-----------------------|
| | 90 |
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 30,50 a |
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> | 23,33 b c d |
| <i>Azotobacter</i> | 26,00 a b c d |
| <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 20,67 d |
| <i>Azotobacter</i> + Micorrizas | 27,33 a b c |
| <i>Azospirillum</i> | 22,00 c d |
| Micorrizas | 28,80 a b |
| testigo absoluto | 20,67 d |
| Promedio | 24,91 |
| significancia estadística | ** |
| Coeficiente de variación % | 8,66 |

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

** Alta significancia

4.3 Diámetro de tallo

En el cuadro 6 presenta los promedios de diámetro del tallo, obtenidos a los 30, 60, y 90 días después de la implementación del pre vivero, con el coeficiente de variación 2,97; 2,88; 2,57 % respetivamente, obteniendo una alta significancia en los tratamientos.

Los valores obtenidos a los 30 días dieron como resultado un mayor diámetro con el tratamiento de micorrizas (4,90 mm) que es estadísticamente mayor que el tratamiento *Azotobacter* + *Azospirillum* + Micorrizas (4,60mm) que presentaron los promedio más altos que los demás tratamiento estudiados, teniendo con el valor más bajo al tratamiento de *Azospirillum* + Micorrizas (4,07 mm).

La evaluación realizada a los 60 días se obtuvo como resultado de mayor diámetro del tallo con el tratamiento de *Azotobacter* (6,27mm) siendo estadísticamente igual al tratamiento de Micorrizas (6,27mm) que es estadísticamente de mayor diámetro al tratamiento de *Azotobacter* + Micorrizas (6,17 mm) siendo superior a los demás tratamientos estudiados, se obtuvo el diámetro más bajo en el testigo absoluto (5,30 mm).

Los promedios a los 90 días se observa que el tratamiento de Micorrizas (7,93 mm) presento estadísticamente el mayor diámetro del tallo, que el tratamiento *Azotobacter* + *Azospirillum* + Micorrizas (7,87 mm). Siendo estadísticamente mayor que los demás tratamientos estudiados, teniendo el valor más bajo al testigo absoluto con (7,10mm).

Cuadro 6 de diámetro del tallo a los 30, 60,90 días que obtuve como resultado de "comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.)En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo"

| Tratamientos | diámetro de tallo en mm d.d.i | | |
|---|-------------------------------|------------|------------|
| | 30 | 60 | 90 |
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 4,60 a b | 5,90 a b c | 7,87 a b |
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> | 4,47 b c | 5,73 b c d | 7,57 a b c |
| <i>Azotobacter</i> | 4,30 b c d | 6,27 a | 7,50 a b c |
| <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 4,07 d | 5,60 c d | 7,63 a b c |
| <i>Azotobacter</i> + Micorrizas | 4,10 c d | 6,17 a b | 7,57 a b c |

| | | | |
|-----------------------------|------------|------------|----------|
| <i>Azospirillum</i> | 4,17 c d | 5,90 a b c | 7,33 b c |
| Micorrizas | 4,90 a | 6,27 a | 7,93 a |
| testigo absoluto | 4,33 b c d | 5,30 d | 7,10 c |
| Promedio | 4,36 | 5,89 | 7,56 |
| significancia estadística | ** | ** | ** |
| Coefficiente de variación % | 2,97 | 2,88 | 2,57 |

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

d.d.i: días después de la implantación del previvero

** Alta significancia

4.4 Número de hojas emitidas por planta.

En el cuadro 7 se presentan los promedios del número de hojas emitidas por plántulas, emitidas en cada tratamientos del ensayo a los 30,60 y 90 días. No se presentó significancia a los 30 días de la implementación del ensayo. A los 60y 90 días se presentó alta significancia en los tratamientos; con el coeficiente de variación 6,35; 2,91; 2,48 % respetivamente.

Para los valores obtenidos a los 30 días dieron como resultados que todos los tratamientos no presentaron significancia, porque se obtuvo en todos los tratamiento similitud estadística en número de hojas emitidas en todos el ensayo.

A los 60 días con la aplicación del tratamiento de *Azospirillum* (3,50 hojas) presento la mayor cantidad de hojas funcionales, siendo estadísticamente superior al tratamiento con *Azotobacter* + Micorrizas (3,33 hojas), y similar al tratamiento con micorrizas (3,33 hojas) siendo estadísticamente superior a los demás tratamiento. El testigo absoluto (2,87 hojas) presento el menor número de hojas siendo inferior a los demás.

Los promedios obtenidos a los 90 días se determinó que el tratamiento con *Azotobacter* + *Azospirillum* + Micorrizas (4,03 hojas) y Micorrizas (4,00 hojas), siendo estadísticamente iguales y superiores al tratamientos con *Azospirillum* (3,83 hojas) que son estadísticamente superiores a los demás tratamiento. Siendo el tratamiento con *Azospirillum* + Micorrizas (3,23hojas) que él fue inferior a los demás.

Cuadro 7 de numero de hojas emitidas a los 30,60y 90 días resultado del "comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo"

| Tratamientos | Numero de Hojas Emitidas d.d.i | | |
|---|--------------------------------|----------|----------|
| | 30 | 60 | 90 |
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 1,70 | 3,27 a b | 4,03 a |
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> | 1,50 | 3,13 b c | 3,73 b |
| <i>Azotobacter</i> | 1,43 | 3,23 a b | 3,63 b |
| <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 1,43 | 2,87 c | 3,23 c |
| <i>Azotobacter</i> + Micorrizas | 1,50 | 3,33 a b | 3,30 c |
| <i>Azospirillum</i> | 1,57 | 3,50 a | 3,83 a b |
| Micorrizas | 1,50 | 3,33 a b | 4,00 a |
| testigo absoluto | 1,47 | 2,87 c | 3,37 c |
| Promedio | 1,51 | 3,19 | 3,64 |
| significancia estadística | NS | ** | ** |
| Coefficiente de variación % | 6,35 | 2,91 | 2,48 |

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

d.d.i: días después de la implantación del previvero

** Alta significancia

NS: no significante

4.5 Área foliar efectiva.

En el cuadro 8 presenta los promedio de área foliar efectiva en cada tratamientos a los 30,60 y 90 días, presento una alta significancia estadística en todo lo tratamiento, los coeficientes de variación fueron 7,71; 4,62; 3,38 %; respetivamente.

Los valores obtenidos a los 30 días, se obtuvo la mayor área foliar efectiva cuando se utilizó el tratamiento con *Azotobacter* + *Azospirillum* + Micorrizas (11,54 cm²) que presento el promedio estadísticamente más alto que el tratamiento con *Azotobacter* + *Azospirillum* (10,09 cm²) que son estadísticamente superiores a los demás tratamiento. El testigo absoluto (6,23 cm²) mostro la menor área foliar efectiva.

Para los valores que se obtuvieron a los 60 días, después de la implementación del pre vivero se pudo observar que el tratamiento con *Azotobacter* + Micorrizas (84,20 cm²) y *Azotobacter* + *Azospirillum* + Micorrizas (81,50 cm²) siendo estadísticamente superior a los demás tratamiento estudiados, siendo el testigo absoluto (68,63 cm²) con menor área foliar efectiva.

Se observó a los 90 días que los tratamientos con *Azotobacter* + *Azospirillum* + Micorrizas (202,06 cm²) y Micorrizas (198,50 cm²) que fueron superiormente significativo a los demás tratamiento estudiados. Siendo el tratamiento con *Azospirillum* + Micorrizas (154,92 cm²) con menos área foliar efectiva.

Cuadro 8 de área foliar efectiva a los 30,60 y 90 días resultado del "comportamiento agronómico de plántulas (*Elaeis guineensis* Jacq.)En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo"

| Tratamientos | Área foliar en cm ² d.d.i | | |
|---|--------------------------------------|----------|-----------|
| | 30 | 60 | 90 |
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 11,54 a | 81,50 a | 202,06 a |
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> | 10,09 ab | 75,90 ab | 158,96 c |
| <i>Azotobacter</i> | 9,03bc | 77,88 ab | 170,83 bc |
| <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 9,00 bc | 75,83 ab | 154,92 c |
| <i>Azotobacter</i> + Micorrizas | 10,04 ab | 84,20 a | 175,37 b |
| <i>Azospirillum</i> | 9,29 bc | 74,56 ab | 102,86 d |
| Micorrizas | 7,43 cd | 77,92 ab | 198,50 a |
| testigo absoluto | 6,23 d | 68,63 b | 166,48 bc |
| Promedio | 9,08 | 77,05 | 166,24 |
| significancia estadística | ** | ** | ** |
| Coficiente de variación % | 7,71 | 4,62 | 3,38 |

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

d.d.i: días después de la implantación del previvero

** Alta significancia

4.6 Porcentaje de colonización.

En el cuadro 9 se presenta el porcentaje de colonización de los tratamientos que se aplicó micorriza, se obtuvo alta porcentaje de colonización en los tratamientos asociados con *azotobacter* y *azospirillum*.

El mayor porcentaje de colonización se obtuvo en el tratamiento asociado con *Azotobacter* + *Azospirillum* + Micorrizas con dosis de (330g) fue de 96,34 %, mientras que el tratamiento con *Azospirillum* + Micorrizas con dosis de (330g) obtuvo un porcentaje de 95,11 % siendo inferior al tratamiento Antes mencionado y superiores a los demás tratamiento que se aplicó micorrizas, siendo el tratamiento con solo micorriza con dosis de (330g) inferior a todos los demás con un porcentaje de 41,00 %.

Cuadro 9 porcentaje de colonización del “comportamiento agronómico de plántulas aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.)En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo”

| tratamiento | Dosis de Micorriza | Colonización (%) |
|---|---------------------------|-------------------------|
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 330g | 96,34 |
| <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 330g | 95,11 |
| <i>Azotobacter</i> + Micorrizas | 330g | 91,45 |
| Micorrizas | 330g | 41,00 |

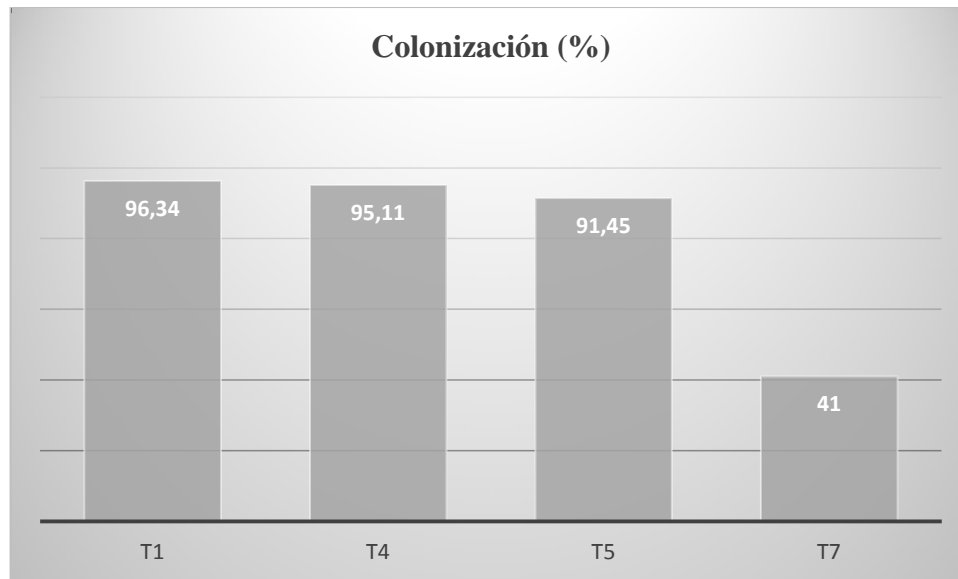


Grafico 1 porcentaje de colonización de "comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq.*) En simbiosis con microorganismo eficientes del suelo"

Elaborado por: Yandri paredes

Años: 2019

4.7 Conteo de esporas.

En el Cuadro 10, se observan los resultados del conteo de esporas por tratamiento previo a la siembra y a los 3 meses de haber concluido el ciclo del previvero.

De acuerdo a los resultados obtenidos de conteo de esporas en el sustrato en la fase de previvero del cultivo de palma aceitera que se realizó en Agrodiagnostic S.A, el mayor número de esporas fue en el tratamiento con Micorrizas (330g/h) con 1314 esporas viables siendo superior al tratamiento asociado con *Azotobacter* + *Azospirillum* + Micorrizas (330g/h) con 1091 esporas viables siendo inferior al tratamiento antes nombrado.

Cabe recalcar de acuerdo al análisis realizado al sustrato previo a la siembra de las plántulas de palma aceitera se encontraban presente 623 esporas de micorriza de tipo *Glomus* de color amarillas.

Cuadro 10 de conteo de esporas en muestras del suelo del "comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq*) en simbiosis con microorganismos eficientes del suelo"

| Tratamientos | Dosis/ha | Morfoespecies Sugeridas | Esporas viables /100 gss* | Coloración |
|---|------------|--|---------------------------|-------------------------------------|
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 1L+1L+330g | <i>Glomus, Acaulospora</i> | 1,091 | amarilla, café claro |
| Micorrizas | 330g | <i>Glomus</i> , <i>Acaulospora, Gigaspora</i> | 1,314 | hialina, amarilla ,café claro |
| Muestra inicial | | <i>Glomus</i> | 623 | amarilla |

El cuadro 11 se observan los resultados de análisis poblacional de bacterias que realizo al sustrato previo a la siembra y a los 3 meses de haber concluido el ciclo del previvero.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis poblacionales de bacterias que se realizó al sustrato en la fase de previvero del cultivo de palma aceitera a los 3 meses que se realizó en Agrodiagnostic S.A, se obtuvo de *Azospirillum* 13,398.000 unidad formadoras de colonias (ufc) y de *Azotobacter* 10,679.040 unidad formadoras de colonias (ufc).

Cabe recalcar de acuerdo al análisis realizado al sustrato previo a la siembra de las plántulas de palma aceitera se entraban presente 9,179.100 unidad formadoras de colonias (ufc) de *Azospirillum* y 8,346.540 unidad formadoras de colonias (ufc) de *azotobacter*.

Cuadro 11 análisis poblacional de bacterias del sustrato del " comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq*) en simbiosis con microorganismos eficientes del suelo"

| | Tratamientos | Dosis/ha | Especie Sugerida | UFC/gss |
|-----------------|---------------------|----------|----------------------------|------------|
| Muestra final | <i>Azospirillum</i> | 1L | <i>brasilensis albino</i> | 13,398.000 |
| | <i>Azotobacter</i> | 1L | <i>chorochocum ecuador</i> | 10,679.040 |
| Muestra inicial | <i>Azospirillum</i> | | <i>brasilensis albino</i> | 9,179.100 |
| | <i>Azotobacter</i> | | <i>chorochocum ecuador</i> | 8,346.540 |

4.8 Densidad de endófito.

En el cuadro 12 se observan los resultados de densidad de endófito obtenidos por tratamiento a los 3 meses de haber concluido el ciclo del previvero.

De acuerdo a los resultados obtenidos de densidad de endófito realizado en las raíces en la fase de previvero del cultivo de palma aceitera que se realizó en Agrodiagnostic S.A, el tratamiento con *Azotobacter* + *Azospirillum* + Micorrizas (330g/h) presento 17,05 densidad de endofito siendo este el supero al tratamiento con *Azospirillum* + Micorrizas (330g/h) 15,61 de densidad de endofito, siendo estos tratamiento mayor a los demás tratamiento estudiados. El tratamiento con Micorrizas (330g/h) presento la menor densidad de endofito con 7,71.

Cuadro 12 de densidad de endófito del "comportamiento agronómico de las plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en simbiosis con microorganismo eficientes del suelo"

| Tratamiento | Densidad de endófito | Observaciones |
|---|----------------------|---------------|
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 17,05 | Raíces Media |
| <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 15,61 | Raíces Media |
| <i>Azotobacter</i> + Micorrizas | 14,49 | Raíces Media |
| Micorrizas | 7,71 | Raíces Cortas |

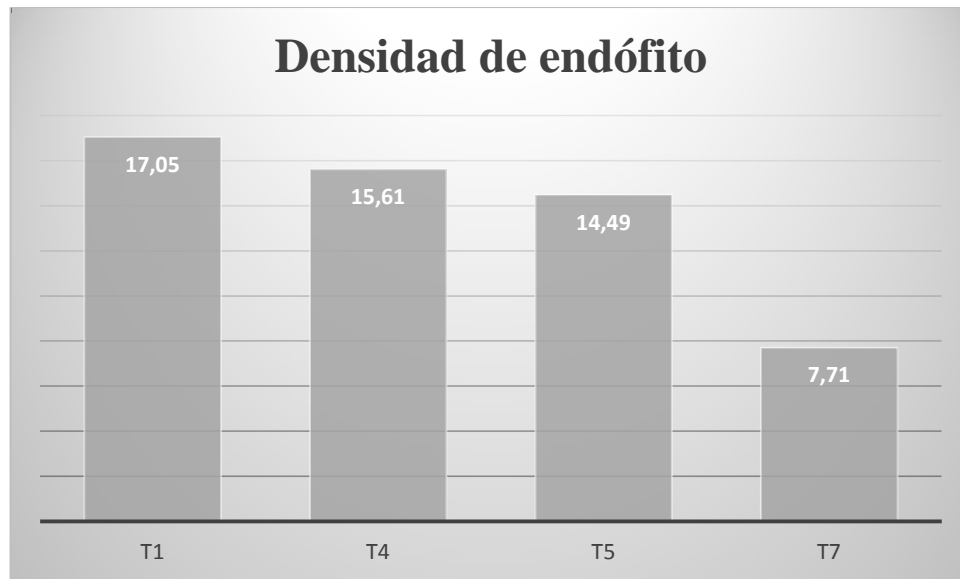


Grafico 2 de densidad de endófito del "comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en simbiosis con microorganismo eficientes del suelo"
Elaborado por: Yandri Paredes
Años: 2019

4.9 Análisis económico.

Cuadro 13 Análisis Económico por tratamiento del "comportamiento agronómico de las plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en simbiosis con microorganismo eficientes del suelo"

| Tratamientos | Dosis/ ha | Altura de plantas de 3 meses | Rendimiento en plantas / hectáreas | Ingreso \$ | Costos Fijos \$ | costo variable | | | | Utilidad neta |
|---|----------------|------------------------------|------------------------------------|------------|-----------------|-----------------------|------------------------|---------------|-------------|---------------|
| | | | | | | <i>Azotobacter</i> \$ | <i>Azospirillum</i> \$ | Micorrizas \$ | Costo total | |
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 1 L + 1L+ 330g | 13,95 | 143.00 | 464.75 | 279.7 | 26 | 28 | 27 | 360.7 | 104.05 |
| <i>Azotobacter</i> + <i>Azospirillum</i> | 1 L + 1L | 14,84 | 143.00 | 543.4 | 279.7 | 26 | 28 | 0 | 333.7 | 209.7 |
| <i>Azotobacter</i> | 1L | 11,85 | 143.00 | 414.7 | 279.7 | 26 | 0 | 0 | 305.7 | 109 |
| <i>Azospirillum</i> + Micorrizas | 1L+ 330g | 12,18 | 143.00 | 414.7 | 279.7 | 0 | 28 | 27 | 334.7 | 80 |
| <i>Azotobacter</i> + Micorrizas | 1L+ 330g | 12,97 | 143.00 | 464.75 | 279.7 | 26 | 0 | 0 | 305.7 | 159.05 |
| <i>Azospirillum</i> | 1L | 14,78 | 143.00 | 543.4 | 279.7 | 0 | 28 | 0 | 307.7 | 235.7 |
| Micorrizas | 330g | 15,41 | 143.00 | 543.4 | 279.7 | 0 | 0 | 27 | 306.7 | 236.7 |
| testigo absoluto | 0 | 13,70 | 143.00 | 464.75 | 249.75 | 0 | 0 | 0 | 249.75 | 215 |

| | |
|---|---------|
| fundas 15x13 | \$1.50 |
| jornales para aplicación de <i>azotobacter</i> , <i>azospirillum</i> y Micorriza x 3 aplicaciones | \$30.00 |
| jornales para mantenimiento | \$50.00 |
| Jornales para llenado de fundas 0.05 ctv. /143+10% reposición | \$7.85 |

| | |
|--|---------|
| <i>Azotobacter</i> | \$26 |
| <i>Azospirillum</i> | \$28 |
| Micorrizas | \$27 |
| Yara Mila 5 libras | \$2 |
| semillas certificadas / unidad + 10% de reposición | \$ 1,20 |
| plantas/h altura 16 a 15cm | \$3.80 |
| plantas/h altura 14 a 13 cm | \$3.25 |
| plantas/h altura 12 a 11cm | \$2.90 |

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente.

1. La aplicación de *Azospirillum* + Micorrizas más el uso de fertilizante químicos influye positivamente sobre el comportamiento agronómico de la plántula de palma aceitera.
2. La inoculación de Micorrizas con dosis de (330g/h) benefició a las plántulas con el mayor crecimiento de las plántulas, diámetro del tallo y área foliar a los 3 meses.
3. El tratamiento con *Azotobacter* + *Azospirillum* + Micorrizas con dosis de (1L+1L+330G/h) favoreció al mayor crecimiento radicular y número de hojas por plántula.
4. El mayor ingreso económico de acuerdo a la venta de las plántulas se generó con la aplicación de Micorrizas (330g/h) con 236.7 dólares/hectáreas de utilidad neta.
5. El tratamiento con aplicación de *Azospirillum* con dosis de (1L/h) favoreció al crecimiento de las plántulas y número de hojas x planta a los 3 meses.
6. El tratamiento con *Azotobacter* no logró incrementar el crecimiento de las plántulas de palma aceitera.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

1. Realizar aplicaciones de Micorriza con dosis de (330g/h) más fertilización química para lograr un crecimiento acelerado de las plántulas de palma aceitera.
2. Emplear *Azospirillum* más Micorrizas más fertilización química influye positivamente en la etapa del previvero de palma aceitera.
3. Realizar investigaciones con diferentes dosis de Micorrizas en la etapa del previvero en diferentes localidades en la fase de Pre vivero de las plántulas de palma aceitera.

VI. RESUMEN

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) constituye la principal fuente de aceite comestible a nivel mundial sobre todo en mercados en desarrollo, siendo consumido como por más del 70 % de la población mundial. En el Ecuador, el cultivo de la palma aceitera, tiene gran importancia económica dentro de la producción agrícola del país, con una superficie sembrada de 248,199 hectáreas. Actualmente existen gran número de reportes que incentivan el uso de microorganismos, especialmente aquellos que puedan fijar nutrientes que sean de un costo energético alto y por ende disminuir su uso, ayudando al manejo sostenible de las plantaciones.

El objetivo de este trabajo experimental es evaluar el comportamiento agronómico de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en simbiosis con microorganismos eficientes del suelo. El trabajo experimental se realizó en los terrenos de la finca “Los Zapatas y Bonilla” propiedad del Sr. Alberto Zapata, ubicado en el recinto El Cisne en el cantón Montalvo 1,5 km de vía El Tambo. Se evaluó 8 tratamientos y un testigo absoluto, con tres repeticiones. La siembra se ejecutó en parcelas de 10 fundas con un área total de 29,64 m² la cual se utilizó como material vegetal la variedad de palma “CIRAD” tipo Deli x La Me. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de Bloques completamente al azar. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. A los 30,60 y 90 días se evaluaron altura de planta, diámetro de tallos, número de hojas por planta, longitud de raíz y área foliar. A su vez se realizaron análisis Micorrizicos para determinar conteo de esporas, análisis poblacional de bacterias que realizo al sustrato, porcentaje de colonización y densidad endófito.

Los resultados registrados mostraron que a la inoculación de Micorrizas con dosis de (330g/h) benefició a las plántulas con el mayor crecimiento de las plántulas, diámetro del tallo y área foliar a los 3 meses. De la misma manera el tratamiento que presento el mayor ingreso económico de acuerdo a la venta de las plántulas se generó con la aplicación de Micorrizas (330g/h) con 236.7dólares/hectáreas de utilidad neta.

Palabras claves: Plántulas, Palma, Simbiosis, Microorganismo y suelo

VII. SUMMARY

Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) Is the main source of edible oil worldwide, especially in developing markets, being consumed by more than 70% of the world's population. In Ecuador, the cultivation of oil palm has great economic importance within the agricultural production of the country, with an area sown of 248,199 hectare . Currently there are a large number of reports that encourage the use of microorganisms, especially those that can fix nutrients that are of high energy cost and therefore reduce their use, helping the sustainable management of plantations.

The objective of this work is to evaluate the agronomic behavior of oil palm seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq) in symbiosis with efficient soil microorganisms. The experimental work was carried out in the lands of the "Los Zapatas y Bonilla" property owned by Mr. Alberto Zapata, located in the El Cisne enclosure in the Montalvo corner, 1.5 km from via El Tambo. We evaluated 8 treatments and an absolute control, with three repetitions. The sowing was carried out in plots of 10 covers with a total area of 29.64 m² which was used as vegetable material the variety of palm "CIRAD" type Deli x La Me. The treatments were distributed in a completely randomized Block design. For the evaluation of means, the Tukey test was used at 95% probability. At 30, 60 and 90 days, plant height, stem diameter, number of leaves per plant, root length and leaf area were evaluated. In turn, mycorrhizal analyzes were performed to determine spore counts, population analysis of bacteria that made the substrate, percentage of colonization and endophyte density.

The results showed that the inoculation of Mycorrhizae with doses of (330g / h) benefited the seedlings with the highest growth of the seedlings, diameter of the stem and foliar area at 3 months. In the same way, the treatment that presented the highest economic income according to the sale of the seedlings was generated with the application of Mycorrhizae (330g / h) with 236.7 dollars / hectare of net profit.

Key words: Seedlings, Palm, Symbiosis, Microorganism and soil

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Santiago David Martínez Quiroz. O y F; (1994), O y F; SANTIAGO DAVID MARTÍNEZ QUIROZ. 214d. C. DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS PARA IMPLEMENTAR BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA *Elaeis guineensis* Jacq. SAN LORENZO, ESMERALDAS (en línea). SAN LORENZO ,ESMERALDAS, UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. . Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2582/1/T-UCE-0004-82.pdf>.
- 2012 - Etiología de la pudrición del cogollo de la palma .pdf. s. f. s.l., s.e.
- Agrodiagnostic. s. f. AZOSPITIC (en línea). s.l., 2016. Disponible en WWW.AGRODIAGNOSTIC.COM.EC.
- Agrodominicano: LAS MICORRIZAS. 2009. (en línea, sitio web). Consultado 30 abr. 2019. Disponible en <http://agrodominicano.blogspot.com/2009/04/las-micorrizas.html>.
- Agromeat. 2014. <https://www.agromeat.com/154313/azospirillum-la-bacteria-del-suelo-como-bio-fertilizante-en-la-agricultura> (en línea, sitio web). Consultado 3 may 2019. Disponible en <https://www.agromeat.com/154313/azospirillum-la-bacteria-del-suelo-como-bio-fertilizante-en-la-agricultura>.
- ANCUPA | Quiénes somos. 2019. (en línea, sitio web). Consultado 27 abr. 2019. Disponible en <http://www.ancupa.com/quienes-somos/>.
- Atlas, RM; Bartha, R. 2001. Ecología microbiana y microbiología ambiental. s.l., Pearson Educación. 696 p.
- Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal | Intagri S.C. 2013. (en línea, sitio web). Consultado 3 may 2019. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bacterias-promotoras-del-crecimiento-vegetal>.
- Caballero. 2019. El género *Azospirillum* (en línea, sitio web). Consultado 3 may 2019. Disponible en <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap10/>.
- Camargo-Ricalde, SL; Montaña, NM. 2012. MICORRIZAS: UNA GRAN UNIÓN DEBAJO DEL SUELO. Revista Digital Universitaria :19.
- CIRAD. 2016. Semillas La Cabaña - Semillas de Palma Africana (en línea, sitio web). Consultado 3 may 2019. Disponible en <http://www.semillasdepalma.com/africana5.php>.
- CIRAD 2008. s. f. Recomendaciones para el manejo de previvero y vivero. :28.

- CRUZ-ARÉVALO-CHÁVEZ, M-M. 2018. Vista de EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO BIOFERTILIZANTES A BASE DE AZOSPIRILLUM BRASILENSE SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO EN EL CULTIVO DE MAÍZ, EN LA ZONA DE BABAHOYO. | Revista Agro UTB (en línea, sitio web). Consultado 3 may 2019. Disponible en <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/agroub/article/view/443/321>.
- D. toro. 2005. Manual para la introducción al laboratorio de microbiología. s.l., Universidad de Caldas. 119 p.
- De - MANUAL TECNICO DE PALMA AFRICANA.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 24 abr. 2019. Disponible en <https://palma.webcindario.com/manualpalma.pdf>.
- Dossier-5_microorganismos-del-suelo-y-biofertilizacion-2.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 29 abr. 2019. Disponible en http://traditional-crops.com/upload/file/dossier-5_microorganismos-del-suelo-y-biofertilizacion-2.pdf.
- E. A. Curl. 1982. LA RIZOSFERA Y LAS ENFERMEDADES DE LAS RAICES. . EFECTO DE ESTIMULANTES RADICULARES EN EL CULTIVO D.pdf. s. f. s.l., s.e.
- Espín. 2019. Libros (en línea, sitio web). Consultado 1 may 2019. Disponible en <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap6/>.
- Euroagro. 2013. MICRO ASP BIOFERTILIZANTE FIJADOR DE NITROGENO. s.l., s.e.
- EUROAGRO. 2013. MICROAZOT FERTILIZANTE/FIJADOR DE NITROJENO. s.l., s.e.
- Ferbiohux del ecuador: Micorriza SOLIDA. 2019. (en línea, sitio web). Consultado 29 abr. 2019. Disponible en <http://ferbiohux.redtienda.net/pro.php?id=334943>.
- González, YL; Viera, RM; Martínez, JMH. 2012. EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TABACO NEGRO. 33(2):5.
- IICA- Estacion Experimental «EL RECREO» 1983. s. f. s.l., Bib. Orton IICA / CATIE. 52 p.
- INAMHI. 2017. ANUARIO METEOROLOGICO (en línea). s.l., s.e. Disponible en http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.
- iniapesdmt102.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 27 abr. 2019. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3871/1/iniapesdmt102.pdf>.

- Latacela-Colina-Castro. 2017. (3) (PDF) Efectos De La Fertilización Nitrogenada Y Fosfatada Sobre Poblaciones De Micorrizas Asociadas Al Cultivo De Cacao | European Scientific Journal ESJ - Academia.edu (en línea, sitio web). Consultado 15 may 2019. Disponible en https://www.academia.edu/31842718/Efectos_De_La_Fertilizaci%C3%B3n_Nitrogenada_Y_Fosfatada_Sobre_Poblaciones_De_Micorrizas_Asociadas_Al_Cultivo_De_Cacao.
- Los Biofertilizantes en la Agricultura | Intagri S.C. 2007. (en línea, sitio web). Consultado 3 may 2019. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>.
- Luis G. Hernández. 2003. La ciencia y el hombre (en línea, sitio web). Consultado 3 may 2019. Disponible en <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol16num1/articulos/microorganismos/micro.htm>.
- Ortiz y Fernandez. 1994. Cultivo de la Palma Aceitera, El. s.l., EUNED. 212 p. [_pdf](#). s. f. s.l., s.e.
- R Raygada. 2005. Manual palma aceitera by JAVIER SARAVIA - issuu (en línea, sitio web). Consultado 28 abr. 2019. Disponible en https://issuu.com/javiersaravia1/docs/manual_palma_aceitera.
- Taiz, L; Zeiger, E. 2006. Fisiología vegetal. s.l., Universitat Jaume I. 646 p.
- TECHNOSERVE. 2007. MANUAL TECNICO DE PALMA AFRICANA (en línea). s.l., s.e. Disponible en <http://www.coapalmaecara.com/files/02%20Botanica%20de%20Palma.pdf>.
- Veliz - COMPORTAMIENTO DE CUATRO CLONES DE PALMA ACEITERA .pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 27 abr. 2019. Disponible en <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2249/1/T-UTEQ-0058.pdf>.
- villavicencio. 2004. la micorriza arbuscular - Google Libros (en línea, sitio web). Consultado 29 abr. 2019. Disponible en <https://books.google.com.ec/books?id=PVU9UThI7TgC&pg=PT9&dq=micorrizas&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjGib6hjfbhAhUD2VkKHZGjB0cQ6AEIOTAE#v=onepage&q=micorrizas&f=false>.

IX. ANEXOS

Anexo 1.



AGRODIAGNOSTIC
Oficinas & Planta
Av. Interoceánica s/n y Fernández Salvador (Pifo-Quito)

DIAGNÓSTICO DE VIABILIDAD DE ESPORAS

| N° Muestra | Tipo de análisis | Fecha |
|--------------|--------------------------------|-----------------|
| MS011-MS0908 | Población Micorrízica de suelo | 19-febrero-2019 |

INFORMACIÓN CLIENTE

| | |
|--|------------------------------|
| Nombre: Yandri Paredes Morante | |
| Empres (Finca, Hacienda, etc.): Zapata Bonilla | |
| Dirección: Babahoyo | Teléfono: 0999501310 |
| | Fax: NA |
| | Email: cd-colina@hotmail.com |
| Ubicación: Montalvo | |

INFORMACIÓN DE MUESTRA

| | | |
|---|----------------|------------------|
| Cultivo: Palma | Edad: sin años | Superficie: 1 ha |
| Observaciones adicionales: Análisis de muestras de suelo para determinación de la población de esporas en sustrato. | | |
| Descripción del análisis requerido: Población de esporas micorrízicas de suelo en sustrato. | | |

REPORTE DE RESULTADOS

| Código | Identificación Muestra | Esporas Viables/100gss | Morfoespecie Sugerida | Coloración | Observaciones |
|--------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------|---------------|
| R1 | Tratamiento I | 623 | <i>Glomus</i> | Amarilla | 1390 |

Método utilizado:

1. Aislamiento de esporas de suelo por método de Sedimentación y Tamizado en Húmedo (Gedermann y Nicholson, 1963).

2. Para taxonomía: uso de características de clasificación en base a morfología de las esporas proporcionadas por el INVAM.

Observaciones:

- La diversidad en colores y formas de esporas indica diversidad de morfoespecies o posibles géneros.
- La presencia de esporas de coloración hialina sugiere producción de esporas en la muestra, es decir esporas "nuevas" totalmente potenciales y viables.
- Para análisis estadísticos, la transformación adecuada es raíz cuadrada de base x.

Ing. Biot. Karla Garces
Gerente General Agrodiagnostic S.A.



AGRODIAGNOSTIC

Oficinas & Planta

Av. Interoceánica s/n y Fernández Salvador (Pifo-Quito)

DIAGNÓSTICO DE VIABILIDAD DE ESPORAS

| N° Muestra | Tipo de análisis | Fecha |
|--------------|--------------------------------|--------------|
| MS017-MS0118 | Población Micorrizica de suelo | 09-Mayo-2019 |

INFORMACIÓN CLIENTE

| | |
|--|-------------------------------------|
| Nombre: Yandri Paredes Morante | |
| Empres (Finca, Hacienda, etc.): Zapata Bonilla | |
| Dirección: Montalvo | Teléfono: 0986525180 |
| | Fax: NA |
| | Email: yandri-paredes-1@hotmail.com |
| Ubicación: Montalvo | |

INFORMACIÓN DE MUESTRA

| | | |
|--|---------------|------------------|
| Cultivo: Palma | Edad: 3 meses | Superficie: 1 ha |
| Observaciones adicionales: Análisis de muestras de suelo para determinación de la población de esporas en sustrato | | |
| Descripción del análisis requerido: Población de esporas micorrizicas de suelo en sustrato | | |

REPORTE DE RESULTADOS

| Código | Identificación Muestra | Esporas Viables/100gss | Morfoespecie Sugerida | Coloración | Observaciones |
|--------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| R1 | Tratamiento M | 1314 | <i>Glomus, Acaulospora, Gigaspora</i> | hialina, amarilla, café claro | 1109 |
| R2 | Tratamiento M+B | 1091 | <i>Glomus, Acaulospora</i> | amarilla, café claro | 1404 |

Método utilizado:

1. Aislamiento de esporas de suelo por método de Sedimentación y Tamizado en Húmedo (Gedermann y Nicholson, 1963).
2. Para taxonomía: uso de características de clasificación en base a morfología de las esporas proporcionadas por el INVAM.

Observaciones:

- La diversidad en colores y formas de esporas indica diversidad de morfoespecies o posibles géneros.
- La presencia de esporas de coloración hialiana sugiere producción de esporas en la muestra, es decir esporas "nuevas" totalmente potenciales y viables.
- Para análisis estadísticos, la transformación adecuada es raíz cuadrada de base x.

Ing. Biot. Karla Garces
Gerente General Agrodiagnostico S.A.



AGRODIAGNOSTIC

Oficinas & Planta

Av. Interoceánica s/n y Fernández Salvador (Pifo-Quito)

DIAGNÓSTICO DE VIABILIDAD DE ESPORAS

| N° Muestra | Tipo de análisis | Fecha |
|--------------|-------------------------|-----------------|
| MS011-MS0908 | Población Actinomicetos | 19-febrero-2019 |



INFORMACIÓN CLIENTE

| | |
|--|------------------------------|
| Nombre: Yandri Paredes Morante | |
| Empres (Finca, Hacienda, etc.): Zapata Bonilla | |
| Dirección: Babahoyo | Teléfono: 0999501310 |
| | Fax: NA |
| | Email: ed-colina@hotmail.com |
| Ubicación: Montalvo | |

INFORMACIÓN DE MUESTRA

| | | |
|---|----------------|------------------|
| Cultivo: Palma | Edad: sin años | Superficie: 1 ha |
| Observaciones adicionales: Análisis de muestras de suelo para determinación de la población de bacterias. | | |
| Descripción del análisis requerido: Población de bacterias de suelo en sustrato | | |

REPORTE DE RESULTADOS

| Código | Identificación Muestra | UFC/gss | Especie Sugerida | Descripción | Observaciones |
|--------|------------------------|---------|----------------------------|---|---------------|
| R1 | Azospirillum | 9179100 | <i>brasiliensis albino</i> |  | Sustrato duro |
| R1 | Azotobacter | 8346540 | <i>chroocum ecuador</i> |  | Sustrato duro |

Método utilizado:

- Cultivo monospórico del hongo en PDA + 40 mg L-1 gentamicina 28° c para incrementar cantidad de micelio 150 mg de micelio por cada extracción. Maceración con buffer CTAB y arena. Extracción orgánica y centrifugación. Lavado con etanol. Cuantificación con Nanodrop 1000
- Para análisis estadísticos, la transformación adecuada es raíz cuadrada de base x.

Ing. Biot. Karla Garces
Gerente General Agrodiagnostic S.A.



AGRODIAGNOSTIC
Oficinas & Planta
Av. Interoceánica s/n y Fernández Salvador (Pifo-Quito)

DIAGNÓSTICO DE VIABILIDAD DE ESPORAS

| N° Muestra | Tipo de análisis | Fecha |
|--------------|-------------------------|-----------------|
| MS011-MS0908 | Población Actinomicetos | 19-febrero-2019 |



INFORMACIÓN CLIENTE

| | |
|--|------------------------------|
| Nombre: Yandri Paredes Morante | |
| Empres (Finca, Hacienda, etc.): Zapata Bonilla | |
| Dirección: Babahoyo | Teléfono: 0999501310 |
| | Fax: NA |
| | Email: ed-colina@hotmail.com |
| Ubicación: Montalvo | |

INFORMACIÓN DE MUESTRA

| | | |
|--|-----------------------|-------------------------|
| Cultivo: Palma | Edad: sin años | Superficie: 1 ha |
| Observaciones adicionales: Análisis de muestras de suelo para determinación de la población de bacterias | | |
| Descripción del análisis requerido: Población de bacterias de suelo en sustrato | | |

REPORTE DE RESULTADOS

| Código | Identificación Muestra | UFC/gss | Especie Sugerida | Descripción | Observaciones |
|--------|------------------------|---------|---------------------------|---|---------------|
| R1 | Azospirillum | 9179100 | <i>brasilensis albino</i> |  | Sustrato duro |
| R1 | Azotobacter | 8346540 | <i>chroococum ecuador</i> |  | Sustrato duro |

Método utilizado:

- Cultivo monospórico del hongo en PDA + 40 mg L⁻¹ gentamicina 28° c para incrementar cantidad de micelio
- 150 mg de micelio por cada extracción. Maceración con buffer C-TAB y arena. Extracción orgánica y centrifugación
- Lavado con etanol. Cuantificación con Nanodrop 1000
- Para análisis estadísticos, la transformación adecuada es raíz cuadrada de base x.

Ing. Biot. Karja Garces
Gerente General Agrodagnostic S.A.



AGRODIAGNOSTIC

Oficinas & Planta

Av. Interoceánica s/n y Fernández Salvador (Pifo-Quito)

DIAGNÓSTICO DE VIABILIDAD DE ESPORAS

| N° Muestra | Tipo de análisis | Fecha |
|--------------|------------------|--------------|
| MS011-MS0721 | Endófito | 25-Mayo-2019 |

INFORMACIÓN CLIENTE

| | |
|--|---|
| Nombre: Yandri Paredes Morante | |
| Empres (Finca, Hacienda, etc.): Zapata Bonilla | |
| Dirección: Montalvo | Teléfono: 0986525180 |
| | Fax: NA |
| | Email: yandri-paredes-1@hotmail.com |
| Ubicación: Montalvo | |

INFORMACIÓN DE MUESTRA

| | | |
|--|---------------|------------------|
| Cultivo: Palma | Edad: 3 meses | Superficie: 1 ha |
| Observaciones adicionales: Análisis de muestras de raíces para determinación de endófito | | |
| Descripción del análisis requerido: Densidad de endófito en raíces | | |

REPORTE DE RESULTADOS

| Código | Identificación Muestra | Densidad de endófito | Colonización (%) | Observaciones |
|--------|------------------------|----------------------|------------------|---------------|
| Endo 1 | Tratamiento 1 | 17,05 | 96,34 | Raíces Medias |
| Endo 2 | Tratamiento 4 | 15,61 | 95,11 | Raíces Medias |
| Endo 3 | Tratamiento 5 | 14,19 | 91,45 | Raíces Medias |
| Endo 4 | Tratamiento 7 | 7,71 | 41,00 | Raíces Cortas |

Método utilizado:

• Despigmentación y tinción de raíces con aplicación de calor (Herrera, 2003), apreciación de infección y densidad bajo microscopio. Uso de escalas establecida para densidad

Ing. Biot. Karla Garces
Gerente General Agrodiagnostico S.A.

Anexo 2. Fotografías



Imagen 1 construcción del área experimental



Imagen 2 Estacion experimental lista para la implantación del pre vivero



Imagen 3 elaboración del sustrato



Imagen 4 toma de muestra de suelo para análisis inicial



Imagen 5 llenado de fundas para el previvero

Imagen 6 ubicación de fundas y latillas para la identificación de los tratamiento



Imagen 7 materia vegetal para la siembra



Imagen 8 productos para la aplicación de los tratamientos



Imagen 9 siembra de las semilla de palma aceitera



Imagen 10 pesa de la micorriza en la balanza gramera



Imagen 11
de micorriza

aplicación



Imagen 12 aplicaciones de *azotobacter* y *azospirillium*



Imagen 13 evaluación de diámetro del tallo

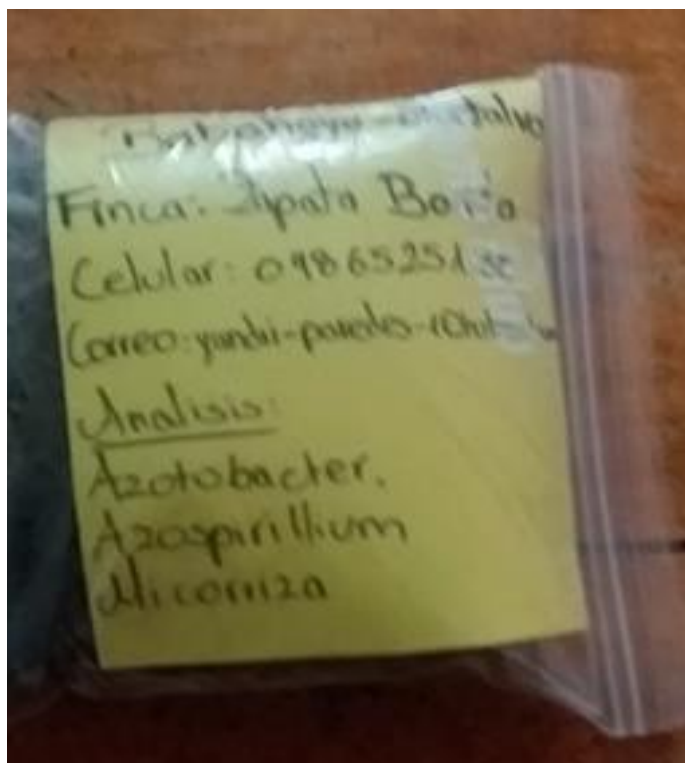


Imagen 14
área foliar



evaluación del
efectiva

Imagen 15
la longitud



evaluación de
radicular

Imagen 16 muestra de suelo para análisis finales



Imagen 17 Revisión de tesis de grado

Anexo 3. Análisis de Varianza

Altura de planta 30 días

Variable N R² R²Aj CV

Altura de planta 30 24 0,90 0,83 2,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F calc | F Tabla | |
|-------------|----|------|------|----------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 2,64 | 0,38 | 16,04 ** | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 0,17 | 0,09 | 3,68 NS | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 0,33 | 0,02 | | | |
| Total | 23 | 3,15 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,44221

Error: 0,0236 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|-------|
| 1 | 7,95 | a |
| 2 | 7,81 | a b |
| 3 | 7,70 | a b c |
| 4 | 7,36 | c |
| 5 | 7,66 | a b c |
| 6 | 7,78 | a b c |
| 7 | 7,49 | b c |
| 8 | 6,82 | D |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Altura de planta 60 días

Variable N R² R²Aj CV
Altura de planta 60 24 0,96 0,93 2,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F | F Tabla | |
|-------------|----|-------|------|----------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 19,56 | 2,79 | 47,14 ** | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 0,37 | 0,18 | 3,08 NS | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 0,83 | 0,06 | | | |
| Total | 23 | 20,75 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,70139

Error: 0,0593 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|---|
| 1 | 12,57 | A |
| 2 | 12,50 | A |
| 3 | 10,88 | b |
| 4 | 9,63 | c |
| 5 | 11,07 | b |
| 6 | 10,87 | b |
| 7 | 11,15 | b |
| 8 | 10,67 | b |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Altura de planta 90 días

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura de planta 90 | 24 | 0,94 | 0,90 | 2,96 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F calc | F Tabla | |
|-------------|----|-------|------|----------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 35,09 | 5,01 | 30,41 ** | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 0,79 | 0,40 | 2,41 NS | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 2,31 | 0,16 | | | |
| Total | 23 | 38,19 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 1,16959

Error: 0,1648 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|-----|
| 1 | 13,95 | b c |
| 2 | 14,84 | a b |
| 3 | 11,85 | d |
| 4 | 12,18 | d |
| 5 | 12,97 | c d |
| 6 | 14,78 | a b |
| 7 | 15,41 | A |
| 8 | 13,70 | b c |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Área foliar 30 días

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Area foliar 30 d | 24 | 0,90 | 0,84 | 7,71 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F | F Tabla | |
|-------------|----|-------|------|----------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 56,62 | 8,09 | 16,52 ** | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 5,66 | 2,83 | 5,78 * | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 6,86 | 0,49 | | | |
| Total | 23 | 69,14 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 2,01619

Error: 0,4898 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|-----|
| 1 | 11,54 | a |
| 2 | 10,09 | a b |
| 3 | 9,03 | b c |
| 4 | 9,00 | b c |
| 5 | 10,04 | a b |
| 6 | 9,29 | b c |
| 7 | 7,43 | c d |
| 8 | 6,23 | d |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Área foliar 60 días

| | | | | |
|------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
| Area foliar 60 d | 24 | 0,73 | 0,56 | 4,62 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F | F Tabla | |
|-------------|----|--------|-------|---------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 456,98 | 65,28 | 5,15 ** | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 22,72 | 11,36 | 0,90 NS | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 177,44 | 12,67 | | | |
| Total | 23 | 657,14 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 10,25669

Error: 12,6746 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|-----|
| 1 | 81,50 | a |
| 2 | 75,90 | a b |
| 3 | 77,88 | a b |
| 4 | 75,83 | a b |
| 5 | 84,20 | a |
| 6 | 74,56 | a b |
| 7 | 77,92 | a b |
| 8 | 68,63 | b |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Área foliar 90 días

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Area foliar 90 d | 24 | 0,98 | 0,96 | 3,38 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F | F Tabla | |
|-------------|----|----------|---------|----------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 19879,96 | 2839,99 | 90,13 ** | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 55,12 | 27,56 | 0,87 NS | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 441,14 | 31,51 | | | |
| Total | 23 | 20376,23 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 16,17201

Error: 31,5100 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|-----|
| 1 | 202,06 | a |
| 2 | 158,96 | c |
| 3 | 170,83 | b c |
| 4 | 154,92 | c |
| 5 | 175,37 | b |
| 6 | 102,86 | d |
| 7 | 198,50 | a |
| 8 | 166,48 | b c |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Diámetro de tallo 30 días

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| diámetro de tallo 30 | 24 | 0,88 | 0,80 | 2,97 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F calc | F Tabla | |
|-------------|----|------|------|----------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 1,67 | 0,24 | 14,13 ** | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 0,03 | 0,02 | 0,92 NS | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 0,24 | 0,02 | | | |
| Total | 23 | 1,93 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,37392

Error: 0,0168 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|-------|
| 1 | 4,60 | a b |
| 2 | 4,47 | b c |
| 3 | 4,30 | b c d |
| 4 | 4,07 | d |
| 5 | 4,10 | c d |
| 6 | 4,17 | c d |
| 7 | 4,90 | a |
| 8 | 4,33 | b c d |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Diámetro de tallo 60 días

Variable N R² R²Aj CV
 diámetro de tallo 60 24 0,86 0,78 2,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F calc | F Tabla | |
|-------------|----|------|------|----------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 2,45 | 0,35 | 12,16 ** | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 0,12 | 0,06 | 2,14 NS | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 0,40 | 0,03 | | | |
| Total | 23 | 2,98 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,48900

Error: 0,0288 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|-------|
| 1 | 5,90 | a b c |
| 2 | 5,73 | b c d |
| 3 | 6,27 | a |
| 4 | 5,60 | c d |
| 5 | 6,17 | a b |
| 6 | 5,90 | a b c |
| 7 | 6,27 | a |
| 8 | 5,30 | d |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Diámetro de tallo 90 días

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| diámetro de tallo 90 | 24 | 0,75 | 0,58 | 2,57 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F calc | F Tabla | |
|-------------|----|------|------|---------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 1,52 | 0,22 | 5,75 ** | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 0,03 | 0,02 | 0,43 NS | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 0,53 | 0,04 | | | |
| Total | 23 | 2,08 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,55923

Error: 0,0377 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|-------|
| 1 | 7,87 | a b |
| 2 | 7,57 | a b c |
| 3 | 7,50 | a b c |
| 4 | 7,63 | a b c |
| 5 | 7,57 | a b c |
| 6 | 7,33 | b c |
| 7 | 7,93 | a |
| 8 | 7,10 | c |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Numero de hojas emitidas a los 30 días

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| numero de hojas emit | 24 | 0,58 | 0,31 | 6,35 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F | F Tabla | |
|-------------|----|------|------|---------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 0,16 | 0,02 | 2,47 NS | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 0,02 | 0,01 | 0,95 NS | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 0,13 | 0,01 | | | |
| Total | 23 | 0,31 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,27673

Error: 0,0092 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|---|
| 1 | 1,70 | a |
| 2 | 1,50 | a |
| 3 | 1,43 | a |
| 4 | 1,43 | a |
| 5 | 1,50 | a |
| 6 | 1,57 | a |
| 7 | 1,50 | a |
| 8 | 1,47 | a |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Numero de hojas emitidas a los 60 días

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------|---|----------------|-------------------|------|
| numero de hojas emi124 | | 0,90 | 0,83 | 2,91 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F calc | | |
|-------------|----|------|---------|----------|------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 1,07 | 0,15 | 17,74 ** | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 0,01 | 2,9E-03 | 0,34 NS | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 0,12 | 0,01 | | | |
| Total | 23 | 1,20 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,26765

Error: 0,0086 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|-----|
| 1 | 3,27 | a b |
| 2 | 3,13 | b c |
| 3 | 3,23 | a b |
| 4 | 2,87 | c |
| 5 | 3,33 | a b |
| 6 | 3,50 | a |
| 7 | 3,33 | a b |
| 8 | 2,87 | c |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Numero de hojas emitidas a los 90 días

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------|---|----------------|-------------------|------|
| numero de hojas emi224 | | 0,95 | 0,91 | 2,48 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F | F Tabla | |
|-------------|----|------|------|----------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 2,06 | 0,29 | 36,06 ** | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 0,03 | 0,01 | 1,58 NS | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 0,11 | 0,01 | | | |
| Total | 23 | 2,20 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,26016

Error: 0,0082 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|-----|
| 1 | 4,03 | a |
| 2 | 3,73 | b |
| 3 | 3,63 | b |
| 4 | 3,23 | c |
| 5 | 3,30 | c |
| 6 | 3,83 | a b |
| 7 | 4,00 | a |
| 8 | 3,37 | c |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Longitud radicular 90 días

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| longitud radicular 9 | 24 | 0,83 | 0,71 | 8,66 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

| F. de V. | GL | SC | CM | F calc | F Tabla | |
|-------------|----|--------|-------|---------|---------|------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamiento | 7 | 301,22 | 43,03 | 9,24 ** | 2,76 | 4,28 |
| Repetición | 2 | 8,85 | 4,43 | 0,95 NS | 3,74 | 6,51 |
| Error | 14 | 65,23 | 4,66 | | | |
| Total | 23 | 375,31 | | | | |

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 6,21890

Error: 4,6596 gl: 14

| Tratamiento | Medias | |
|-------------|--------|---------|
| 1 | 30,50 | a |
| 2 | 23,33 | b c d |
| 3 | 26,00 | a b c d |
| 4 | 20,67 | d |
| 5 | 27,33 | a b c |
| 6 | 22,00 | c d |
| 7 | 28,80 | a b |
| 8 | 20,67 | d |

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Conteo de esporas

| Tratamientos | Dosis/ha | Morfoespecies Sugeridas | Esporas viables /100 gss* | Coloración |
|--|------------|---|---------------------------|-------------------------------|
| Azotobacter +Azospirillum + micorrizas | 1L+1L+330g | <i>Glomus,Acaulospora</i> | 1091 | amarilla, café claro |
| Micorrizas | 330g | <i>Glomus</i> , <i>Acaulospora,Gigaspora</i> | 1314 | hialina, amarilla, café claro |
| Muestra inicial | | <i>Glomus</i> | 623 | amarilla |

Análisis poblacional de azotobacter y azospirillum

| | Tratamientos | Dosis/ha | Especie Sugerida | UFC/gss |
|-----------------|---------------------|----------|----------------------------|----------|
| Muestra final | <i>Azospirillum</i> | 1L | <i>brasilensis albino</i> | 13398000 |
| | <i>Azotobacter</i> | 1L | <i>chorochocum ecuador</i> | 10679040 |
| Muestra inicial | <i>Azospirillum</i> | | <i>brasilensis albino</i> | 9179100 |
| | <i>Azotobacter</i> | | <i>chorochocum ecuador</i> | 8346540 |