



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Efecto del compost de escobajo, en el desarrollo de plántulas de palma  
aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq. 1763), bajo condiciones de vivero, en la  
empresa INDUPALSA-Caynarachi-Lamas**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo**

**AUTOR:**

**Tommy Karl Romero Mera**

**ASESOR:**

**Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz**

**Tarapoto-Perú**

**2018**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

### ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Efecto del compost de escobajo, en el desarrollo de plántulas de palma  
aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq. 1763), bajo condiciones de vivero, en la  
empresa INDUPALSA-Caynarachi-Lamas**

**AUTOR:**

**Tommy Karl Romero Mera**

**Sustentada y aprobada el día 11 de diciembre del 2018, ante el honorable jurado.**

.....  
Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez  
Presidente

.....  
Ing. M.Sc. Segundo Darío Maldonado Vásquez  
Secretario

.....  
Ing. Eybis José Flores García  
Vocal

.....  
Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz  
Asesor

## Declaración de Autenticidad

Tommy Karl Romero Mera, egresado(a) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de AGRONOMÍA, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con DNI N° 72656003, con la tesis titulada: **Efecto del compost de escobajo, en el desarrollo de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq. 1763), bajo condiciones de vivero, en la empresa INDUPALSA-Caynarachi-Lamas.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), **falsificación** (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 11 de diciembre del 2018

Tommy Karl Romero Mera

DNI N° 72656003



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres: <i>Romero Hera Tommy Karl</i>	
Código de alumno : <i>121 131</i>	Teléfono: <i>965 733 572</i>
Correo electrónico : <i>nichelbeck-tom94@hotmail.com</i>	DNI: <i>72656003</i>

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de: <i>Ciencias Agrarias</i>
Escuela Profesional de: <i>Agronomía</i>

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	( X )	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos de trabajo de investigación**

Título: <i>Efecto del compost de estabujo, en el desarrollo de plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.), bajo condiciones de vivero, en la empresa INDUPALSA Caynarachi - Lamas</i>
Año de publicación: <i>2018</i>

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	( X )	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales –RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.

.....  
Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

08/05/2019



.....  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM-T.

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\***Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## Dedicatoria

*“En especial, como mucho cariño a toda mi familia y a mis padres, Marco Romero y Silvia Mera, a ustedes que me enseñaron a Pintar el mundo de las tonalidades que quiero. A mis hermanos (as) de sangre y de alma, Salvatore Romero, Allen Romero, Megan Romero, Deuxa Sandoval y Alejandra Noñunca, a ellos (as), mi más sagrada competencia y gran tesoro invaluable. A mi gran amor Rosario García, y a su hermosa familia, por su apoyo incondicional y afecto; a mis amigos que me dieron la confianza de guardar sus ideas, deseos, recuerdos y secretos”.*

## Agradecimiento

*A Dios nuestro señor, quien me guío ayudándome a crear mi propio camino en este vasto mundo, basado en la moral humana y ética profesional, colocando personas sumamente grandiosas, aquellas de donde gustosamente aprendo y enseño. A mi casa de Estudios y Facultad de Ciencias Agraria, dedicada a la formación de profesionales eficientes, enseñados por Catedráticos sapientes en su campo, de quienes asimile las experiencias y enseñanzas que hoy son mis mejores armas. De manera superlativa, por darme las herramientas para ejecutar y terminar el proyecto de tesis, a estas personas y entidades, me dirijo de la siguiente manera: Ing. MSc. Tedy Castillo Días, profesional integro, por su asesoramiento y experta dirección para desarrollar el presente proyecto, al Econ. MSc. Américo Arévalo Ramírez, excelente persona, ex gerente de INDUPALSA S.A., por su apoyo en el financiamiento del proyecto de instigación y a la corporación JARPAL-INDUPALSA, entidades interesadas por la investigación científica y la formación de profesionales de calidad, así como también por la sostenibilidad de la palma aceitera.*

## Índice general

	Página
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
1.1. Antecedentes de la investigación .....	3
1.2. Compost de escobajo de palma aceitera .....	6
1.2.1. Generalidades del compost .....	6
1.2.2. Composición fisicoquímica del compost .....	7
1.2.3. Aspectos positivos del uso de compost de escobajo .....	8
1.2.4. Compost INDUPALSA.....	9
1.3. Morfología de la plántula de palma aceitera.....	10
1.3.1. Sistema radicular .....	10
1.3.2. El estípite.....	11
1.3.3. La fronde .....	11
1.3.4. Semilla .....	12
1.4. Requerimientos edafoclimáticos .....	13
1.4.1. Condiciones climáticas.....	13
1.4.2. Condiciones edáficas.....	14
1.5. Nutrición del cultivo.....	15
1.5.1. Funciones y síntomas de deficiencia de nitrógeno (N) .....	16
1.5.2. Funciones y síntomas de deficiencia de fósforo (P).....	16
1.5.3. Funciones y síntomas de deficiencia de potasio (K).....	17
1.5.4. Funciones y síntomas de deficiencia del magnesio (mg).....	17
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS .....	19
2.1. Materiales.....	19
2.1.1. Ubicación del campo experimental.....	19

2.1.2. Antecedentes del campo experimental.....	19
2.1.3. Características edafoclimáticas .....	20
2.2. Metodología .....	23
2.2.1. Tipo y nivel de investigación .....	23
2.2.2. Diseño de investigación .....	24
2.2.3. Dimensiones del campo experimental .....	25
2.3. Población y Muestra .....	26
2.3.1. Población.....	26
2.3.2. Muestra.....	26
2.4. Instalación del campo experimental.....	26
2.4.1. Análisis fisicoquímico y microbiológico del sustrato .....	26
2.4.2. Delimitación del campo experimental .....	27
2.4.3. Preparación del sustrato .....	27
2.4.4. Llenado de bolsas o fundas .....	28
2.4.5. Distanciamiento de bolsas.....	28
2.4.6. Siembra .....	29
2.4.7. Sistema de riego y drenaje .....	29
2.4.8. Porcentaje de emergencia.....	30
2.4.9. Labores Culturales .....	30
2.5. Indicadores de la variable.....	32
2.5.1. Altura de plántula.....	33
2.5.2. Longitud de fronde.....	33
2.5.3. Número de frondes.....	33
2.5.4. Diámetro de estípite .....	33
2.5.5. Peso fresco radicular .....	34
2.5.6. Peso seco total .....	34
2.5.7. Respiración basal del suelo .....	34
2.5.8. Análisis económico .....	34
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>35</b>
3.1. Resultados.....	35
3.1.1. Altura de plántula.....	35

3.1.2. Longitud de fronde .....	36
3.1.3. Número de frondes .....	37
3.1.4. Diámetro del estípite .....	38
3.1.5. Peso fresco radicular .....	39
3.1.6. Peso seco total .....	40
3.1.7. Respiración basal del suelo .....	41
3.1.8. Análisis económico .....	42
3.2. Discusión.....	42
3.2.1. Altura de plántula.....	44
3.2.2. Longitud de fronde.....	44
3.2.3. Número de frondes.....	46
3.2.4. Diámetro de estípite .....	47
3.2.5. Peso fresco radicular .....	49
3.2.6. Peso seco total .....	50
3.2.7. Respiración basal del suelo .....	52
3.2.8. Análisis económico .....	54
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES .....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57
ANEXOS.....	63

## Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Análisis de suelo para sustrato del campo experimental.....	20
Tabla 2: Análisis de sustrato por tratamiento .....	21
Tabla 3: Análisis de biomasa microbiana de sustrato de los tratamientos .....	22
Tabla 4: Datos meteorológicos de la ECO - JARPAL (2018).....	23
Tabla 5: Distribución de tratamientos/bloques en el campo experimental.....	24
Tabla 6: ANVA para los tratamientos .....	24
Tabla 7: Tratamientos estudiados .....	25
Tabla 8: ANVA para altura de plántula en cm, a los 273 DDS.....	35
Tabla 9: ANVA para longitud de fronde en cm, a los 273 DDS.....	36
Tabla 10: ANVA para número de frondes a los 273 DDS, (datos transformados $\sqrt{x}$ ).....	37
Tabla 11: ANVA para diámetro del estípite en mm, a los 273 DDS .....	38
Tabla 12: ANVA para peso radicular fresco en g, a los 273 DDS .....	39
Tabla 13: ANVA para peso seco total en g, a los 273 DDS.....	40
Tabla 14: ANVA para respiración basal del sustrato C-CO <sub>2</sub> mg. Kg <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> : inicio y final ...	41
Tabla 15: Análisis económico .....	42
Tabla 16: Programa de fertilización de JARPAL.....	66
Tabla 17: Cuadro de porcentaje de emergencia tratamientos/bloque, a los 31 DDS .....	67
Tabla 18: Costos de producción de los tratamientos en 1 Ha.....	68

## Índice de gráficos

	Página
Gráfico 1: Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de altura de plántula .....	35
Gráfico 2: Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de longitud de hoja .....	36
Gráfico 3: Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de número de hoja/plántula .....	37
Gráfico 4: Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de diámetro de tallo .....	38
Gráfico 5: Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de peso fresco radicular .....	39
Gráfico 6: Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de peso seco total de plántula .....	40
Gráfico 7: Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de respiración basal del suelo .....	41
Gráfico 8: Porcentaje de emergencia por tratamiento .....	67

## Índice de figura

	Página
Figura 1: Mezcla de sustrato.....	27
Figura 2: Llenado de bolsas almacigueras con sustrato (suelo + compost). ....	28
Figura 3: Distanciamiento de bolsas.....	29
Figura 4: Siembra de semilla germinada.. ....	29
Figura 5: Riego en plántulas.....	30
Figura 6: Realizando el control de maleza con un pre emergente.....	30
Figura 7: Fertilización del T <sub>5</sub> .....	31
Figura 8: Aplicación de escobajo picado.....	31
Figura 9: Daños por plaga. ....	32
Figura 10: Medición de altura de plántulas a los 5 meses. ....	33
Figura 11: Conteo de hojas en plántulas de 2 meses. ....	33
Figura 12: Las plántulas con tratamientos de compost de escobajo.....	34
Figura 13: Perú: Superficie cultivada de palma aceitera en el 2016 .....	64
Figura 14: Croquis del área experimental.....	65
Figura 15: Contenido de fertilizantes del compost de escobajo de palma.....	71
Figura 16: Primer análisis fisicoquímico del sustrato por tratamiento.. ....	72
Figura 17: Segundo análisis fisicoquímico del sustrato por tratamiento.....	73
Figura 18: Tercero análisis fisicoquímico del sustrato por tratamiento. ....	74
Figura 19: Primer análisis microbiológico del sustrato por tratamiento .....	75
Figura 20: Segundo análisis microbiológico del sustrato por tratamiento .....	76

## Lista de siglas y abreviaturas

MSc. = Magister.

Ing. = Ingeniero.

UNSM-T = Universidad Nacional De San Martín – Tarapoto.

INDUPALSA = Industria de Palma Aceitera de Loreto y San Martín S.A

JARPAL = Asociación de productores Jardines de Palma.

TTOS = Tratamiento.

$\mu\text{g.Cg}^{-1}$  = Microgramo de materia viva por gramo de suelo.

RFF = Racimo fruto fresco.

$\text{Meq.100g}^{-1}$  = Mili equivalentes por cien gramos.

CIC = Capacidad de intercambio catiónico.

DAP = Fosfato diamónico.

DBCA = Diseño de bloques completamente al azar.

BMS = Biomasa microbiana del suelo.

ACP = Aceite Crudo de Palma.

$\text{C-CO}_2 \text{ mg.Kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  = Cantidad de  $\text{CO}_2$  liberado en miligramo por kg de sustrato por hora.

RBS = Respiración basal del suelo.

mm = Milímetros.

ppm = Partes por millón.

RV = Racimo vacío o escobajo.

bh-S = Bosque húmedo – Sub tropical.

m.s.n.m.m. = Metros sobre el nivel medio del mar.

DDS = Días después de la siembra.

## Resumen

Se estableció el experimento con la aplicación del compost de escobajo de INDUPALSA S.A. como fertilizante mejorador de sustrato, en plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq., 1763), en el vivero Pongo-Yumbatos-JARPAL, distrito de Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas, entre los meses de octubre de 2017 y julio de 2018. Se determinó el efecto en la aplicación de compost de escobajo, en el desarrollo de plántulas de palma aceitera, bajo condiciones de vivero. Se realizaron mezclas volumétricas, designados como T<sub>1</sub> (15% = 3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo), T<sub>2</sub> (30% = 6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo) y T<sub>3</sub> (45% = 9 kg de compost de escobajo + 11 kg de suelo) y se compararon con un T<sub>4</sub> (testigo absoluto, sin ningún fertilizante) y T<sub>5</sub> (testigo, fertilización química). Se sembraron plántulas del material Deli x La Mé, en bolsas de 20 kg y se dispusieron en un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA). A los 273 DDS, se evaluaron los siguientes indicadores: altura de plántula, longitud de fronde, número de frondes, diámetro de estípite, peso fresco radicular, peso seco total, respiración basal del suelo y análisis económico. Se encontró que el T<sub>1</sub> mostró similitud e igualdad estadística con el T<sub>5</sub>, obteniendo alentadores promedios biométricos, con un sustrato fisicoquímicamente equilibrado y estable microbiológicamente, con una utilidad neta de S/ 124 206.73 Soles y un costo de producción de S/ 6.38 Soles por plántula.

Palabras clave: Vivero, sustrato, plántulas, *Elaeis guineensis* Jacq. 1763, compost de escobajo, fisicoquímica y microbiológica.

## Abstract

The experiment was included with the application of the INDUPALSA S.A. cluster compost as a substrate improver fertilizer, in oil palm seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq., 1763), in the Pongo-Yumbatos-JARPAL nursery, Pongo district of Caynarachi, province of Lamas, between the months of October of 2017 and July of 2018. The effect was determined in the application of cluster compost, in the development of oil palm seedlings, under nursery conditions. Volumetric mixtures were made, designated as T1 (15% = 3 kg of cluster compost + 17 kg of soil), T2 (30% = 6 kg of cluster compost + 14 kg of soil) and T3 (45% = 9 kg cluster compost + 11 kg of soil) and compared with T4 (absolute control, without fertilizer) and T5 (control, chemical fertilization). They planted seedlings of the Deli x La Mé material, in 20 kg bags and they were placed in an experimental design of randomized complete blocks (DBCA). At 273 DDS, the following indicators were evaluated: seedling height, frond length, number of fronds, stipe diameter, fresh root weight, total dry weight, basal soil respiration and economic analysis. It was found that T1 showed similarity and statistical equality with T5, obtaining encouraging biometric averages, with a physicochemically balanced and microbiologically stable substrate, with a net profit of S / 124 206.73 Soles and a production cost of S / 6.38 Soles per seedling.

Keywords: Nursery, substrate, seedlings, *Elaeis guineensis* Jacq. 1763, composting of stalks, physicochemical and microbiological analysis.



## Introducción

El Perú, considerado por sus características edafoclimáticas necesarias para el desarrollo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq. 1763), en el que se estima que existen 86 225 hectáreas instaladas, de esto el 97% se concentra en San Martín (32 370 ha), Ucayali (35 800 ha) y Loreto (14 420 ha) y un 4% en Huánuco (3625 ha), resaltando que el 60% del área cultivada pertenece a medianos y pequeños agricultores (Junpalma, 2016), identificándose en Perú más de 400 mil ha con aptitud para su cultivo (Fort, 2016). Tan solo en la Asociación de Productores Jardines de Palma (JARPAL), existen 706 palmicultores socios, agrupados en 15 comités, teniendo un total de 5352.85 ha, pretendiendo incrementar la superficie cultivada.

La calidad de las plántulas de palma aceitera en vivero es primordial para su desarrollo en campo definitivo, debiendo mejorar factores agronómicos como la fertilización y nutrición, de los cuales mayormente repercuten en la fisiología y crecimiento de las plántulas, los que también se encuentran asociados a las condiciones edafoclimáticas.

La utilización de la materia orgánica en los suelos para sustrato tiene beneficios positivos, como la mejora de las características fisicoquímicas y biológicas en el tiempo. El compost de escobajo de palma aceitera, producido por la empresa INDUPALSA S.A., como medio de mitigación del impacto ambiental reduciendo la huella de carbono, en la producción de cantidades vertiginosas de desechos en el procesamiento para la extracción de aceite crudo de palma (ACP); los que reincorpora al sistema agro productivo los macro nutrientes esenciales como C, N, K, P y micronutrientes, en forma de abono orgánico, aplicándolo como fertilizante mejorador de suelo o complemento nutricional a una fertilización convencional, además de haberse demostrado que su uso es de vital importancia en la nutrición y el manejo de enfermedades.

En vivero de palma aceitera, existe una falencia en el Perú de investigaciones relacionadas a la aplicación de compost de escobajo en mezclas porcentuales con suelo para sustrato, como fertilizante mejorador de suelo y criterio técnico agronómico aplicado en el manejo de la nutrición de las plántulas. Ensayos realizados en Limón-Costa Rica, aplicando mezclas volumétricas de compost más suelo, determinaron que las dosificaciones menores

(12% de compost de escobajo más 88% de suelo) no solo afectan benéficamente el desarrollo biométrico de las plántulas, sino también las características fisicoquímicas y biológicas del sustrato, además de mostrar mayor resistencia al complejo de necrosis foliar y concluyendo que el material Deli x La Mé presenta la tendencia de mayor absorción de nutrientes (Garbanzo, 2017). Hasan et al. (2009), en Malasia, experimentaron con la aplicación de compost de escobajo al suelo, resultando en un aumento del 111% de la biomasa radicular de plántulas de palma aceitera que una sin aplicación.

La investigación sobre la aplicación de compost de escobajo en mezclas porcentuales con suelo mecanizado para sustrato fue orientado a utilizarlo como una alternativa de fertilización que supla parcial o totalmente las necesidades nutricionales de las plántulas de palma aceitera bajo condiciones de vivero, reflejando sus beneficios como fertilizante mejorador de suelo en las características biométricas, obteniendo plántulas vigorosas siendo estas competitivas al compararse con una fertilización bajo un programa de aplicación y dosificación convencional de productos químicos. Además de ser una práctica agronómica rentable debido a su precio accesible, disminuyendo los costos de producción en vivero, mejorando la competitividad económica a nivel empresarial, produciendo plántulas vigorosas que al ser llevadas al campo definitivo, presentarán precocidad en producción, beneficiando a los palmicultores aledaños; además de reincorporar elementos nutritivos esenciales al sistema agro productivo, utilizando los desechos industriales los cuales son convertidos en compost de escobajo. Con esta alternativa, se pretende contribuir a la sostenibilidad necesaria de la palma aceitera, mejorando el manejo a nivel de sustrato en condiciones de vivero de plántulas. Se planteo la hipótesis en el que se prevé que habrá efecto al aplicar compost de escobajo en diferentes dosis, en al menos uno de los tratamientos y que tenga un efecto significativo en el desarrollo de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq. 1763), bajo condiciones de vivero. La limitación que presenta las plántulas de palma aceitera son las condiciones climáticas y edáficas, teniendo también inherencia en las características fisicoquímicas y biológicas del sustrato.

La finalidad del proyecto fue determinar el efecto de diferentes dosis de compost de escobajo, en el desarrollo de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq., 1763), bajo condiciones de vivero, caracterizando los componente fisicoquímicos y biológicos del sustrato (pH, CIC, disponibilidad de nutrientes y respiración basal de suelo), y evaluando la competitividad en costos a nivel de vivero.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Antecedentes de la investigación

Cenipalma (2012), afirma que existen resultados sobre la dinámica del fósforo, la proliferación de raíces y el crecimiento inicial en vivero. Además, Aisueni y Omoti (2001), aplicaron compost de RV en suelos ácidos nigerianos y observaron la tendencia de aumento de contenido de fósforo total a través del tiempo. Los mismos autores evaluaron la respuesta de plántulas de vivero y encontraron mayores promedios en peso seco a los 12 meses en vivero en los tratamientos donde se habían aplicado entre 150 y 200 g de compost.

Asimismo, Darnosarkoro y Sutarta (2002), detallaron un efecto positivo de la aplicación de compost de RV sobre las propiedades fisicoquímicas de un ultisol en Indonesia. El pH aumentó de 5.9 a 6.3 y la capacidad de intercambio de K se incrementó siete veces, el fósforo disponible subió de 27.8 a 70.0 ppm, y el aluminio intercambiable disminuyó de 0.95 meq.100 g<sup>-1</sup>.

Radin *et al.*, (2017), quienes, en su estudio observaron un incremento en el pH, especialmente en la enmienda del compost de escobajo (pH 6.6) en comparación con el tratamiento de control (Aplicación de fertilizantes químico) (pH 4.4).

Posso (2010), afirma que el aumento del pH en el sustrato va de la mano con el aumento de dosis de compost de RV, coincidiendo con lo dicho por autores como Valarini *et al.* (2009), que, noto incrementos de pH en el suelo tras la aplicación de compost. Millaleo *et al.* (2006), noto que, a mayor dosis de compost de escobajo aumenta la CE (conductividad eléctrica), la MO, (materia orgánica), fósforo (P) y otros macronutrientes.

Arbain y Chong (2009), reportaron resultados benéficos sobre la fitosanidad del cultivo, especialmente con enfermedades provocadas por patógenos del suelo, aplicando compost enriquecido con *Trichoderma sp.* Esto lo confirma Garbanzo

(2017), en el que la mezcla de 12% de compost con 88% de suelo mejoró la absorción de nutrimentos en las plántulas y aumentó la tolerancia a CNF (Complejo de Necrosis Foliar) en las plántulas de palma aceitera en vivero.

Hasan *et al.* (2009), en Malasia, experimentaron con la aplicación de compost al suelo, resultando en un aumento del 111% de la biomasa radicular en plántulas de palma aceitera que una sin aplicación.

Laureano (2014), utilizando tres dosis de desechos industriales del procesamiento de RFF, para plántulas en vivero, en el que evaluó parámetros biométricos hasta los 8 meses, encontró que la aplicación de desechos industriales del procesamiento del racimo fruto fresco (RFF) como abono orgánico, en el tratamiento T<sub>2</sub> (80% (16 kg) T<sub>O</sub> + 20% (4 kg) desechos industriales, por bolsa de 20 kg.) arrojó el mayor promedio con 12.96 frondes por plántula, mientras que el T<sub>O</sub> (Sustrato utilizado por Palmas del Shanusi, mezcla de suelo de textura franco arenoso, roca fosfórica (100 g) y dolomita (100 g)) con promedio de 12.34, que mostró la menor cantidad de frondes/plántula; en altura de plántula observó que el T<sub>3</sub> (70% (14 kg) T<sub>O</sub> + 30% (6 kg) desechos industriales), obtuvo un mejor promedios de altura con 17.63 cm mientras que el T<sub>O</sub> (Sustrato utilizado por Palmas del Shanusi) con promedio 15.88 la menor altura; en diámetro de estípite el T<sub>2</sub> (80% (16 kg) T<sub>O</sub> + 20% (4 kg) desechos industriales) el tratamiento que mostró el mayor diámetro de estípite con 5.01 cm, y el T<sub>O</sub> (Sustrato utilizado por Palmas del Shanusi) con promedio de 4.36 cm el menor diámetro de estípite; con respecto a la masa radicular el tratamiento T<sub>2</sub> (80% (16 kg) T<sub>O</sub> + 20% (4 kg) desechos industriales) obtuvo el mayor promedio con 109.75 g de masa radicular superando estadísticamente a todos los tratamientos, donde el T<sub>O</sub> (Sustrato 61 utilizado por Palmas del Shanusi) con promedio de 77.5 g obtuvo la menor masa radicular.

Garbanzo (2017), evaluó variables biométricas hasta los 300 DDS, como diámetro de estípite, donde el mejor tratamiento 12% de compost mostro diferencia altamente significativa frente a los demás tratamiento 5.88 cm y el testigo (sustrato sin ninguna aplicación de fertilizantes) obtuvo 5.40 cm como promedio; tratamiento de 12% también obtuvo la mejor longitud de raquis con 37.81 cm como promedio, como también en número de frondes con 9.45 frondes por plántula y

mayor promedio de peso seco con 161.03 g, siendo el testigo el que mejor resultado promedio obtuvo; Además, concluyo que a menor dosis de aplicación de compost de RV, mayor son los promedios biométricos de plántula en vivero.

Además, Laureno (2014), afirma que la aplicación de mayores dosis de desechos industriales más el agregado del 90%, 80% y 70% del sustrato que utiliza la Empresa Palmas del Shanusi S.A, mejoraron la composición fisicoquímica y biológica del sustrato, promoviendo mayor desarrollo de los plantones de palma aceitera.

Bonato (2008), afirma la relación de aumento en el desarrollo biométrico con la aplicación de desechos orgánicos, este último, estimulando el sistema radical, aumentando el número de raíces terciarias y cuaternarias, las que están encargadas de la absorción de nutrientes, además, diviso que tuvieron un mayor aumento en peso y volumen; esto ha sido corroborado en el que, no solamente se incremente el crecimiento de la masa radicular, sino también que se haya mayor desarrollo del volumen de las raíces (Altieri y Nicholls, 2006, Miranda 2012, Meléndez y Molina, 2012).

Heriansyah et al. (2010), demostró que la aplicación de fertilizantes orgánicos en plántulas a nivel de vivero, incremento 15% más la materia seca total y 35% de aumento en el rendimiento de las plántulas maduras; respaldando así los resultados obtenidos en la investigación

Según Sastre *et al.* (1996); Banerjee *et al.* (1997); Marcote *et al.* (2001); Fernández *et al.* (2005), quienes mencionan, que aplicación de compost ha tenido un efecto diferente en los tiempos de muestreo, en los parámetros biológicos estudiados; se ha visto el incremento de la actividad microbiana, así como de las actividades enzimáticas por aplicación.

Hernández (2001), además, menciona que, el incremento de materia orgánica por dosis mayores de compost es reflejada en un aumento del CO<sub>2</sub> liberado, debido a la actividad metabólica de las sucesivas poblaciones microbianas, que producen una intensa mineralización primaria parcial de los materiales orgánicos y que van

formando a la vez una serie de compuestos secundarios que constituirán unidades estructurales o precursores, entre otros

Jiménez y Álvarez (1993), afirman que la acumulación de materia orgánica provoca una competencia entre el microbiota edáfico del sustrato y la planta, por el nitrógeno asimilable, bloqueando dicho estado del elemento.

Ouni *et al.* (2013) y Blanchet *et al.* (2016), mencionan que restaura la materia orgánica del suelo y tiene efectos directos sobre la actividad microbiana de este y las actividades enzimáticas, lo que mejora el crecimiento y el rendimiento de los cultivos (D'Hose *et al.* 2014 y Ninh *et al.* 2015).

Bruun *et al.* (2014), mencionan que, la enmienda de compost de escobajo tuvo un impacto importante en el crecimiento de la proporción de raíces y brotes. La reducción de la densidad aparente en medios de bolsas de polietileno modificadas podría atribuirse al aumento en los espacios de poros debido a la aplicación de compost, facilitando una mejor ramificación de la raíz y una mayor profundidad de penetración de la raíz.

## **1.2. Compost de escobajo de palma aceitera**

### **1.2.1. Generalidades del compost**

El proceso de elaboración de aceite de palma deja como principales subproductos los racimos vacíos (RV), la fibra de fruto (FF) y los efluentes. Los racimos de fruto fresco (RFF), provenientes del campo, son procesados en la plántula de beneficio, donde se esterilizan y se desfrutan para extraer el aceite, dejando así 20 kg de RV y 14 kg de FF por cada 100 kg de RFF que ingresan al proceso. La esterilización de los RFF, la extracción del aceite y sus subsecuentes pasos de decantación y purificación, así como el procesamiento de la almendra del fruto, de la cual se extrae el aceite de palmiste, generan entre 65 y 85 kg de efluentes por cada 100 kg de RFF (García *et al.*, 2010).

Se considera compost, a un recurso orgánico estable y seguro, que será utilizado en la agricultura (Benedetti *et al.*, 1998). Para el caso de la agroindustria, el objetivo

principal del compostaje debería ser el reciclaje de material residual dentro del proceso productivo en forma de fertilizante o como mejorador de suelo (Moreno y Mormeneo, 2008).

La pila de compostaje es un ecosistema cuyas poblaciones microbiota y microfungia (incluidos los actinomicetos) degradan aeróbica, constante y secuencialmente la materia orgánica, generando como producto de su metabolismo un material estable, potencialmente humificable, gases, agua y calor (Miranda 2012).

Peña y Rivera (1996) encontraron varias cepas de microorganismos celulolíticos en compost de palma de aceite. Los mejores degradadores del compost, como lo mostraron los resultados de pruebas en campo, fueron: *Trichoderma*, *Neurospora* y *Geotrichum*. Los hongos lignolíticos relacionados con compost son: *Phanerochaete* spp., *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor* y *Stereum hirsutum*; sin embargo, éstos suelen asociarse con otros deuteromicetes y ascomicetes en los ambientes naturales aumentando su actividad lignolítica a través de mecanismos de competencia (Baldrian, 2004).

### **1.2.2. Composición fisicoquímica del compost**

El compost terminado de escobajo se define por presentar altos contenidos de materia orgánica (cerca del 50% en materia seca), nitrógeno (hasta 4.5% en materia seca), potasio (hasta 7.9% en materia seca) y calcio (hasta 4,5% en materia seca), así como bajos contenidos de fósforo (2.5% en materia seca) (Schuchardt *et al.*, 2002).

El compost de fibras de fruta fresca de palma aceitera cuando se reincorpora a los sistemas agro productivos es muy rico en C, N, K y micro nutrientes, ya que aporta parte de la demanda de fertilización del sistema (Miranda y Panduro 2014, Rodríguez *et al.* 2015).

Cenipalma (2012), afirma que, de una tonelada de RFF se produce 230 kg de RV y 650 kg de efluentes y que estas cantidades producen 92 kg de compost, y la

mayoría de los nutrientes y poblaciones microbianas benéficas, provienen principalmente de los efluentes. Así, del total del nitrógeno que puede contener el compost final, el 70% procede de los efluentes, mientras que el 30% corresponde a los RV. Para el fósforo y el magnesio, los efluentes aportan el 96% y 70%, respectivamente. Esto implica que el valor agronómico del compost es mayor al utilizar efluentes en el proceso.

Torres *et al.*, (2004), mencionan que, en promedio, tanto para condiciones experimentales como comerciales, se ha obtenido un compost con las siguientes características químicas (% sobre materia seca): N (2.88-4.50), P (1.50-2.52), K (4.40-5.01), Ca (4.33-4.59), Mg (0.73-0.84). La humedad final del producto oscila entre 45 y 55%. Además, en las características físicas la fibra remanente oscila entre 5.8 a 8.9%, humedad final de 45 a 55%, Reducción en volumen Fibra y Compost es de 65%, Reducción en peso Fibra/Compost es del 44% y Densidad de compost al 50% de humedad es 417 kg.m<sup>3</sup>.

Emmus (1991), Kalmas y Vázquez (1996), Sendra (1996) y Peña (1998), afirman que los abonos orgánicos influyen sobre las principales propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, como disponibilidad de nutrientes, conductividad eléctrica, el pH, la capacidad de intercambio catiónico, actúa como amortiguador al regular la disponibilidad de nutrientes según necesidad de la plántula, mantiene la humedad, gradúa la aireación regulando la actividad biótica y la capacidad de resistencia a factores ambientales negativos como arrastres y erosión.

### **1.2.3. Aspectos positivos del uso de compost de escobajo**

Cenipalma (2012), menciona algunos beneficios de aplicación de compost de RV, en el suelo o sustrato:

- El uso de compost mejora las características físico-químicas del suelo por aumentar los microporos e introducir materia orgánica en las capas superficiales del suelo.
- El compost, elimina cualquier tipo de patógeno presente en el material vegetal y no es apto para albergar plagas peligrosas.

- Algunos resultados demuestran una acción positiva sobre la dinámica del fósforo, la proliferación de raíces y el crecimiento inicial en vivero.

Vandevivere y Ramírez (1998), menciona que las características de los abonos orgánicos, en la recuperación de los suelos se resume en los siguientes puntos:

- Pega: Los coloides orgánicos se asocian con las partículas del suelo y ayudan a mejorar su estructura.
- Esponja: La materia orgánica tiene una alta capacidad de retención de humedad, lo cual ayuda a reducir el déficit hídrico.
- Fertilizante y almacén: La liberación de los elementos en un abono orgánico es más lenta que en el caso de un fertilizante químico.
- Bioestimulante: El compost estimula el desarrollo de la microflora y microfauna en el suelo y el crecimiento radical.

#### **1.2.4. Compost INDUPALSA**

INDUPALSA S.A. (Industria de Palma Aceitera de Loreto y San Martín S.A.) procesa aproximadamente 4860 toneladas por mes para la extracción de aceite crudo de palma (ACP) que representa un 25% del racimo fruto fresco (RFF) y la nuez 5.6%, generando cantidades vertiginosas de desecho industriales de los cuales 20% pertenece al escobajo (RV), 8.4% de fibra y 41% representa a los efluentes (agua, florentino y lodo); como medio de mitigación del impacto ambiental, la empresa optó por el compostaje, utilizando el 20% del RV producido mensualmente (194.4 ton), a las que se le adiciona durante los 90 días, efluentes y estiércol de mula, terminando en un compost maduro.

Los subproductos de procesamiento de extracción del aceite crudo de palma poseen alto contenido en materia orgánica, micro-macronutrientes, microbiota y microfungia, por lo que la empresa optó por combinarlas y darles un valor agregado bajo condiciones de manejo, convirtiéndolo en compost maduro de escobajo; orientados a reemplazar la fertilización convencional con productos

químicos en algunos cultivos y en otros ser un excelente fertilizante mejorador de suelo.

El compost de indupalsa maduro de 90 días, combinado con estiércol de mula, presenta características fisicoquímicas como: pH de 8.31, M.O. con 20.80%, M. Seca con 29.81%, C.E. de 3.31 dS/m, 0.99% (N) - 0.31% (P) - 2.40% (K) – 0.56% (Mg) – 1.24% (Ca), y micronutrientes como Boro (15 ppm) y Zn (119 ppm) (Reporte de laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales [ICT], 02/11/2017) (Figura 16).

### **1.3. Morfología de la plántula de palma aceitera**

#### **1.3.1. Sistema radicular**

Corley y Tinker (2009), menciona que; la plúmula no emerge hasta que la coleorriza ha crecido 1 cm aproximadamente. Las primeras raíces adventicias nacen en un anillo, y dan origen a las raíces secundarias, antes de la aparición de la primera fronde.

Además, Slatyer (1967), menciona que; el mayor o menor grado de desarrollo de la raíz condiciona la tasa de absorción de agua por la plántula, lo cual a su vez afecta importantes procesos fisiológicos como la fotosíntesis, respiración, elongación celular y muchas otras actividades metabólicas.

Está demostrado que la mayor parte de la absorción de nutrientes es realizada a través de las raíces cuaternarias y los ápices absorbentes de las secundarias y terciarias, que miden 5 a 6 y 2 a 3 cm respectivamente. Las cuaternarias miden de 1 a 3 cm y no se lignifican (Corley & Tinker, 2009).

Las raíces de todas las clases muestran un tropismo positivo hacia las mejores condiciones de abastecimiento de agua y de nutrientes, y hacia donde haya material vegetal en descomposición (Hartley, 1983).

El crecimiento de la raíz es favorecido por la caliptra, la misma que actúa como sensor de gravedad y secretor de polisacáridos (mucigel). Este “gel” lubrica la raíz

durante la penetración del suelo, adhiriendo microorganismos y probablemente favoreciendo la formación de micorrizas (Cayón, 1999).

Varios estudios han informado que las plántulas de plántulas con más volumen de raíces tienen mayores posibilidades de supervivencia después del trasplante de campo (Haase y Rose, 1994; Davis y Jacobs, 2005).

Un mejor sistema de raíces puede llevar a una mayor capacidad de absorción y transporte de agua, mejorando así la capacidad de la plántula para manejar el estrés ambiental (Jacobs *et al.*, 2005 y Grossnickle, 2012).

### **1.3.2. El estípite**

Tiene forma de cono invertido, de cuyo ápice brotan las frondes. Este se alarga conforme emergen las frondes (Cayón, 1999). La situación de los nutrimentos en el estípite está correlacionada con desequilibrios en el sustrato, principalmente entre K y P que se manifiestan en un adelgazamiento del estípite. (Ramírez *et al.*, 2002).

La palma de aceite, por sus características de aceite con alto contenido de ácidos grasos insaturados, tiene una tasa de crecimiento está entre 10 a 60 cm por año, dependiendo del material genético (Quishpe, 2018). Por lo que Corley y Tinker (2009), afirman que el desarrollo inicial de la palma de aceite se centra en el aumento de una base ancha del estípite.

El estípite cumple con algunas funciones entre las cuales son: alberga el meristemo apical, transporte y almacenamiento del agua, nutrientes y de foto metabolitos, los cuales son transportados desde las frondes hacia las raíces, soporta las inflorescencias y las frondes, para maximizar la intercepción de la luz solar (Franco, 2010).

### **1.3.3. La fronde**

En fase de vivero, las frondes cambian por etapas, las primeras dos o tres frondes son cilindromorfas y sin laminas foliar Las frondes cuando la plántula está en fase de vivero cambian de forma conforme pasan los meses en vivero (Restrepo, 1996). Las siguientes frondes son lanceoladas, en frondes más tardías aparece una

hendidura de manera que esta se bifurca, rápidamente sigue a esto la división de las láminas entre las venas para formar los folíolos, aunque permanecen unidos entre sí por el ápice (Corley y Tinker, 2009).

Es posible que las palmas con menor emisión foliar desde el vivero produzcan menos racimos posteriormente porque la producción de frondes determina la producción total de racimos y los factores que afecten la producción de frondes, afectarán la producción real de los mismos (Bolívar, 1997).

#### **1.3.3.1. Formación de biomasa**

La acumulación de materia seca la plántula debe tener equilibrio entre la respiración y la fotosíntesis, implicando directamente en el aumento de biomasa (Ocampo, 1995). A medida que aumenta la temperatura aumenta la fotorrespiración y disminuye la eficiencia fotosintética y por lo tanto la formación de biomasa, por lo que la acumulación de peso seco de la fronde refleja la capacidad de crecimiento de la plántula, pues representa la actividad fotosintética y la absorción de elementos por parte de las raíces (Coto *et al.*, 1997).

Se menciona que la fotosíntesis en híbridos es más eficiente, asimilando mayores cantidades de CO<sub>2</sub> en lugares soleados y, en consecuencia, una mayor producción de materia seca total (Corley, 1976; Squire, 1990; Smith, 1993; Corley y Tinker, 2009).

La adición de fertilizantes orgánicos en el cultivo de palma aceitera en el vivero generó un aumento del 15% en la materia seca total y una 35% de aumento en el rendimiento de las plántulas maduras (Heriansyah *et al.*, 2010).

En palmas de vivero la materia seca corresponde a un 24% del peso fresco total, las raíces tuvieron alrededor de un 20% de materia seca, mientras que el follaje tuvo un 28% (Muños, 2003). A los 8 meses, una plántula de palma aceitera tiene 122 g.plant., aproximadamente (Chew y Teoh, 1973).

#### **1.3.4. Semilla**

Corley y Tinker (2009), menciona que el embrión es recto y mide cerca de 3 mm de largo y sirve como haustorio absorbiendo los nutrientes almacenados en el

endospermo. En el endospermo la semilla obtiene nutrientes como grasa (47%) y galactomannan (36%) de manera que está adaptada para mantener una plántula durante tres meses después de la germinación.

El embrión se desarrolla durante los siguientes tres meses, este es el tiempo que tiene la nueva plántula para establecerse por sí misma como un organismo capaz de realizar fotosíntesis y absorción de nutrientes (ASD, 2000).

## **1.4. Requerimientos edafoclimáticos**

### **1.4.1. Condiciones climáticas**

- a. Temperatura. La temperatura media anual apta para palma de aceite puede oscilar entre 20° y 35°C, la temperatura media mensual es considerada de 28°C la misma que resulta óptima para la palma (Hartley, 1988).

Barcelos *et al.*, (1995); Macedo y Rodríguez (2000) indica que temperaturas de 15°C durante varios días provocan la detención del crecimiento de las plántulas y disminuye también la producción de las palmas adultas.

- b. Precipitación. La palma aceitera requiere entre 1 500 a 2 500 mm de al año. Preferentemente, la precipitación debe ser igual o mayor a 2 000 mm anuales bien distribuidos durante el año. Las estaciones secas bien marcadas afectan el crecimiento y producción de la palma si no se cuenta con un riego adecuado (Rodríguez, 2000).
- c. Radiación Solar. Es uno de los factores más importantes, y se requieren de por lo menos 5 h diarias de sol durante todos los meses del año, aproximadamente 1800 h al año, siendo los límites inferiores de 1500 h (Hartley, 1988; Goncalvez, 2001; Wood y Corley, 1976) indicaron que la palma aceitera es una de las especies más eficientes en el uso de la energía luminosa y producción de biomasa.
- d. Humedad relativa. Surre y Ziller (1969), mencionan que las necesidades medias mensuales de humedad relativa para la palma aceitera son de 75 a

90%, las mejores zonas para este cultivo deben tener una humedad de 80 a 90%.

El régimen hídrico es uno de los principales factores que afectan el desarrollo de la palma aceitera, pues variaciones pluviométricas se reflejan en la sexualidad de inflorescencias y en producción de racimos, afectan la emisión foliar, número y peso medio de racimos (Bastos, 2000).

- e. Altitud. De 30 hasta 500 msnm los ecosistemas que presentan máximo potencial productivo de la palma, aceitera son las tierras bajas del trópico, con pocos metros sobre el nivel del mar y con pendientes menores al 6% (Borrero, 2006).

#### **1.4.2. Condiciones edáficas**

Duran *et al.*, (1999), mencionan que son varios problemas fitosanitarios de importancia se encuentran relacionados con condiciones del suelo que comprometen el desarrollo y mantenimiento de un sistema radical vigoroso.

Además, en esta etapa, el sustrato que se usará para el llenado de bolsa debe tener las condiciones físico - químicas necesarias que garanticen la disponibilidad, asimilación de nutrientes y agua, para las plántulas en desarrollo. “Los suelos utilizados deben tener buen drenaje, de textura ligeramente arcillosa; que tengan contenidos de materia orgánica mínimo de 1.5 a 2%” (Hidalgo, 2007).

La utilidad de la MO, gana gran importancia en relación con la nutrición y manejo de enfermedades, se ha demostrado que incorporaciones de material compostado mezclado con el sustrato mejora su estructura, ayuda al crecimiento de raíces, facilitado la absorción de nutrimentos, retención de humedad y la tolerancia a enfermedades (Pudrición del cogollo), en plántulas de vivero (Torres, 2013 y Henry, 2015).

- a. Características físicas. En los suelos ligeros, de textura arenosa a franco-arenosa, se presentan problemas de lavado y lixiviación de nutrientes, por lo

que su consistencia es insuficiente para el soporte de la plántula (Surre y Ziller, 1969).

Por ello, los suelos óptimos para el cultivo de la palma aceitera son suelos profundos con buen drenaje, de textura ligeramente arcillosa, con buen contenido en materia orgánica, topografía de plana a ligeramente ondulada con pendientes inferiores al 2% y con un nivel de fertilidad de medio a alto (Raygada, 2005).

Oliveros (1999) reportó que la densidad aparente ejerce un efecto negativo sobre el desarrollo radical, ya que el crecimiento de la raíz es limitado en suelos compactos y de textura fina. La densidad radical está correlacionada negativamente con la densidad aparente.

- b. Características químicas. Hidalgo (2007), menciona que el pH óptimo puede fluctuar entre 4 a 6, los elementos: Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Magnesio son de vital importancia, se obtienen mejores resultados en suelos ricos en materia orgánica (mínimo 1.5 a 2%) y elementos nutritivos bien equilibrados.

León (1998) indica que las palmas deficientes de fósforo presentan baja tasa de crecimiento, frondes cortas y pequeño diámetro del estípite.

- c. Características biológicas. Según Azcón, Aguilar y Barea (1996), afirman que el “sustrato” para palma aceitera, posee un sin número de poblaciones de microorganismos, de las cuales se sabe que se desarrollan actividades en el crecimiento, nutrición, producción de fitohormonas, solubilización de elementos minerales nutrientes de la plántula y protección frente a ciertos agentes fitopatógenos, etc.

## **1.5. Nutrición del cultivo**

Los viveros de palma aceitera deben llevar las mejores prácticas, para asegurar la producción de plántulas sanas, vigorosas y uniformes para la siembra en campo (Hong, 1992).

Los fosfatos amónicos (DAP, MAP) suplen adecuadamente el crecimiento hasta los 6-8 meses (N y P son los más importantes); las palmas de vivero requieren cantidades muy modestas de nutrimentos; se observó mejor respuesta a dosis pequeñas pero frecuentes; y el exceso de abono puede causar daño (altas dosis de N y K asociadas a deficiencia de Mg) (Bomers, 1973).

#### **1.5.1. Funciones y síntomas de deficiencia de Nitrógeno (N)**

- a. Funciones. Según Bomers (1973), la función principal es la síntesis de clorofila y su incremento, aumentando la capacidad fotosintética, además, Corley y Mock, (1972), mencionan que, el área foliar, la longevidad de la fronde y el número de frondes de palma aceitera aumenta con su aplicación. Es componente de la estructura de los aminoácidos, proteínas, ácidos nucleídos, vitaminas y muchos otros componentes (Ortiz y Fernández 1994).
- b. Deficiencias. Estudios revelan que el desbalance de N y K y elementos Ca y Mg, propician el desarrollo de enfermedades como la pudrición de cogollo. (Munévar, 2005). Su deficiencia en plántulas jóvenes se presenta con colores amarillos pálido en las frondes, observándose en las frondes inferiores, divisándose esto, en suelos de textura arenosa (Bertsch, 2000). No son muy evidentes en las frondes viejas como en las frondes superiores (jóvenes), donde los foliolos tienden a ser estrechos y cortos, reduciendo su crecimiento (Larez, 2003).

#### **1.5.2. Funciones y síntomas de deficiencia de Fósforo (P)**

- a. Funciones. Rankine y Fairhurst (1999), hacen mención que, es un elemento esencial para el desarrollo de la plántula de palma aceitera, y fundamental para el crecimiento radicular en el establecimiento, además, Navarro y Navarro (2003), afirman que la presencia del fósforo en la plántula es variable, ya que se encuentran en los tejidos, en forma de moléculas energéticas (ATP) y ácidos nucleótidos (ADN y ARN), participando directamente en la transferencia de energía.

La absorción se realiza en dos formas, primero como ion orto-fosfato primario ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ ), seguido de ion orto-fosfato secundario ( $\text{HPO}_4$ ), el cual es solubilizado por el  $\text{CO}_2$ , teniendo en cuenta que la palma tiene una mayor capacidad de absorción (Fundora *et al.*, 1983).

- b. Deficiencias. Durán *et al.*, (1999), Arabis (2000) y Ramírez *et al.*, (2002), mencionan que, disminuye el crecimiento foliar (longitud de fronde) y el diámetro del estípite; evidenciándose en una menor masa radical y con 0.015% de fósforo en un análisis foliar, con clorosis en frondes por caducar (Larez, 2003).

### **1.5.3. Funciones y síntomas de deficiencia de Potasio (K)**

- a. Funciones. El potasio tiene suma importancia en la apertura y cierre estomático, repercutiendo benéficamente en la tasa de evapotranspiración de la plántula en época de sequía (Espinoza, 1999). El potasio ayuda en el transporte de los productos de la fotosíntesis, la activación de enzimas y la síntesis de aceite (Rankine y Fairhurst, 1998).
- b. Deficiencias. Las deficiencias no son comunes en los viveros manejados apropiadamente y donde se ha utilizado un buen sustrato. La deficiencia se muestra inicialmente como manchas pequeñas de color verde olivo que luego se tornan amarillo-anaranjadas brillantes y transmiten luz (Oliveros, 1999).

La deficiencia de Potasio es común, ya que es un elemento móvil en la fronde y se pierde en épocas de lluvia intensa, además, su deficiencia es evidente en la deshidratación de la plántula (Tarmizi y Mohd, 2006).

### **1.5.4. Funciones y síntomas de deficiencia del Magnesio (Mg)**

- a. Funciones. Nutriente sumamente esencial, constituyente primario de la molécula de clorofila, fundamental en el proceso fotosintético, favorece la absorción del fósforo y participa como activar enzimático, y presenta en forma divalente  $\text{Mg}^{2+}$  (QuimiNet, 2007) y representa hasta 3% de la materia

seca y va ligado directamente con la producción de energía, haciendo a las demás funciones dependiente de él (Sequi, 2004).

- b. Deficiencias. Ross (2004), se reduce la absorción de este elemento en suelos ácidos, ya que aumenta la tendencia a lixiviarse, debido a menos sitios intercambiables. QuimiNet (2007), dado que el magnesio es móvil dentro de la plántula, los síntomas de deficiencia aparecen primero en las frondes inferiores y mayores. El primer síntoma es frondes pálidas, que luego desarrollan una clorosis intervenal.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. Materiales**

##### **2.1.1. Ubicación del campo experimental**

El trabajo de investigación se desarrolló en el vivero Pongo-Yumbatos, propiedad de la Asociación de Productores Jardines de Palma (JARPAL), ubicada en el Km 61.1, a 10 metros del puente Yuracyacu, margen derecha de la carretera Fernando Belaúnde Terry en el tramo Tarapoto-Yurimaguas, Sector Huicungo, distrito de Caynarachi, provincia de Lamas-Región San Martín.

##### a) Ubicación política:

Departamento : San Martín  
Provincia : Lamas  
Distrito : Pongo de Caynarachi  
Sector : Huicungo

##### b) Ubicación geográfica (WGS-84 / UTM zona 18 S):

Coord. Este : 357989.82  
Coord. Norte : 9300947.10  
Altitud : 380 m.s.n.m.m

##### **2.1.2. Antecedentes del campo experimental**

La investigación se realizó en el vivero Pongo-Yumbatos propiedad de JARPAL, a 20.00 m de la rivera del río Yuracyacu, poseyendo un área de 2.54 ha, habiéndose utilizado por más de 7 años fundamentalmente para la producción y cosecha de plántulas de palma aceitera, pudiendo su capacidad superar las 45 000 plántulas, las cuales son proyectadas para 200 ha en campo definitivo. Los suelos son aluviales, con textura franco arcillosa razón de su finalidad, además, en los últimos años se ha implementado un sistema de riego por aspersión.

### 2.1.3. Características edafoclimáticas

#### 2.1.3.1. Características edáficas

Constituida por suelos aluviales no muy profundos (40.00 cm). Presenta pH moderadamente ácido, con un suelo franco-arcilloso que tiene 1.76% de M.O., por lo que el nitrógeno es bajo (0.09%), así como también lo es el fósforo (5.80 ppm) y potasio (86.23 ppm), presenta también muy bajo contenido de micronutrientes y no presentando contenido de aluminio (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Análisis de suelo para sustrato del campo experimental*

Análisis de suelo		
Análisis	% Arena	30
Mecánico	% Arcilla	32
	% Limo	18
Clase Textural		F Arci
pH	5.76	Moderadamente ácido
CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	85.32	No hay problema de sales
M.O. %	1.76	Bajo
N %	0.09	Bajo
P ppm	5.80	Bajo
K ppm	86.23	Bajo
CIC	4.30	-
	$\text{Ca}^{+2}$	3.25
	$\text{Mg}^{+2}$	0.64
Cationes Intercambiables (meq/100g)	$\text{K}^{+}$	0.20
	$\text{Na}^{+}$	0.16
	$\text{Al}^{+3}$	0.00
	$\text{Al}^{+3} + \text{H}^{+1}$	0.00
% Saturación de Bases		100.00
% Aci. Inter.		0.00

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Foliars de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM-T.

Nota: Se extrajo la muestra, extrayendo 5 submuestras a 20 cm de profundidad. El resultado de análisis de suelo fue reportado el 20/10/2017.

### 2.1.3.2. Evolución de la composición fisicoquímico del sustrato de los tratamientos.

Se realizó tres muestreos consecutivos, para evidenciar las características fisicoquímicas de sustrato de los tratamientos a través de los 273 días en vivero. En los resultados se puede divisar la relación en el aumento de elementos químicos esenciales con mayores proporciones de compost y que en el lapso del tiempo estos se ven drásticamente disminuidos, como también el pH, la CIC y la CE.; por otro lado, el tratamiento químico aumenta sus características químicas, mientras que el testigo pierde gradualmente sus propiedades (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Análisis de sustrato por tratamiento.*

Análisis de sustrato		1° muestreo 20/10/2017					2° muestreo 02/03/2018					3° muestreo 15/07/2018				
Tratamientos		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
Análisis Mecánico	% Arena	52	63	53	30	30	50	49	52	30	48	48	50	48	31	48
	% Arcilla	22.5	19	21	32	32	24	21	20	30	31	31	18	31	27	31
	% Limo	25.5	28	26	18	18	23	26	29	22	21	21	25	21	30	21
Clase Textural		F Arc Are	F Arci	F Arc Are	F Arci	F Arci	F Arc Are	F Arc Are	F Arc Are	F Arci	F Arc Are	F Arc Are	F Arc Are	F Arc Are	F Arci	F Arc Are
pH		7.14	7.50	7.84	5.76	5.76	6.13	6.76	6.89	5.67	6.85	5.99	6.21	6.65	5.46	6.94
C.E. $\mu$ S/cm		346.20	499.40	827.20	85.32	85.32	254.30	396.00	444.00	79.32	461.00	234.22	315.12	345.87	57.95	3.21.12
M.O. %		1.93	2.05	2.36	1.76	1.76	2.12	2.96	3.12	1.43	2.96	2.02	2.47	2.69	1.23	2.20
N %		0.10	0.10	0.12	0.09	0.09	0.10	0.13	0.14	0.06	0.13	0.09	0.11	0.12	0.05	0.10
P ppm		6.60	8.60	12.00	5.80	5.80	8.23	10.12	13.12	5.41	12.15	6.15	8.01	10.23	5.01	12.56
K ppm		99.36	165.32	213.12	86.23	86.23	123.25	136.25	156.25	67.73	178.68	112.36	129.35	142.36	60.59	163.20
CIC		15.00	16.00	17.00	4.30	4.30	10.00	12.00	13.00	4.12	16.00	8.80	9.23	11.00	3.47	12.00
Cationes Intercambiables (meq/100g)	Ca <sup>+2</sup>	13.12	14.23	15.36	3.25	3.25	8.63	9.89	10.12	2.45	13.56	7.32	8.79	9.23	2.12	10.12
	Mg <sup>+2</sup>	0.96	1.02	1.16	0.64	0.64	0.56	0.68	0.87	0.34	1.12	0.33	0.55	0.78	0.28	0.96
	K <sup>+</sup>	0.30	0.40	0.50	0.20	0.20	0.30	0.30	0.40	0.13	0.50	0.25	0.33	0.40	0.09	0.40
	Na <sup>+</sup>	0.20	0.20	0.32	0.16	0.16	0.23	0.33	0.39	0.17	0.70	0.37	0.49	0.57	0.15	0.40
% Saturación de Bases		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
% Aci. Inter.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y foliares de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM-T.

### 2.1.3.3. Biomasa microbiana del sustrato

Según los reportes del Laboratorio de Microbiología Agrícola (Figura 20 y 21) de la UNSM-T, los valores de actividad biológica de un suelo o sustrato no poseen una escala que defina que sea alta o baja, pero una mayor actividad microbiana aeróbica se traduce en la mayor eficiencia en el ciclaje de nutrientes para una adecuada nutrición vegetal, aunque esta aseveración no siempre se aplica (Tabla 2).

Se observa un incremento en los primeros meses de la biomasa microbiana del sustrato (BMS) en relación con mayores porcentajes de compost de escobajo, mientras que los sustratos no enmendados con compost presentan menor BMS. En un muestreo final la BMS decreció drásticamente, aún más en los sustratos con compost habiendo relación con las características fisicoquímicas del sustrato en el tercer muestreo, pudiéndose comprender que la actividad microbiana disminuyó, dado que el material orgánico se ha consumado en los tratamientos compost de escobajo como también en aquellos a los que no se ha enmendado; es posible además, que las labores culturales en las que se ha aplicado pesticidas (control de malezas y control fitosanitario), hayan afectado negativamente la población microbiana del sustrato (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Análisis de biomasa microbiana de sustrato de los tratamientos*

		Análisis del sustrato				
Tratamientos		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
Biomasa microbiana (µgC.g <sup>-1</sup> )	1° muestreo 17/12/2017	945.5 a	947.91 a	1005.79 a	455.86 b	588.52 ab
	2° muestreo 15/08/2018	45.83 a	53.16 a	33.00 a	84.32 b	80.65 b

Fuente: Laboratorio de Microbiología Agrícola de la facultad de ciencias agrarias de la UNSM-T.

### 2.1.3.4. Características climáticas

Según el sistema de clasificación de Holdridge *et al.* (1984), la locación del campo experimental posee una zona de vida ubicada dentro del Bosque Húmedo Subtropical (bh-S/bmh-S). Durante el periodo de investigación, se obtuvo una

biotemperatura promedio de 25.07 °C, obteniendo una precipitación de 2320 mm, con una humedad relativa promedio de 88.71% y 13.58 m.s<sup>-1</sup> como promedio de velocidad del viento. Los datos meteorológicos que se registraron durante el experimento (octubre de 2017 a julio de 2018), se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Datos meteorológicos de la ECO - JARPAL (2018).*

MESES	T (°C)			H.R. (%)	PPT. (mm)	V. Viento (m/s)
	Alta	Media	Mínima			
oct-17	34.7	25.7	20.3	85.2	192.0	19.4
nov-17	34.7	25.3	17.2	87.6	280.0	16.6
dic-17	33.6	25.6	20.9	90.6	371.0	15.8
ene-17	34.7	25.8	17.2	87.5	198.0	16.6
feb-18	32.9	24.9	20.9	91.0	374.0	14.4
mar-18	34.4	25.7	20.4	89.5	307.0	14.4
abr-18	34.0	25.8	20.8	89.1	145.0	9.7
may-18	34.2	25.8	20.9	89.2	180.0	10.5
jun-18	33.9	25.7	20.8	88.9	152.0	8.7
jul-18	32.4	24.7	18.7	88.5	121.0	9.7
Total	<b>339.5</b>	<b>255.0</b>	<b>198.1</b>	<b>887.1</b>	<b>2320.0</b>	<b>135.8</b>
Promedio	<b>34.0</b>	<b>25.5</b>	<b>19.8</b>	<b>88.7</b>	<b>232.0</b>	<b>13.6</b>

Fuente: Archivos de la Estación Climatológica Ordinaria (ECO) -JARPAL, 2018; Calibrado por SENAMHI.

## 2.2. Metodología

### 2.2.1. Tipo y nivel de investigación

#### Tipo

Aplicada: Su finalidad es la aplicabilidad del conocimiento científico, en aras de resolver problemas de forma inmediata, contando con antecedentes del estudio que, contrastados mejorarán la toma de decisiones con respecto al manejo de viveros de palma aceitera, para la obtención de plántulas vigorosas.

#### Nivel

Descriptivo experimental y explicativo. Por cuanto hace referencia al cómo se comporta el compost de escobajo como fertilizante mejorador de suelo, en los

resultados cuantitativos de las evaluaciones en las plántulas de palma aceitera y del sustrato, a nivel de vivero.

### 2.2.2. Diseño de investigación

#### a. Diseño experimental

En el desarrollo del proyecto de investigación, se aplicó el “Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA)” (Figura 15), sistematizados en tres bloques con 5 tratamientos, tres repeticiones por tratamiento, 9 unidades experimentales por tratamiento, teniendo un total de cuarenta y cinco (45) unidades experimentales en el campo experimental (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Distribución de tratamientos/bloques en el campo experimental*

BLOQUE I					BLOQUE II					BLOQUE III				
T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>

#### b. Análisis de varianza

Se utilizó la técnica de análisis de varianza (ANVA), con la Prueba Tukey al 5% y el coeficiente de variabilidad (CV) (Tabla 6).

**Tabla 6**

*ANVA para los tratamientos*

Fuente de variabilidad		GL.
<b>Bloques</b>	<b>(r-1)</b>	3-1 = 2
<b>Tratamiento</b>	<b>(t-1)</b>	5-1 = 4
<b>Error</b>	<b>(t-1) (r-1)</b>	4x2 = 8
<b>Total</b>	<b>(rt-1)</b>	15-1 = 14

#### c. Tratamientos estudiados en la investigación

Para los tratamientos, se ha dosificado de acuerdo con la capacidad de la bolsa de polietileno, siendo su máximo 20 kg de sustrato (Tabla 7).

**Tabla 7***Tratamientos estudiados*

Tratamiento		Descripción
T <sub>1</sub>	15 % =	3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo
T <sub>2</sub>	30 % =	6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo
T <sub>3</sub>	45 % =	9 kg de compost de escobajo + 11 kg de suelo
T <sub>4</sub>	Testigo Absoluto =	Sin ningún tipo de fertilizantes
T <sub>5</sub>	Testigo =	Fertilizantes químicos

Para la evaluación de costos de producción, se ha determinado en base al costo de producción de cada uno de los tratamientos estudiados, valuando la venta de plántulas en soles, obteniendo la rentabilidad.

### 2.2.3. Dimensiones del campo experimental

- **Área**

Largo	:	49.20 m
Ancho	:	14.40 m
Área Total	:	708.48 m <sup>2</sup>

- **Bloques**

Largo	:	15.20 m
Ancho	:	12.80 m
Área de cada bloque	:	194.56 m <sup>2</sup>
Área total de bloques	:	583.68 m <sup>2</sup>
Distancia entre bloques	:	1.00 m
Número de bloques	:	03
Número de Tratamientos por bloque	:	05

- **Tratamientos**

Número de Parcelas	:	15
Largo	:	2.80 m
Ancho	:	3.60 m
Área por parcelas	:	10.08 m <sup>2</sup>

Área total de parcelas	:	362.88 m <sup>2</sup>
Distancia entre parcelas	:	1.00 m
Sistema de Viverización	:	tribolillo
Número de hileras a evaluar	:	2-3
Número de plántulas a evaluar	:	12
Distancia entre hileras	:	0.60 m
Distancia entre Plántulas	:	0.70 m
Número de plántulas por bolsa	:	01
Número de unidades experimentales/TTOS:	:	09
Número de unidades experimentales	:	45

### **2.3. Población y muestra**

#### **2.3.1. Población**

El total de plántulas de palma aceitera (unidades experimentales y no unidades experimentales), del campo experimental, ascendiendo a 1080 plántulas establecidas en el campo experimental.

#### **2.3.2. Muestra**

Lo conforman 36 plántulas evaluadas por cada tratamiento, siendo 540 plántulas el total instalados en el campo experimental, en el vivero Pongo-Yumbatos propiedad de JARPAL, distrito del Pongo de Caynarachi, provincia de Lamas, Región San Martín.

### **2.4. Instalación del campo experimental**

Se estableció de la siguiente manera para obtener los resultados deseados.

#### **2.4.1. Análisis fisicoquímico y microbiológico del sustrato**

Se realizó muestreos consecutivos, para el análisis fisicoquímico y microbiológico del suelo y sustrato de cada uno de los tratamientos a 20 cm de profundidad de la bolsa almaciguera, a 10 cm del estípite de la plántula.

Las muestras para análisis fisicoquímicos se llevaron a analizar en el Laboratorio de Suelos, Agua y Foliare y los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Microbiología Agrícola, de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

#### 2.4.2. Delimitación del campo experimental

Se realizó el 03 de octubre del 2017, delimitando el área total de ejecución del experimento, organizados en filas de 4 plántulas, tres bloques alineados en una sola columna, cada bloque con 360 plántulas y separados entre sí a 1.00 m; posteriormente se utilizó el área bruta, al distanciar las plántulas, distribuyendo los tres bloques, con 5 tratamientos, tres repeticiones, con un total de 1080 plántulas y 540 plántulas evaluadas.

#### 2.4.3. Preparación del sustrato

Esta labor se llevó a cabo el 27 de setiembre del 2017, que consistió en mecanizar la capa arable del suelo con un tractor agrícola implementado con rastra de discos, suelo que será utilizado para sustrato.

Para los tratamientos T<sub>4</sub> (testigo absoluto, sin ningún fertilizante) y T<sub>5</sub> (testigo, fertilización química), se utilizó el suelo mecanizado como sustrato.

Para la mezcla con compost de escobajo: Labor ejecutada del 10 al 11 de octubre 2017, en las que se mezcló con suelo de acuerdo con la dosificación establecida en los tratamientos (Figura 1).



**Figura 1:** Mezcla de sustrato: a. Pesaje de suelo para mezcla; b. Mezcla y homogenización de sustrato (suelo + dosis de compost de escobajo).

#### 2.4.4. Llenado de bolsas o fundas

Esta labor se realizó del 10 al 11 de octubre del 2017 con el apoyo de 6 operarios, utilizando suelo mecanizado para los tratamientos T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>, y con mezcla suelo + compost de escobajo para los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> (Figura 2); Se utilizó bolsas de polietileno negro (de 45cm x 45cm con espesor de 0.5 mm, con 36 orificios), resistente a la radiación UV, llenados con ayuda de una pala, dejando un espacio de 3 cm del borde, para ser rellenas posteriormente con escobajo picado.



*Figura 2:* Llenado de bolsas almacigueras con sustrato (suelo + compost).

#### 2.4.5. Distanciamiento de bolsas

Esta labor se realizó en dos etapas, de la siguiente manera:

Etapa N° 1: Se efectuó del 10 al 11 de octubre del 2017, colocando las bolsas llenadas en filas de 4, agrupadas en tres columnas consecutivas de 360 plántulas cada una, y separadas entre sí por 1.20 m, orientadas de este a oeste; metodología usada para bajar costos de producción en aplicación y herbicidas (Figura 3:c).

Etapa N° 2: Se efectuó el 12 de enero del 2018 después de tres meses. Se utilizó el cordel de nilón de 50.00 m, tensado y amarrado en los extremos de estacas, facilitando el distanciamiento y alineado para separación de plántulas, y otro cordel de 100 m, para la separación entre filas; se utilizó con una vara de 70 cm para la separación de plántulas, y otra de 60 cm para la separación de calles. El alineamiento de fundas es con el sistema de tribolillo, y la separación entre bloques es de 1.00 m (Figura 3: d).



**Figura 3:** Distanciamiento de bolsas: c. Disposición de bolsas en hilera de 4; d. Alineado y separación de plántulas a 0.70 m y 0.60 m entre fila.

#### 2.4.6. Siembra

La siembra se realizó el 12 de octubre del 2017, con apoyo de tres operarios de la empresa INDUPALSA S.A., previamente capacitados para esta delicada labor, utilizando semillas del material genético Deli Dura x La Mé, en cada bolsa se hizo un hoyo con el dedo índice en el centro, de 3 cm aproximadamente de profundidad, considerando la posición positiva del coleóptilo y negativa de la coleorriza, enterrándola ligeramente (Figura 4).



**Figura 4:** Siembra de semilla germinada: e. Forma correcta de sembrado, posición positiva del coleóptilo; f. Siembra de la semilla Deli Dura x La Mé, en la bolsa almaciguera.

#### 2.4.7. Sistema de riego y drenaje

El sistema de riego por aspersión (1.20 m de alto y 3.00 m de radio de moje) funciono después de la siembra, por una hora en la mañana y tarde, programándolo así los primeros 2 meses de baja precipitación (Figura 5); en días de altas precipitaciones esta labor era suspendida y se cavaban drenes internos en el área experimental para la expulsión de excedentes de agua.



**Figura 5:** Riego en plántulas: g. Riego por aspersión sobre plántulas de palma aceitera; h. Bomba centrífuga de 6.5 HP extrayendo agua del río Yuracyacu.

#### 2.4.8. Porcentaje de emergencia

El porcentaje de emergencia se calculó el 13 de noviembre del 2017, después de 31 días de haberse efectuado la siembra, labor que consistió en el conteo de plántulas emergidas en porcentaje, en cada uno de los tratamientos y bloques, los resultados obtenidos son referenciales (Ver Tabla 17) y se han utilizado para el cálculo de la densidad de plántulas en vivero en el análisis económico (Ver Tabla 15).

#### 2.4.9. Labores culturales

##### 2.4.9.1. Control de malezas

Durante los primeros tres meses se efectuaron deshierbes manuales, al cuarto mes se comenzó con la aplicación de herbicidas pre emergente para fronde ancha y angosta (Indaziflam 50%) a razón de  $0.2 \text{ l.ha}^{-1}$ , y glifosato a razón de  $1.0 \text{ l.ha}^{-1}$ , a una distancia de 20 cm del suelo entre las calles de las plántulas alineadas, evitando contacto de la solución con cualquier parte de la plántula (Figura 6).



**Figura 6:** Realizando el control de maleza con un pre emergente.

### 2.4.9.2. Aplicación de fertilizantes

Las labores de aplicación de dosis de fertilizantes al T<sub>5</sub> se iniciaron el 11 de noviembre del 2017, a 30 días después de la siembra (DDS), siendo esta fecha establecida para la aplicación mensual, hasta 11 julio del 2018. La aplicación fue en forma circular a 8 cm aprox de la base del estípite, evitando el quemado de plántula y mejorando la absorción de nutrientes (Figura 7).



**Figura 7:** Fertilización del T<sub>5</sub>: i. Dispersión de la dosis de fertilizantes en forma circular; j. Labor de aplicación de fertilizantes.

### 2.4.9.3. Aplicación de escobajo picado

Esta labor se efectuó el 10 de diciembre del 2017, utilizando escobajo picado, aplicándolo de forma tal que no esté muy denso en la bolsa, ni muy pagado al estípite de la plántula (Figura 8). Se realizó con ayuda de dos operarios de la empresa INDUPALSA S.A.; la práctica reduce los costos de mantenimiento, al inhibir el crecimiento de malezas, manteniendo la humedad en épocas de baja precipitación.



**Figura 8:** Aplicación de escobajo picado: k. Disposición del escobajo picado en la plántula; l. Labor de aplicación de escobajo picado.

#### 2.4.9.4. Control fitosanitario

La mortandad de plántulas en vivero al inicio fue causada por una especie de formícido, destruyendo las raíces en desarrollo y el meristemo, se controló con Chlorpyrifos a  $0.3 \text{ l.ha}^{-1}$ . Pero el gusano cogollero (*Spodoptera sp.*), fue el que mayor daño causó defoliando el cogollo, se controló con aplicaciones de Cipermetrina a  $0.2 \text{ l.ha}^{-1}$  (Figura 9: ll).

Para el control de fitopatógenos, se realizó aplicaciones preventivas mensuales con Mancozeb 80% a razón de  $0.4 \text{ kg.ha}^{-1}$  y Benomil 50% a razón de  $0.3 \text{ kg.ha}^{-1}$ , como curativo, a los 90 DDS, se presentó el ataque de chupadera que se controló con aplicaciones cada dos semanas, durante mes y medio (Figura 9:m).



**Figura 9:** Daños por plaga. ll) *Spodoptera sp.* defoliando. m) Ataque de chupadera.

#### 2.4.9.5. Selección y eliminación de plántulas

Se realizó en el transcurso de enero a los 90 DDS, se eliminó las plántulas que presentaron las características siguientes: pequeñas con respecto al promedio general, frondes torcidas, deformes, mal sembradas, albinas, cola de golondrina (frondes largas bifurcadas), frondes muy pegadas y cloróticas.

Fueron eliminadas 173 plántulas, que representaban el 16% de eliminación por selección del control de calidad de plántulas.

### 2.5. Indicadores de la variable

Se evaluaron los indicadores de la variable, a los 273 días después de la siembra (DDS), efectuando la metodología propuesta por Tocto (2016).

### 2.5.1. Altura de plántula

Se evaluó con una wincha de 5 m de largo, desde el nivel del suelo de la bolsa almaciguera, hasta la parte apical de la fronde número dos, en cada plántula por unidad experimental (Figura 10).



*Figura 10:* Medición de altura de plántulas a los 4 meses.

### 2.5.2. Longitud de fronde

Se evaluó con la medición de la fronde N°2 en cada plántula por unidad experimental, midiendo desde la intersección de la base peciolar hasta el ápice del foliolo central con una wincha de 5 m.

### 2.5.3. Número de frondes

Se evaluó la fronde de cada plántula por cada una de las unidades experimentales (Figura 11).



*Figura 11:* Conteo de frondes en plántulas de 2 meses.

### 2.5.4. Diámetro de estípite

Se evaluó esta variable mediante el uso del vernier electrónico, midiendo el diámetro de estípite por plántulas de cada una de las unidades experimentales del tratamiento.

### 2.5.5. Peso fresco radicular

Al finalizar la investigación se eligió al azar 12 plántulas por tratamiento y se procedió a la extracción total de raíces de cada plántula evaluada, con el criterio de a mayor masa radicular mejor absorción de nutrientes (Figura 12).



**Figura 12:** Las plántulas con tratamientos de compost de escobajo, presentan mayor cantidad de raíces terciarias y cuaternarias, en comparación a los otros tratamientos

### 2.5.6. Peso seco total

Después de haberse evaluado el último indicador, se procedió a cortar por separado (raíz, estípites y frondes), en el caso del estípites y frondes, se secó a 70 °C durante 48 horas, luego se constató su peso. En caso de las raíces, se secó en la estufa a 40 °C durante 48 horas.

### 2.5.7. Respiración basal del suelo

Se evaluó, de acuerdo con los resultados obtenidos del primer y segundo análisis microbiológicos (efectuado en el Laboratorio de Microbiología Agrícola de la UNSM-T), de los cinco tratamientos; se observó la producción de CO<sub>2</sub> en mg. kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> es decir el CO<sub>2</sub> respirado por kilogramo del sustrato por hora, por la biomasa microbiana.

### 2.5.8. Análisis económico

Se determinó de la siguiente manera:

Ingreso Bruto	= N° de plantones/ha x Precio de venta S/.
Ingreso Neto (Utilidad)	= Ingreso bruto – Costo de producción.
Relación B/C	= Ingreso neto (Utilidad) / Costo de producción.

# CAPÍTULO III

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Resultados

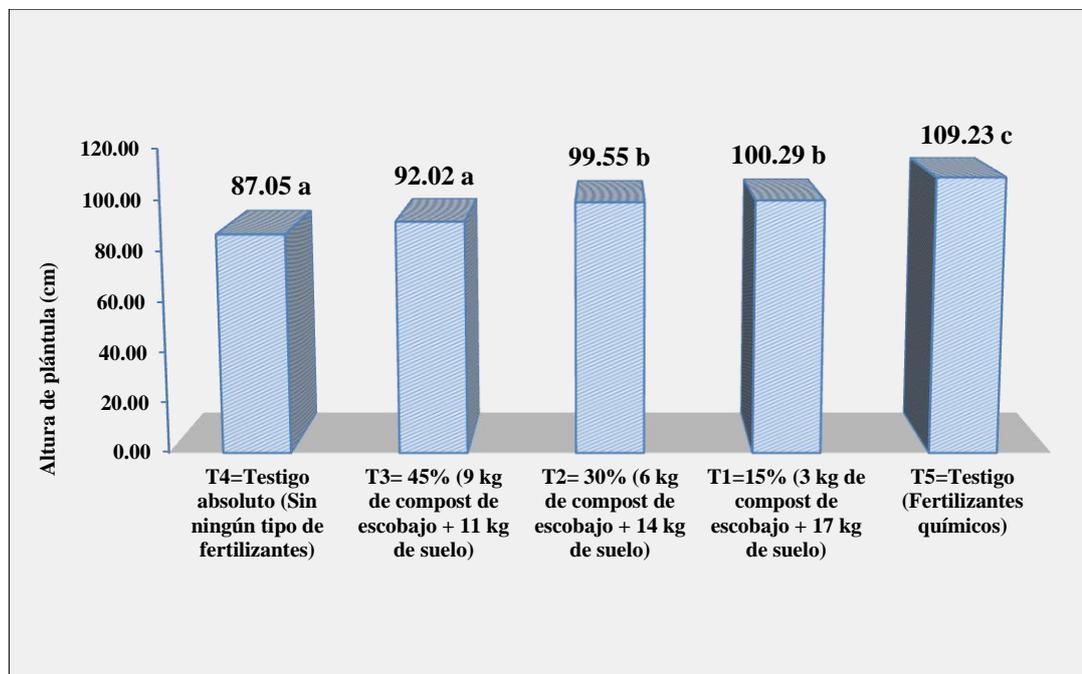
#### 3.1.1. Altura de plántula

**Tabla 8**

*ANVA para altura de plántula en cm, a los 273 DDS*

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sig.
Bloques	3.74	2	1.87	0.21	0.82 N.S.
Tratamientos	866.32	4	216.58	23.88	0.00 **
Error exp.	72.56	8	9.07		
<b>Total</b>	<b>942.62</b>	<b>14</b>			

$R^2 = 92.30\%$                       % C.V. = 3.08%                       $\bar{Y} = 97.63 \text{ cm}$



*Gráfico 1:* Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de altura de plántula.

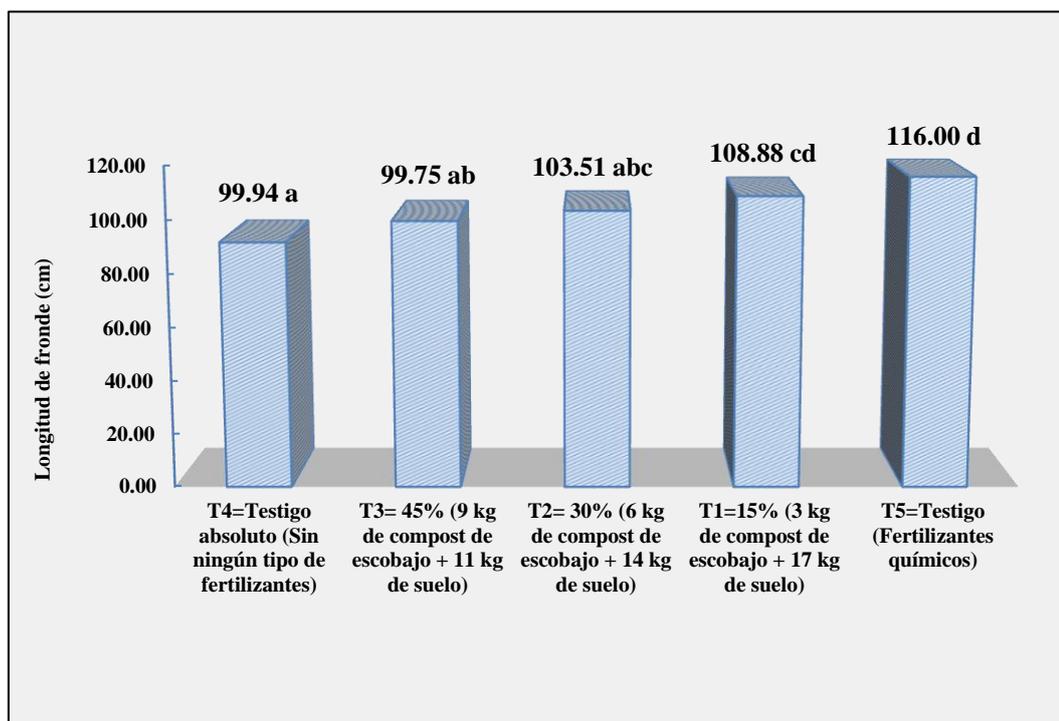
### 3.1.2. Longitud de fronde

**Tabla 9**

*ANVA para longitud de fronde en cm, a los 273 DDS*

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Bloques</b>	34.85	2	17.43	0.30	0.75 N.S.
<b>Tratamientos</b>	994.93	4	248.73	4.31	0.04 *
<b>Error exp.</b>	461.62	8	57.70		
<b>Total</b>	1491.41	14			

$R^2 = 69.00\%$       % C.V. = 7.30%       $Y = 104.02$  cm



**Gráfico 2:** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de longitud de fronde.

### 3.1.3. Número de frondes

**Tabla 10**

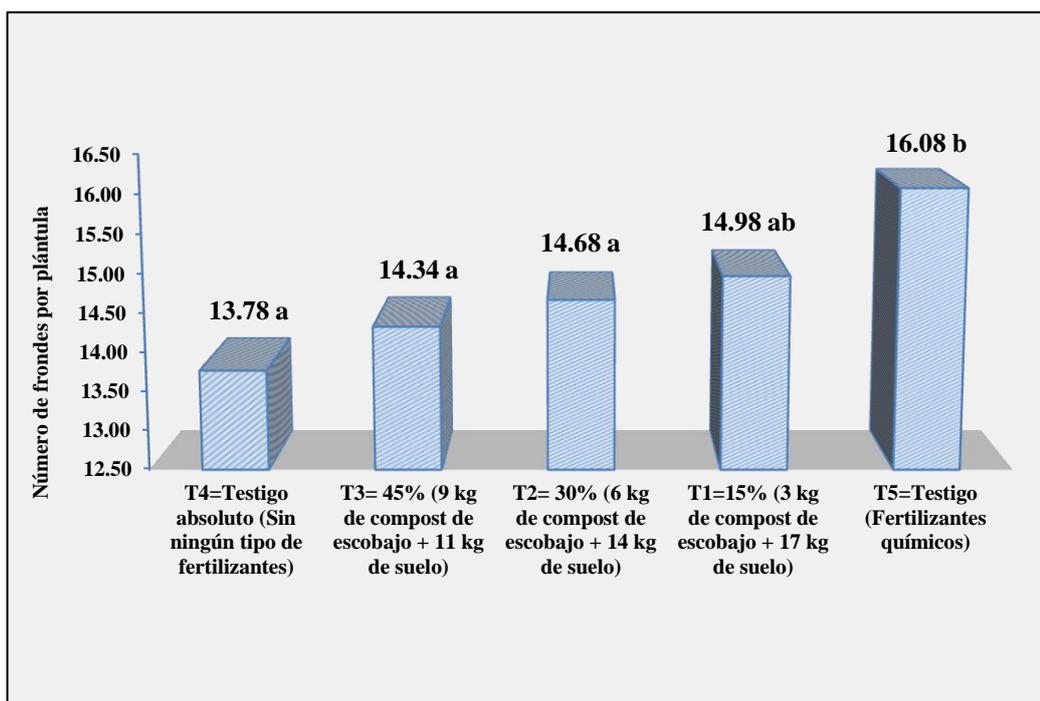
ANVA para número de frondes por plántula a los 273 DDS, (datos transformados  $\sqrt{x}$ )

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sig.
Bloques	0.03	2	0.01	2.11	0.19 N.S.
Tratamientos	0.14	4	0.04	5.70	0.02 *
Error exp.	0.05	8	0.01		
Total	0.22	14			

$R^2 = 71.10\%$

% C.V. = 5.36%

$Y = 14.77$  cm



**Gráfico 3:** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de número de frondes por plántulas.

### 3.1.4. Diámetro del estípite

Tabla 11

ANVA para diámetro del estípite en mm, a los 273 DDS

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sig.
Bloques	13.87	2	6.94	1.73	0.24 N.S.
Tratamientos	1607.31	4	401.83	100.37	0.00 **
Error exp.	32.03	8	4.00		
Total	1653.22	14			

$R^2 = 98.10\%$

% C.V. = 2.11%

$Y = 94.95$  mm

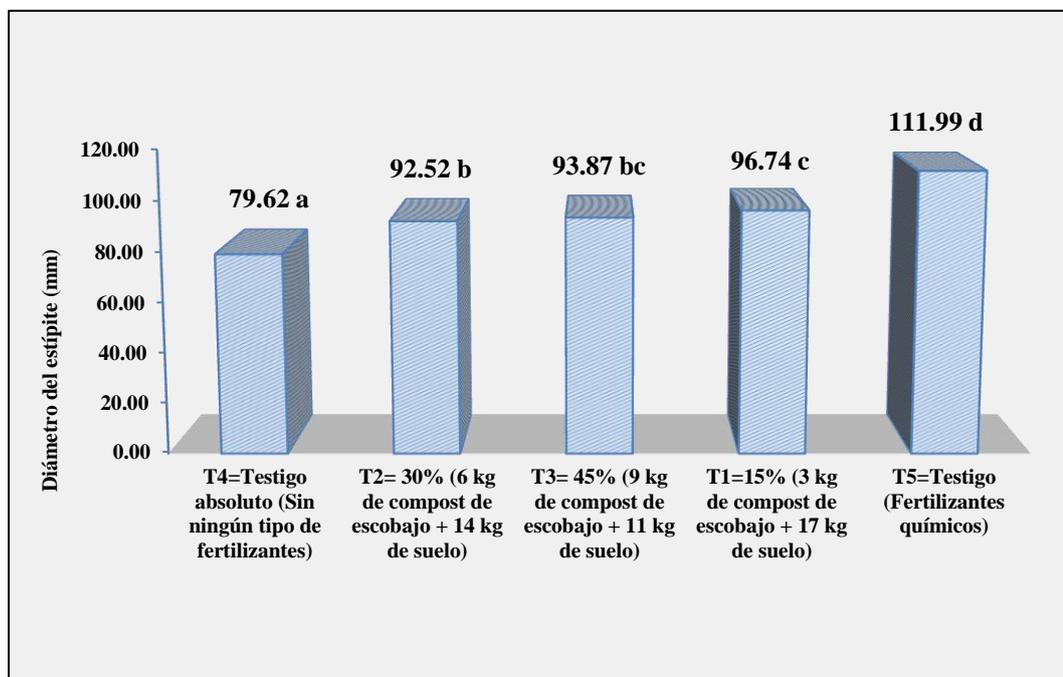


Gráfico 4: Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios del diámetro del estípite de plántula.

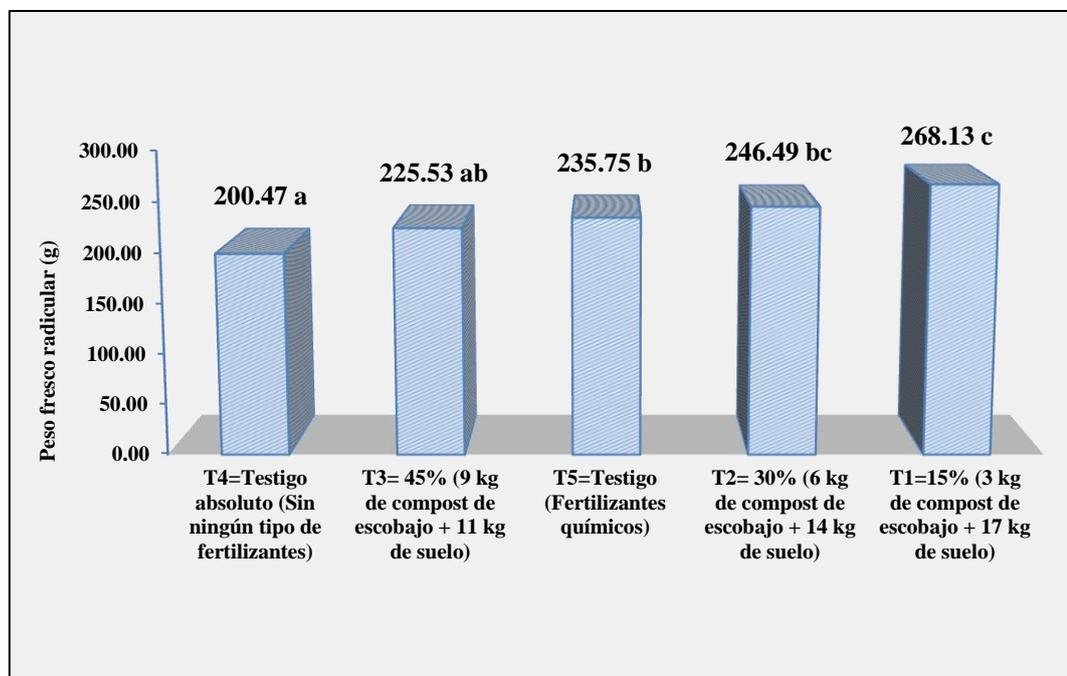
### 3.1.5. Peso fresco radicular

**Tabla 12**

*ANVA para peso radicular fresco en g, a los 273 DDS*

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Bloques</b>	350.51	2	175.26	0.74	0.51 N.S.
<b>Tratamientos</b>	7535.37	4	1883.84	7.94	0.01 **
<b>Error exp.</b>	1901.12	8	237.64		
<b>Total</b>	9787.00	14			

$R^2 = 80.60\%$                       % C.V. = 6.55%                       $\bar{Y} = 235.27$  g



**Gráfico 5:** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de peso radicular fresco de plántula.

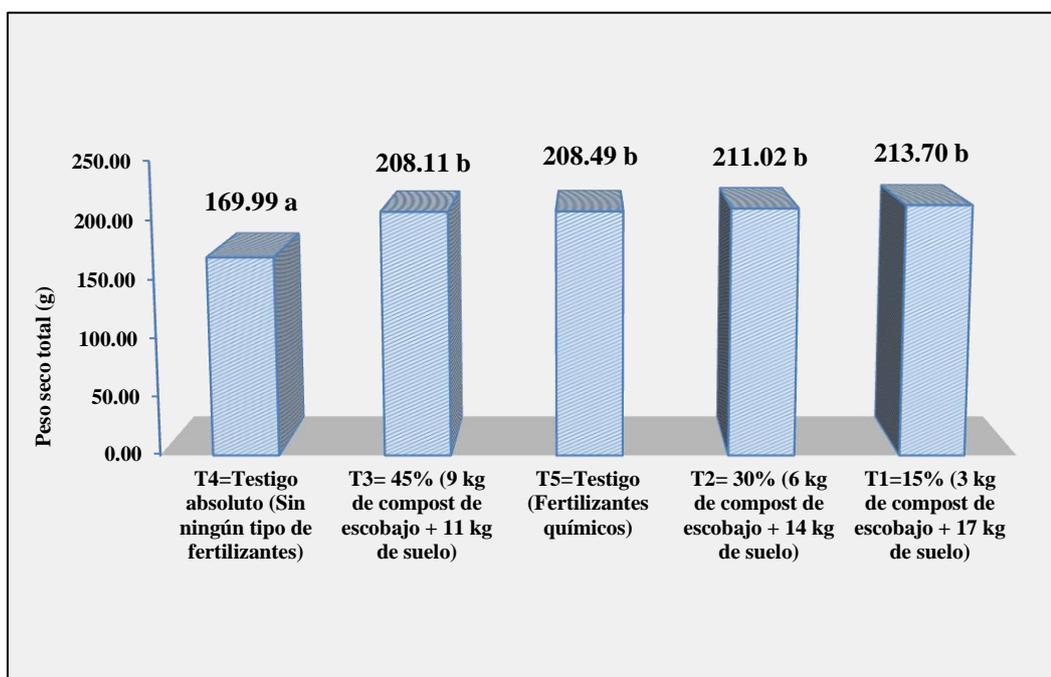
### 3.1.6. Peso seco total

**Tabla 13**

*ANVA para peso seco total en g, a los 273 DDS*

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sig.
Bloques	19.46	2	9.73	0.18	0.84 N.S.
Tratamientos	3965.85	4	991.46	18.21	0.00 **
Error exp.	435.64	8	54.46		
Total	9787.00	14			

$R^2 = 90.10\%$                       % C.V. = 3.64%                       $Y = 202.26 \text{ g}$



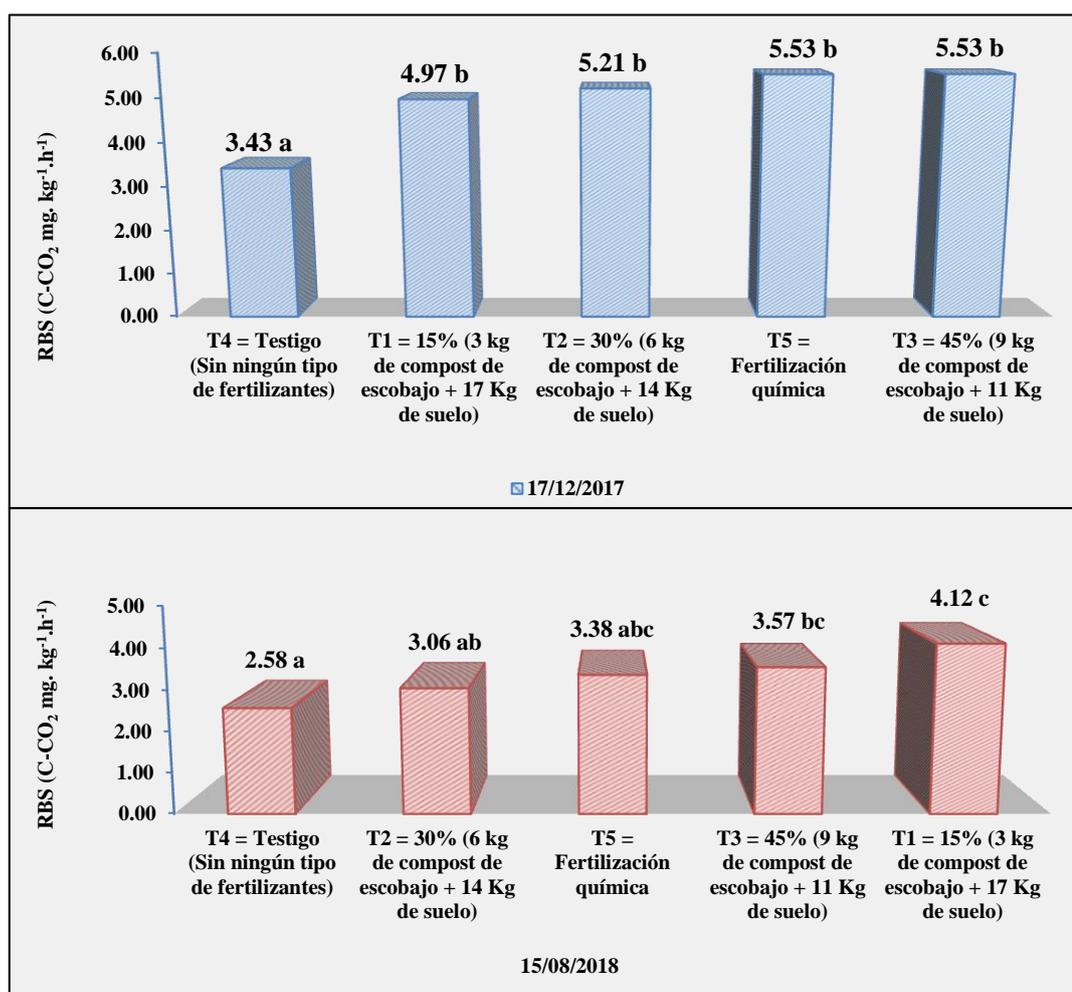
**Gráfico 6:** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de peso seco total de plántula.

### 3.1.7. Respiración basal del suelo

**Tabla 14**

ANVA para Respiración basal del suelo del sustrato C-CO<sub>2</sub> mg. kg<sup>-1</sup>. h<sup>-1</sup>: inicio y final.

DDS	F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sig.	C.V.	R <sup>2</sup>
17/12/2017	Tratamientos	9.14	4	2.29	24.44	0.00 **		
	Error exp.	0.94	10	0.09			6.20	90.7
	Total	10.08	14					
15/08/2018	Tratamientos	3.95	4	0.99	5.11	0.02 *		
	Error exp.	1.93	10	0.19			13.15	68.2
	Total	5.89	14					
				Y <sub>1</sub> = 4.93 C-CO <sub>2</sub> mg. kg <sup>-1</sup> . h <sup>-1</sup>				
					Y <sub>2</sub> = 3.34 C-CO <sub>2</sub> mg. kg <sup>-1</sup> . h <sup>-1</sup>			



**Gráfico 7:** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de respiración basal del suelo para sustrato de los tratamientos.

### 3.1.8. Análisis económico

**Tabla 15**

*Análisis económico*

TTO	Rendimiento plántulas/ha	Costo de Producción (S/)	Precio de Venta (S/)*	Ingresos Bruto (S/.)	Ingreso Neto (S/)	Relación B/C
T <sub>1</sub>	23 009.98	151 913.03	12.00	276 119.76	124 206.73	0.82
T <sub>2</sub>	23 286.18	167 566.60	12.00	279 434.16	111 867.56	0.67
T <sub>3</sub>	23 286.18	183 211.22	12.00	279 434.16	962 22.94	0.53
T <sub>4</sub>	23 037.76	136 262.99	12.00	276 453.12	140 190.13	1.03
T <sub>5</sub>	23 190.15	153 223.06	12.00	278 281.8	125 058.74	0.82

FUENTE: Bach. Tommy K. Romero Mera, Costos de producción de JARPAL

\*: El precio de S/ 12.00 Soles, es asignado por JARPAL exclusivamente para socios, mientras que para terceros es de S/ 14.00 Soles.

## 3.2. Discusión

### 3.2.1. Altura de plántula

La Tabla 8, presenta el Análisis de Varianza para la altura de plántula a los 273 DDS, que indica la no significancia estadística de resultados entre bloques, debido a la posible homogeneidad de estos en el área experimental. La existencia de alta significancia entre tratamientos arrojada por la fuente de variabilidad y definida con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ; Gráfico 1). El coeficiente de variabilidad de 3.08%, muestra la confiabilidad de datos y el  $R^2$  de 92.30% demuestra que la variable evaluada ha sido muy bien explicada por el efecto de los tratamientos.

La prueba de significación de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), muestra la diferencia estadística en los promedios de alturas de plántulas de los tratamientos estudiados, siendo T<sub>5</sub> (Fertilización química) quien obtuvo el mayor promedio con 109.23 cm, seguido por los tratamientos con compost, T<sub>1</sub> (15% = 3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo) con 100.29 cm, T<sub>2</sub> (30% = 6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo) con 99.554 cm, no habiendo diferencia significativa estadística en estos dos últimos, pero superando al T<sub>3</sub> (45% = 9 kg de compost de escobajo + 11 kg de suelo) y T<sub>4</sub> (Testigo = Sin ningún fertilizante) los cuales obtuvieron promedios

estadísticamente similares de 92.02 cm y 87.05 cm de altura de plántula, respectivamente.

El mayor promedio obtenido en el T<sub>5</sub> de 109.23 cm es respaldado por Tocto (2016), quien menciona que los compuestos fosfatados y nitrogenado suplen el crecimiento general de la plántula hasta los 6 a 8 meses, y en su investigación a los 260 DDS obtuvo un promedio de 87.66 cm, aplicando 50-50-25 (Urea, DAP Y KCL); Los resultados obtenidos en los tratamientos con compost de escobajo son prometedores, siendo la dosis del T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> relativamente competitivo con 100.29 cm y 99.56 cm frente a una fertilización química, mientras que una dosis mayor (T<sub>3</sub>) afecta el desarrollo en esta variable siendo igual al testigo (T<sub>4</sub>), esto es corroborado por Garbanzo (2017), quien alude que, la altura de plántula se ve afectada cuando es mayor la dosis de compost de escobajo, recomendando 12% de compost más 88% de suelo; por otra parte, se observó una mejora sustancial en la composición fisicoquímica y microbiológica del sustrato, debido a la aplicación de compost de escobajo, esto respaldado por Laureano (2014), en cuya investigación obtuvo un altura de plántula 17.63 cm aplicando 70% de suelo más 30% desechos industriales.

Los resultados alentadores obtenidos a menores dosis de compost de escobajo reflejan la estabilidad del sustrato, respaldado por Darnosarkoro y Sutarta (2002), quienes mencionan un efecto positivo de la aplicación de compost de escobajo sobre las propiedades fisicoquímicas del sustrato en vivero de palma aceitera, ya que el desarrollo de las plántulas pudo además ser influenciada por la actividad microbiológica, confirmando así lo mentado por Ansorena (1994), Cervantes (2004), Benedetti et al., (1998) y Altieri y Nicholls (2006), quienes efectuaron trabajos relacionados con los abonos orgánicos, dado que a los 66 DDS se evidencio una biomasa microbiana (ver Tabla 3) de 945.5  $\mu\text{g C. g}^{-1}$  en el T<sub>1</sub> y 947.91  $\mu\text{g C. g}^{-1}$  en el T<sub>2</sub> en el que el ciclaje de nutrientes se realizó de manera eficiente, proveyendo a las plántulas los elementos esenciales de forma asimilable en el transcurso de los 207 días restantes, posteriormente se observó que la evolución de nutrientes en los mencionados tratamientos decrece en los elementos como nitrógeno de 0.10% a 0.09% , fósforo de 6.60 ppm a 6.15 ppm y magnesio de 0.96 meq.100 g a 0.33 meq.100 g, en el T<sub>1</sub> (ver Tabla 3); la actividad

microbiológica disminuyó drásticamente en tratamientos con dosis de compost a los 273 DDS, así como también en el T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>.

### 3.2.2. Longitud de fronde

La Tabla 9, muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para longitud de fronde, en el que según la fuente de variabilidad no existe diferencia estadística entre bloques, debido a una posible homogeneidad de estos en el área experimental; Por otra parte, la fuente de variabilidad arrojó una interpretación estadísticamente significativa entre los tratamientos. El Coeficiente de Variabilidad de 7.30%, demuestra la confiabilidad de los datos para la variable y el R<sup>2</sup> de 69.00% demuestra que los tratamientos han influenciado en la variable.

La prueba de significación de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la longitud de fronde, la cual detectó diferencias estadísticas significativas entre los promedios obtenidos de los tratamientos en la investigación, siendo el T<sub>5</sub> (Fertilización química) con el mejor promedio obtenido de 116.00 cm, teniendo similitud estadística con el T<sub>1</sub> (15% = 3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo) con un promedio de 108.89 cm de longitud de fronde, seguido del T<sub>2</sub> (30% = 6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo) con 103.51 cm, mientras que el T<sub>3</sub> (45% = 9 kg de compost de escobajo + 11 kg de suelo) mantiene una similitud estadística con el T<sub>4</sub> (Testigo = Sin ningún fertilizante) con promedios de 99.75 cm y 91.94 cm de longitud de fronde, respectivamente.

El T<sub>5</sub> muestra superioridad a los demás tratamientos, reflejando una vez más la eficiencia de absorción de nutrientes sintéticos por parte de las plántulas, favoreciendo la elongación de fronde; se observa además, que el T<sub>1</sub> presenta una respuesta similar en promedios, de esta forma afirmando los beneficios de compost de escobajo, corroborado con el análisis fisicoquímico del sustrato (ver Tabla 2) en el que el fósforo y magnesio se vieron disminuidos como también la biomasa microbiana (ver Tabla 3) a los 273 DDS, esto lo respaldan Rankine y Fairhurst (1999), Durán *et al.* (1999), Arabis (2000) y Ramírez *et al.* (2002) quienes mencionan que el fósforo afecta la longitud de fronde, además, el magnesio es sumamente esencial, constituye la molécula primaria de clorofila, fundamental en

el proceso fotosintético, favoreciendo la absorción del fósforo y activador enzimático (QuimiNet, 2007), nutrientes que son parte esencial del proceso fotosintético, ATP y nucleótidos, influenciando en el desarrollo foliar.

El T<sub>2</sub> muestra similitud estadística con el T<sub>1</sub> y el T<sub>3</sub>, reflejando una vez más los beneficios de la aplicación del compost de escobajo, en propiedades químicas como el pH, que cambio abruptamente en un inicio en contraste con el pH del T<sub>4</sub> de 5.76 que vario relativamente poco a los 273 DDS; esto lo respaldan Darnosarkoro y Sutarta (2002), Posso (2010) y Valarini *et al.* (2009), quienes mencionan que, el incremento del pH del suelo está relacionado con mayores dosificaciones de compost de escobajo; además, Millaleo *et al.* (2006) notó que a mayor dosis de compost de escobajo se incrementa la CE (conductividad eléctrica), la MO, (materia orgánica), fósforo (P) y micronutrientes, esta aseveración es confirmada por los análisis microbiológico del sustratos (ver Tabla 3), donde además, se observa un relativo cambio en la textura de suelo y en la capacidad de intercambio catiónico (CIC), en que los tratamientos con compost presentan una mayor disponibilidad los nutrientes en formas asimilables como magnesio, fósforo y potasio; pero se ha observado que a mayores dosificaciones de compost existe una relación antagonista entre la microbiota-fungia, con la capacidad de absorción y respiración de las plántulas, influenciando negativamente el desarrollo foliar y otros órganos. Por otro parte el T<sub>4</sub> que no posee ningún tipo de fertilizantes tuvo un promedio inferior a la media general, presentándose clorosis a los 60 DDS, y que conjuntamente con el T<sub>5</sub> tuvieron una mayor incidencia de chupadera, reflejándose en la mortandad de plántulas, viéndose escasamente afectados los tratamientos con compost, factor que influyó en el promedio de longitud de fronde.

La tolerancia a fitopatógenos, en los tratamientos con compost en la investigación, fueron respaldados por Arbain y Chong (2009) quienes mencionan los beneficios sobre la sanidad del cultivo, especialmente con enfermedades provocadas por patógenos del suelo, aplicando compost enriquecido con *Trichoderma sp.*, y corroborado por Garbanzo (2017) en el que la mezcla de 12% de compost con 88% de suelo, aumentó la tolerancia a CNF (Complejo de Necrosis Foliar) en las plántulas de palma aceitera en vivero.

### 3.2.3. Número de frondes

La Tabla 10, muestra en el ANVA que la fuente de variabilidad arrojó diferencia no significativa para los bloques, debido a la posible homogeneidad que presentaron estos entre sí, pero ha detectado diferencias significativas para tratamientos a los 273 DDS. El coeficiente de determinación de 71.10% y con coeficiente de variabilidad de 5.36%, que muestra un alto grado de confiabilidad y precisión en la toma de datos indicándonos que existe ese porcentaje de aprobación entre los tratamientos para esta variable.

En la Gráfico 3 de la prueba de Tukey para promedios de tratamientos, detectó que existe diferencia significativa entre el T<sub>5</sub> (fertilización química) con 16.08 frondes por plántula, obteniendo una ventaja frente a los tratamientos con compost y sin ningún fertilizante, siendo similar estadísticamente solo con el T<sub>1</sub> (15% = 3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo) con 14.98 frondes por plántula, este siendo igual estadísticamente con el T<sub>2</sub> (30% = 6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo) con 14.68 fronde por plántula, T<sub>3</sub> (45% = 9 kg de compost de escobajo + 11 kg de suelo) con 14.34 fronde por plántula y con el T<sub>4</sub> (Testigo = Sin ningún fertilizante) con de 13.78 frondes por plántula, siendo el que menor promedio obtuvo a los 273 DDS.

La similitud estadística del T<sub>1</sub> con respecto al T<sub>5</sub>, responde a lo encontrado por Laureano (2014), Sierra (1990) y Meléndez y Molina (2001), quienes mencionan que las aplicaciones de desechos orgánicos industriales, aumenta la actividad microbiológica y mejora las propiedades fisicoquímicas del sustrato (ver Tabla 2), traducándose en una mayor disponibilidad de nutrientes (N, P, K, Mg y otros elementos esenciales), reflejándose en el mayor desarrollo y emisión foliar.

Es evidente lo mencionado por Garbanzo (2017), quien menciona que con el 12% de compost de escobajo más 88% de suelo, obtuvo 9.45 frondes por plántula y que además, presenta un sustrato equilibrado en nutrientes y estable biológicamente, así se respalda el resultado del T<sub>1</sub> siendo similar al T<sub>5</sub>, superando incluso a Laureano (2014) quien en su investigación obtuvo en el T<sub>2</sub> (80% (16 kg) T<sub>O</sub> + 20% (4 kg) desechos industriales, por bolsa de 20 kg.) el mayor promedio con 12.96

frondes/plántulas; por otra parte, los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> confirman lo aludido por Garbanzo (2017), en el que a mayores dosis de compost de escobajo menores resultados biométricos se tiene.

La absorción de elementos como potasio, magnesio y fósforo, en el T<sub>1</sub> (ver Tabla 2) se reflejan en la emisión foliar y equilibrio del sustrato, ya que estos elementos se encuentran en los tejidos en forma de moléculas energéticas, activadores enzimáticos o formadora de moléculas, participando en la transferencia de energía, repercutiendo en el desarrollo celular y por ende en la emisión de frondes.

El T<sub>4</sub> refleja que, la ausencia de fertilización química u orgánica influye de manera superlativa en el desarrollo y emisión de frondes, causando desmedros fisiológicos por deficiencia de elementos esenciales (ver Tabla 2), confirmando así lo mencionado por Bolívar (1997), quien afirma que las palmas con menor emisión foliar desde el vivero producirán menos racimos posteriormente porque la producción de frondes determina la producción total de racimos y los factores que afecten la producción de frondes, afectarán la producción real de los mismos.

#### **3.2.4. Diámetro de estípite**

En la Tabla 11, se muestra el análisis de varianza (ANVA) para el diámetro de estípite en mm, donde se observa que la fuente de variabilidad entre bloques obtuvo una interpretación estadística no significativa, debido posiblemente a la homogeneidad de estos en el área experimental; en los tratamientos, en los que arrojó una interpretación altamente significativa. El coeficiente de determinación de 98.10% y con coeficiente de variabilidad de 2.11%, corroborando la confiabilidad y precisión por los datos tomados en campo, como también la influencia de los tratamientos sobre la variable.

La Gráfico 4, muestra la prueba de Tukey para el diámetro de estípite (mm), nos indica que existe alta significancia entre tratamientos, siendo el T<sub>5</sub> (fertilización química) el que mayor promedio obtuvo con 111.99 mm, superando al T<sub>1</sub> (15% = 3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo) y T<sub>3</sub> (45% = 9 kg de compost de escobajo + 11 kg de suelo) siendo estos dos similares estadísticamente con 96.74

mm y 93.87 mm promedio de diámetro de estípite respectivamente, superando al T<sub>2</sub> (30% = 6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo) que posee un promedio de 92.52 mm, donde el T<sub>4</sub> (Testigo = Sin ningún fertilizante), es el que menor promedio obtuvo con 79.62 mm, estando por debajo de la media general.

Los resultados superiores obtenidos en el T<sub>5</sub> (111.990 mm) son respaldados por Tocto (2016) y Pinedo (2013), quienes obtuvieron 60.13 mm con 50 g DAP/plántula a los 260 DDS y 107.00 mm con 15 N – 15 P – 6 K – 4 Mg a los 335 DDS, respectivamente; quienes además, hacen mención que la aplicación de fósforo, urea y cloruro de potasio jugaron un papel importante para suplir las necesidades nutricionales de plántulas en vivero, obteniendo un mejor diámetro de estípite.

Es posible que el diámetro de estípite responda a los fertilizantes químicos u orgánicos, reflejando el potencial genético del cruce Deli x La Mé, la cual presenta respuestas positivas en suelos ácidos; se cree que los tratamientos T<sub>1</sub> (96.74 mm), T<sub>2</sub> (92.52 mm) y T<sub>3</sub> (93.87 mm) al mejorar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del sustrato (ver Tabla 3) obtuvieron buenos resultados, esto lo confirma Garbanzo (2017), que observó un incremento en el diámetro de estípite a los 300 DDS, aplicando compost de escobajo, obteniendo 58.80 mm con 12% de compost más 88% de suelo; Coronado (1995), Ullé (1995) y Sierra (1990), mencionan también que, el equilibrio de nutrientes en los abonos orgánicos, favorecen las reacciones fisiológicas y metabólicas en proporciones equitativas en plántulas a nivel de vivero. Se observó que la dosis de compost del T<sub>1</sub> posee un equilibrio fisicoquímico y microbiológico como sustrato repercutiendo en un mayor desarrollo de estípite, concordando con los autores antes mencionados.

El desarrollo del diámetro de estípite en los tratamientos con compost se debe posiblemente a que las plántulas al asimilar los nutrientes esenciales, estos influenciaron directamente el desarrollo y multiplicación celular, esto implica un engrosamiento de los haces vasculares (apoplasto y simplasto) de las plántulas; el equilibrio de nutrientes ha afectado positivamente el desarrollo de diámetro de estípite, dicho argumento es fundamentado por la disminución de las características nutricionales del sustrato (ver Tabla 2) a través del tiempo, pudiendo ser

relacionado con la actividad microbiológica en condiciones estables (ver Tabla 3, T<sub>1</sub>), quienes facilitaron la asimilación de nutrientes a las plántulas.

Además, Ramírez *et al.* (2002), menciona que los nutrimentos en el estípite están correlacionados con desequilibrios en el sustrato, principalmente entre K y P que se manifiestan en un adelgazamiento de este, correspondiendo a esta aseveración los resultados obtenidos a nivel de sustrato y promedio de diámetro de estípite del T<sub>4</sub> con 79.62 mm.

### 3.2.5. Peso fresco radicular

La Tabla 12 presenta un ANVA para peso radicular fresco a los 273 DDS, en el que la fuente de variabilidad muestra que no hay diferencia significativa estadística entre los bloques, pero existe alta significancia entre los tratamientos. El Coeficiente de Variabilidad de 6.55% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación de esta naturaleza, con un R<sup>2</sup> de 80.60%, indicándonos que existe ese porcentaje de aprobación entre los tratamientos para esta variable.

La prueba de significación de Tukey ( $\alpha=0.05$ , Gráfico 5), se observar que en el tratamiento con menor dosificación de compost el T<sub>1</sub> (15% = 3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo) con 268.13 g, supera a un T<sub>5</sub> (fertilización química) que tiene un promedio de peso radicular fresco de 235.76 g; No menos importante, con su resultado y siendo similar estadísticamente al T<sub>1</sub>, el T<sub>2</sub> (30% = 6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo) posee un promedio de 246.49 g, siendo además, estadísticamente similar al T<sub>3</sub> (45% = 9 kg de compost de escobajo + 11 kg de suelo) con 225.53 g, comprobando los beneficios de la aplicación de compost de escobajo como sustrato y fertilizante orgánico. Por otro lado, el que menor promedio de peso radicular obtuvo, es el T<sub>4</sub> (Testigo = Sin ningún fertilizante) con 200.47 g, quien refleja la deficiencia fisicoquímica del sustrato.

Los resultados obtenidos por los tratamientos con compost (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>) presentan un pico de aumento de nutrientes en el segundo análisis de sustrato decreciendo en el análisis del ultimo muestreo (ver Tabla 2), siendo el fósforo uno de estos

elementos, que además, influyó en el crecimiento radicular en plántulas de palma aceitera (Navarro y Navarro, 2003), y la disponibilidad en su forma asimilable es posible que se debe a la biomasa microbiana (ver Tabla 3), ya que al liberar CO<sub>2</sub> solubilizó el fósforo en el sustrato, teniendo en cuenta que la palma tiene una mayor capacidad de absorción (Fundora *et al.*, 1983); Aisueni y Omoti (2001), quienes aplicaron compost de escobajo en suelos ácidos y observaron la tendencia de aumento de contenido de fósforo total a través del tiempo.

Se observó el aumento del peso radicular de 134% en el T<sub>1</sub> con respecto al T<sub>4</sub>, superando a Hasan *et al.* (2009), quienes en Malasia, al aplicar compost de escobajo al suelo obtuvieron un aumento del 111% de la biomasa radicular que una sin aplicación; contrastado con Laureano (2014) quien menciona en su investigación, que el tratamiento T<sub>2</sub> (80% (16 kg) T<sub>0</sub> + 20% (4 kg) desechos industriales) obtuvo el mayor promedio con 109.75 g de masa radicular a los 8 meses, superando estadísticamente a todos los tratamientos. Se confirma de esta manera lo mencionado por Bonato (2008), quien describe que la aplicación de desechos orgánicos influyó en el aumento del número de raíces terciarias y cuaternarias, las que están encargadas de la absorción de nutrientes, reflejándose en un mayor aumento en peso y volumen radicular, mejorando la capacidad de manejar el estrés ambiental (Jacobs *et al.*, 2005 y Grossnickle, 2012).

Se debe considerar que el sustrato por sí solo no sería un facto influyente en el desarrollo radicular, sino más bien las condiciones climáticas que han acompañado a la investigación, como la temperatura media, la precipitación mensual total, la humedad relativa y hasta la velocidad del viento mensual, que fueron propicias para el mayor desarrollo radicular (Hartley 1988; Gonzáles, 2007 y Archivos de la ECO- JARPAL, 2018).

### **3.2.6. Peso seco total**

La Tabla 13, presenta el ANVA para el peso seco total, donde se puede observar que la fuente de variabilidad entre bloques resultó con una interpretación estadística no significativa, caso contrario en los tratamientos, en los que arrojó una interpretación altamente significativa. El coeficiente de determinación de 3.64% y

con coeficiente de variabilidad de 90.10% muestra que existe un alto grado de confiabilidad y precisión en la toma de datos indicándonos que existe ese porcentaje de aprobación entre los tratamientos para esta variable.

La prueba de Tukey (Gráfico 6) para los promedios de tratamientos de peso seco total, detectó alta diferencia significativa en la variable estudiada, observándose igualdad estadística de promedios de los tratamientos T<sub>1</sub> (15% = 3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo), T<sub>2</sub> (30% = 6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo) y T<sub>3</sub> (45% = 9 Kg de compost de escobajo + 11 kg de suelo), con 213.71 g, 211.02 g y 208.11 g respectivamente; y T<sub>5</sub> (fertilización química) con 208.49 g, estos cuatro tratamientos superando estadísticamente a un T<sub>4</sub> (Testigo = Sin ningún fertilizante), que tiene el menor promedio de peso seco total con 169.99 g.

La igualdad estadística del T<sub>5</sub> con respecto a los tratamientos con compost, se debe posiblemente a que las plántulas con aplicación de fertilizantes químicos tienden a ser más suculentas por ende poseen mayor contenido de agua, mientras a aquellas a las que se ha aplicado dosis de compost como fertilizante mejorador del suelo, presentan características histológicas coriáceas.

Si se compara los resultados obtenido del T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, con los obtenidos por Garbanzo (2017) quien a los 308 DDS, obtuvo en su mejor promedio de tratamiento (12% de compost de escobajo + 88% de suelo) 161.03 g de peso seco total, comparado con los resultados obtenidos en la investigación, teniendo el mejor promedio de peso seco total con el T<sub>1</sub> de 213.75 g, con 24.66% más de peso seco en 35 días menos en vivero, superando lo estimado por Chew y Toeh, (1973), quienes hacen referencia que a los 8 meses una plántula de palma aceitera tiene 122 g.plant, aproximadamente.

Los tratamientos con compost de escobajo reflejan lo mencionado por Heriansyah et al. (2010), quien alude que los resultados de aplicación con fertilizantes orgánicos en plántulas a nivel de vivero, incremento 15% más la materia seca total y 35% de aumento en el rendimiento de las plántulas maduras.

Estos resultados son respaldados también por Aisueni y Omoti (2001), quienes aplicaron compost de escobajo en suelos ácidos nigerianos y observaron un incremento en el promedio de peso seco a los 12 meses en vivero. Las condiciones climáticas jugaron un papel importante, influyendo en el desarrollo de la peso seco total de las plántulas, corroborado por Ocampo (1995), quien menciona que la acumulación de materia seca en la plántula se debe al equilibrio entre la respiración y la fotosíntesis, implicando directamente en el aumento de peso seco total, siendo la temperatura factor importante para su formación, esto comprobado con la data meteorológica (ver Tabla 4) y confirmado por Corley (1976), Squire (1990), Smith (1993) y Corley y Tinker (2009), quienes mencionan que los híbridos como Deli x La Mé son más eficiente en el proceso fotosintético, asimilando mayores cantidades de CO<sub>2</sub> en lugares soleados y en consecuencia una mayor producción y acumulación de materia seca.

### 3.2.7. Respiración basal del suelo

La Tabla 14, presenta dos ANVA para la respiración basal del suelo en C-CO<sub>2</sub> mg. kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, de los tratamientos en una fase inicial y final, donde la fuente de variabilidad detecto alta significancia entre tratamientos en un inicio; mientras que a los 273 DDS, la fuente de variabilidad detectó diferencia significativa entre los tratamientos al final de la investigación.

La Gráfico 7, muestra la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para la respiración basal del suelo, en dos fases (inicial y final), observando que en un inicio, el T<sub>5</sub> (fertilización química) con 5.53 de CO<sub>2</sub> en mg. kg de suelo por hora, es igual estadísticamente a los tratamientos con compost, des estos “el mejor” resultado en promedio es de el T<sub>3</sub> (45% = 9 kg de compost de escobajo + 11 kg de suelo) con 5.53 C-CO<sub>2</sub> mg.kg<sup>-1</sup>. h<sup>-1</sup>, seguido por el T<sub>2</sub> (30% = 6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo) con un promedio de 5.21 C-CO<sub>2</sub> mg. kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> y un T<sub>1</sub> (15% = 3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo) con 4.97 C-CO<sub>2</sub> mg. kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>; siendo el que menor resultado y estando por debajo del promedio general, el T<sub>4</sub> (Testigo = Sin ninguna fertilizante) con 3.43 C-CO<sub>2</sub> mg. kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. En esta fase, existe una relación directa entre el aumento gradual de dosificación de compost de escobajo con mayores promedios de liberación de CO<sub>2</sub>, esto se debe “a la actividad metabólica de las sucesivas

poblaciones microbianas, en el que producen una intensa mineralización primaria parcial de los materiales orgánicos y se van formando a la vez una serie de compuestos secundarios que constituirán unidades estructurales o precursores, entre otros” (Hernández, 2001).

Estos resultados son prueba de que, a mayor cantidad de compost aplicado, la biomasa microbiana es mayor ( $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ ), en contraste a un suelo al que no se le ha aplicado ( $T_4$ ). Pero mayores cantidades de compost influyen negativamente en la absorción de nutrientes por competencia entre plántulas y microorganismos, respondiendo así, promedios biométricos obtenidos en el  $T_2$  y  $T_3$ , esto respaldado Jiménez y Álvarez (1993) e Iglesias y Jiménez (2001), quienes mencionan que altas acumulación de materia orgánica, provoca un bloqueo microbiológico del nitrógeno asimilable del suelo y otros nutrientes, debido al aumento de la microbiota-fungia edáfica, causando una fuerte competencia por el N asimilable entre los microorganismos y la plántula.

En una fase final, se muestra la prueba de Tukey, para promedios de tratamientos al final de la investigación, en el que se puede apreciar el decrecimiento de la RBS, en los tratamientos con compost de escobajo, fertilización química y sin ningún fertilizante, siendo el  $T_1$  (15% = 3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo) quien mejor promedio estadístico obtuvo, con  $4.12 \text{ C-CO}_2 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , siendo estadísticamente similar con el  $T_3$  (45% = 9 kg de compost de escobajo + 11 kg de suelo) y  $T_5$  (fertilización química), con  $3.57 \text{ C-CO}_2 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  y  $3.38 \text{ C-CO}_2 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , respectivamente; por otra parte, con  $3.06 \text{ C-CO}_2 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  el  $T_2$  (30% = 6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo) es similar estadísticamente al  $T_4$  (Testigo = Sin ninguna fertilización) con  $2.58 \text{ C-CO}_2 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , quien tiene un resultado menor estadísticamente, al promedio general obtenido en esta fase ( $\bar{Y}_2 = 3.34 \text{ C-CO}_2 \text{ mg. kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ).

La dosis del  $T_1$  parece influenciar no solo las características fisicoquímicas del sustrato de manera positiva, sino que, además, es la que mejor responde con los resultados biométricos a esta variable, esto corrobora lo mencionado por Laureano (2014), el que hace referencia a la mejora microbiológica del sustrato con

aplicaciones de desechos industriales compostados, además de contribuir de manera positiva a la mejora fisicoquímica de este.

### 3.2.8. Análisis económico

En la Tabla 15, se presenta de manera resumida el análisis económico de los tratamientos evaluados, cuya elaboración está basada en el porcentaje de emergencia a los 31 DDS, costos de producción, rendimiento y precio de plántula, este último varía según estatus del palmicultor de socio o tercero, siendo el precio de S/ 12.00 y S/ 14.00 Soles respectivamente, asignado por la gerencia de la Asociación de Productores Jardines de Palma – JARPAL.

Los costos de producción de plántulas se incrementaron sustancialmente con dosificaciones mayores de compost de escobajo (S/ 200.00.ton<sup>-1</sup>), mientras para el T<sub>5</sub> con un costo de S/ 6.44 Soles por plántula es similar al T<sub>1</sub> (S/ 6.38 Soles), además, se observa que el T<sub>2</sub> (S/ 7.04 Soles) y T<sub>3</sub> (S/ 7.69 Soles), superar al costo de producción de la fertilización química, teniendo resultados biométricos y de sustrato, inferiores. Por otra parte, tan solo mantener a una plántula en el caso del T<sub>4</sub> cuesta S/ 5.72 Soles.

La relación beneficio sobre costo de producción (B/C) obtuvo una variación igual con un valor de 0.82 en caso del T<sub>1</sub> (15% = 3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo) y T<sub>5</sub> (Fertilización química), siendo el T<sub>4</sub> (Testigo = Sin ninguna fertilización) dado la omisión de aplicación, adquisición y transporte de fertilizantes, obtenido una mayor relación B/C de 1.03.

El T<sub>4</sub> obtuvo una mayor utilidad neta de S/ 140 190.13 Soles, pero no es competitiva y su valor solo es referencial, por lo que el T<sub>1</sub> y el T<sub>5</sub> son los que mejores utilidades netas proporcionan sobre los costos de producción, siendo S/ 124 206.73 Soles y S/ 125 058.73 Soles respectivamente. Además, las dosificaciones mayores de compost de escobajo disminuyen la utilidad neta.

## CONCLUSIONES

- El efecto de la aplicación de compost de escobajo obtuvo resultados prometedores a los 273 DDS, observándose mejores promedios biométricos a menores dosis.
- El tratamiento T<sub>1</sub> (15% = 3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo), obtuvo mejores promedios biométricos, teniendo en altura de plántula 100.29 cm, longitud de hoja de 108.89 cm, número de hojas con 14.98 hojas por plántula, diámetro de tallo de 96.74 mm, peso radicular de 268.13 g y una peso seco total de 213.71 g; el T<sub>2</sub> (30% = 6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo) presentó similar comportamiento, obteniendo un promedio de 99.56 cm de altura de plántula, longitud de hoja de 103.51 cm, número de hoja con 14.68 hoja por plántula, diámetro de tallo de 92.52 mm, peso radicular de 246.49 g y una peso seco total de 211.02 g, siendo estos dos tratamientos con compost los que mejores resultados obtuvieron.
- Las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas aumentan a mayores dosis de compost de escobajo, siendo los sustratos con dosis menores más estables microbiológicamente y equilibradas en las propiedades fisicoquímicas.
- El T<sub>1</sub> (15% = 3 Kg de compost de escobajo + 17 Kg de suelo) y T<sub>5</sub> (Fertilización química), son similares en la relación B/C con 0.82, teniendo una utilidad neta de S/. 124 206.72 Soles y S/. 125 058.73 Soles respectivamente.

## RECOMENDACIONES

- Realizar la aplicación de compost de escobajo con la dosificación del T<sub>1</sub> (15% = 3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo, 150 g de compost por cada 1 Kg de suelo), como fertilizante mejorador de suelo y complemento nutricional a la fertilización convencional, ya que se ha observado que incrementa el desarrollo y emisión foliar, como también la biomasa radicular, influyendo directamente en la vigorosidad de la plántula.
- Realizar más investigaciones en el efecto biométrico a menores dosificaciones de compost de escobajo, profundizando además en las características fisicoquímicas y microbiológicas del sustrato.
- Realizar investigaciones en el control de malezas y enfermedades, utilizando la dosis mencionada, ya que se observó características positivas en el experimento, que puede afectar benéficamente los costos de producción en deshierbes manuales y aplicaciones de fungicidas, en toda la etapa de viverización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aisueni, N. y Omoti, U. (2001). *The Role of Compost in Sustainable Oil Palm Production. Proceedings of the 2001. PIPOC International Palm Oil Congress (Agriculture)*. pp. 1: 23.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2006). *Optimizando el manejo agroecológico de plagas a través de la salud del suelo*. Revista de acceso abierto. (1), versión online [www.um.es/ojs/index.php/agroecologia/index](http://www.um.es/ojs/index.php/agroecologia/index).
- Agri Research Advisory Biotech Services (Arabis) (2000). *Identifying & Treating nutrient deficiencies and other disorders in the oil palm (Elaeis guineensis)*. Pocket Guide. [www.Arabis.org](http://www.Arabis.org). pp. 21.
- Arbain, A. y Chong, T. (2009). *Field application of Trichoderma and Arbuscular Mycorrhizal fungi for the control of Ganoderma Basal Stem Rot of oil palm. Proceedings of Agriculture, Biotechnology & Sustainability Conference. PIPOC 2009 International Palm Oil Congress Palm Oil– Balancing Ecologies with Economics*. Volume 2: Poster Papers, AP (3): 439.
- Azcón, T.; Aguilar, C. y Barea, M. (1996). *Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil borne plant pathogens-An overview of the mechanisms involved. Mycorrhiza*. pp. 6:457-464.
- Baldrian, P. (2004), *Increase of laccase activity during interspecific interactions of white-rot fungi, FEMS Microbiology Ecology*. 50: 245-253.
- Barcelos, E. *Et al.*, (1995). Dende. Brasilia: Embrapa –SPI. (Colecao plantar, 32). pp. 10-11.
- Bastos, T. X. (2000). *Aspectos Agroclimáticos do dendezeirona Amazonia. Oriental*. Embrapa Amazonia oriental/Manaus: Embrapa Amazonia occidental. pp. 47-59.
- Benedetti, A.; Canali S. y Lianetlo F. (1998). *La fertilizzazione organica dei suoli*. En 1 Fertilizzanti Organici. Paolo Sequi (Ed.). Italia. Edizioni L'Informatore Agrario. pp. 1-12.
- Bertsch, F. (2003). *Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia de Suelo*. San José, Costa Rica. pp. 307.
- Bolívar, S. (1997). *Desarrollo de plántulas de palma aceitera con aplicaciones fosfatadas y nitrogenadas*. Ecuador. pp. 12-19.
- Bomers, G. (1973). *Fertilization Weed control and irrigation of United Brands Company oil Palm plantation in Central America*. Tropical Agriculture research services (SIATSA), La Lima Honduras, C.A. Bulletin N° 3: 176.
- Bonato, V. (2008). *Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas*. Revista Terra 17(3): 193-200.

- Borrero, C. (2006). *Cultivo de la palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq.)*.
- Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma) (2012). *Compostaje de subproductos de la agroindustria de palma de aceite en Colombia: estado del arte y perspectivas de investigación*. www.cenipalma.org. Bogotá, D. C., Colombia. Boletín Técnico No. 31: 7, 14-23.
- Corley, R. y Mock, C. (1972). *The effects of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium on growth of the oil palm*. Expl. Agric. 8: 347-353.
- Corley, RHV. (1976). *Photosynthesis and productivity*. En: Corley, RHV.; Hardon, JJ.; Wood, BJ.(eds.). *Oil palm research*. Elsevier, Amsterdam. pp: 55-76.
- Coto, E.; Chinchilla, C.; Bulgarelli, A. y Palma, T. (1997). *Crecimiento vegetativo en previvero de cinco cruces comerciales de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.)* Ar. Científico.
- Darmosarkoro, W. y Sutarta, E. (2002). *Application of EFB on acidic soil in north Sumatra to increase soil bases and decrease aluminium*. International Oil Palm Conference, Nusa Dua, Bali.
- Durán, N.; Salas, R.; Chinchilla; y Peralta, F. (1999). *Manejo de la nutrición y fertilización en palma aceitera en Costa Rica*. XI Congreso Nacional Agronómico. ASD Costa Rica.
- Espinosa, J. (1999). *Nutrición y fertilización de la palma aceitera. manejo agronómico y nutricional de la palma aceitera*. El palmicultor. 14: 31-37.
- Fort, R. (2016). “Hay más de 400 mil hectáreas para sembrar palma aceitera en el Perú”. <https://gestion.pe/economia/grade-hay-400-mil-hectareas-sembrar-palma-aceitera-peru-120197>. Diario GESTIÓN.
- Fundora, O.; Magaly, V.; Rubio, J.; Cuellar, R., y Brunet. (1983). *El potasio en la agricultura cubana*. Primera Reunión Nacional de Agroquímica. Ponencia ciudad de la Habana, 27 – 29 mayo 1983. Dirección Agrícola A.S.S. pp. 15-16.
- Garbanzo, G. (2017). *Efecto de mezclas de fibra semi composteada con suelo en el crecimiento y la tolerancia de enfermedades en vivero de palma aceitera*. Art. Científico. Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas, Costa Rica. 11 (3): 7, 12-15.
- Goncalvez, A.C.R. (2001). *Dendezeiro (Elaeisguineensis Jack)*. In: Castro, P.R.C.; Kluge, R.A. (Coord). *Ecofisiología de culturas atractivas: cana-de-azucar, seringueira, coqueiro, dendezeiro e oliveira*. Cosmopolis: Stoller do Brazil. pp. 95-112.
- Grossnickle, S. (2012). *Why seedlings survive: influence of plant attributes*. N For 43:711–738. <https://doi.org/10.1007/s11056-012-9336-6>.

- Haase, D. y Rose, R. (1994). *Effects of soil water content and initial root volume on the nutrient status of 2 + 0*. Douglas-fir seedlings. *N For* 8:265–277. <https://doi.org/10.1007/BF00025372>.
- Hartley, C. (1988). *The Oil Palm*. 3ra. ed. Longman Group. UK. 761.
- Hasan, A.; Kim, O.; Abdullah, Z.; Rahman, M. (2009). *The effect of EFB-compost application on oil Palm under terrace planting*. *Proceedings of Agriculture, Biotechnology & Sustainability*. Conference PIPOC 2009 International Palm Oil Congress Palm Oil – Balancing Ecologics with Economics. Volume 2: Poster Papers, AP. 17: 603.
- Henry, J. (2015). *Evaluación de terapias para la recuperación de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.), afectadas por pudrición del cogollo (PC)*. Tesis. Lic. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. pp. 71.
- Heriansyah, H. y De Bertoldi, M. (2010). *Microbiology of the composting process*. En Diaz, L.F. de Bertoldi, M. Bidlingmaier, W. *Compost Science and Technology*, 8. Publicado por Else-Publicado por Elsevier. 12: 380.
- Hidalgo, D. (2007). Tesis de grado sobre *Influencia del Riego en el comportamiento de tres híbridos de Palma Aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) de dos años*. La Concordia – Pichincha. pp. 9 – 10.
- Holdridge, L.; Grenke, W.; Hatheway, T.; Liang J. y Tosi, A. (1984). *Forest environments in tropical life zones, a pilot study*. Pergamon Press Oxford. pp. 747.
- Hong, L. (1992). *Some aspects of large-scale nursery management in Sabah*. *The Planter* 68 (790): 1-9.
- Jacobs, D.; Salifu. K. y Seifert. J. (2005). *Relative contribution of initial root and shoot morphology in predicting field performance of hardwood seedlings*. *N For* 30:235–251. <https://doi.org/10.1007/s11056-005-5419-y>.
- Junpalma (Junta Nacional de Palma del Perú) (2016). *Superficie cultivada con palma aceitera por zonas de producción al 2016*. Figura Satelital (Sentinel 2, Spot Image y Digital Globe).
- Larez, C. (2003). Traducción del: *Agricultural Field Manual Oilpalm (Elaeis guineensis)*. Fondo para la Investigación en Palma Aceitera. Parcelamiento El Zamuro, Venezuela Maturín. pp. 89.
- Laureano, A. (2016). *"Efecto de tres dosis de desechos industriales en el desarrollo vegetativo de plántones de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq) en condiciones de vivero. en el CC.PP.MM de Pampa Hermosa - Loreto"*. Tesis – UNSM-T. Tarapoto-Perú. pp. 36-63.

- León, A. (1998). *Ciclo de cursos de actualización de conocimientos sobre suelos con aplicación en el cultivo de Palma de Aceite, Dinámica de los Elementos Esenciales del Fósforo*, Modulo 2, Santa Fe de Bogotá D.C. - Colombia.
- Macedo, J.; Rodríguez, M. (2000). *Solos de Amazonia e o cultivo dodendezeiro*. Belem Embrapa, Amazonia oriental-occidental. pp. 73-87.
- Meléndez, G. y Molina, E. (2001). *Fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de cultivos en Costa Rica*. Centro de investigaciones agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. pp. 144.
- Miranda, R. (2012). "Aprovechamiento y efecto del escobajo en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.)".
- Miranda, E. y Panduro, G. (2014). *Determinación del tiempo de descomposición del escobajo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), bajo condiciones ambientales en el distrito de campo verde-provincia de coronel portillo*. Revista Científica Tzhoecoen. 6(1):179-194.
- Moreno, J. y Mormeneo, S. (2008). *Microbiología y bioquímica del proceso de compostaje*. En: Moreno, J. Moral, R. Editorial Científica. Compostaje. Madrid, Ediciones Mundi Prensa. pp. 570.
- Munévar, F. (2005). *Respuesta de plántulas de palma de aceite a la micorrización*. Palmas, 26(3): 11-20.
- Navarro, G. y Navarro, S. (2003). *Química Agrícola*. Ediciones Mundi - Prensa, México, D.F. pp. 487.
- Oliveros, S. (1999). *Review of Soil Palm Nutrition and Manuring scope for greater Economy in Fertilizer usage*. *Oleagineux*.32(5): 197-206.
- Ortiz, V. y Fernández, H. (1994). "El cultivo de palma aceitera". 1ra ed. EUNED, Costa Rica, 1994. pp. 17.
- Peña, A. y Rivera, G. (1996). *Aislamiento y caracterización de cepas microbianas para un pro-Aislamiento y caracterización de cepas microbianas para un pro-ceso de compostaje de desechos de la palma de aceite*. Tesis para obtener el título de Bacterióloga. Facultad de Ciencias Básicas. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. pp. 80.
- Pinedo, A. (2013). *Efecto de la aplicación de cuatro dosis de n, p, k y mg, en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), realizado en el vivero de la Empresa PALMASDEL SHANUSI S.A*. Tesis-UNSM-T. Tarapoto-Perú. pp. 66-70.
- Quiminet. (2007). *La absorción del magnesio por las plantas*. [http://www. qui minet. com/articulos/la-absorcion-del-magnesio-por-lasplantas-17604](http://www.quiminet.com/articulos/la-absorcion-del-magnesio-por-lasplantas-17604). Htm.

- Radin, R.; Bakar, A.; Ishak, F.; Ahmad, S. y Tsong, L. (2017). *Biochar-compost mixture as amendment for improvement of polybag-growing media and oil palm seedlings at main nursery stage*. Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia, Serdang, Selangor, Malaysia. pp. 2, 7, 10-13.
- Raínkine, I. y Fairhurst, T. (1998). *Guía de Campo, Vivero. Serie en Palma Aceitera*. Volumen I. Poíash & Phosphate institute. CA. pp. 6, 11, 50, 53, 59 y 62.
- Rainkine, I. y Fairhurst, T. (1999). *Management of phosphorus, potassium and magnesium in mature oil palm*. Batter crops International. pp. 1:135.
- Ramírez, F.; Chinchilla, C. y Bulgarelli, J. (2002). *Asociación entre bajos contenidos de fósforo en el suelo y una reacción del diámetro del tronco de la palma aceitera*. ASD - Oil Palm, Papers N° 23, pp. 27-30.
- Raygada, Z. R. (2005). *Manual técnico para el cultivo de palma aceitera*. Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (DEVIDA); Proyecto de Desarrollo Alternativo Tocache - Uchiza (PRODATU). pp. 27-80.
- Rodríguez, D.; Ramírez, N. y García, J. (2015). *Evaluación de la incidencia de la producción de compost, usando biomasa de la planta de beneficio, en la huella de carbono del aceite de palma*. Estudio de caso. Revista Palmas. 36(1):27-39
- Ross, T. (2004). *Importancia del magnesio para altos rendimientos sostenibles en palmas de aceite*. Palma-Vol.25 N° Especial, Tomo 11.
- Sequi, P. (2004). *Los microelementos en la nutrición vegetal*". Instituto Experimental para la Nutrición de las plantas. META srl- Corso Trento e Trieste, 43 - 66034 LANCIANO (ch). Italia. Editorial Valagro SpA. pp. 72.
- Sierra, C. (1990). *Rocas Fosfóricas: Nueva fuente de fósforo para praderas y cultivos*. Boletín Técnico INIA, Remehue, Chile. N° 159. pp.9.
- Surre, C. & Ziller, R. (1969). *"La palmera de aceite"*. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Ed. Blume, Barcelona. 1ª edición.
- Smith, B. (1993). *Correlations between vegetative and yield characteristics and photosynthetic rate and stomatal conductance in the oil palm (Elaeis guineensis Jacq.)*. 5 (1): 12-26.
- Squire, R. (1990). *The physiology of tropical crop production*. CAB International, Wallingford.
- Schuchardt, F.; Darnoko, D. y Guritno, P. (2002). *Composting of empty oil palm fruit bunch (EFB) with simultaneous evaporation of oil mill waste water (POME). Enhancing oil palm industry development through environmentally friendly technology*. En: Proceedings of Chemistry and Technology Conference, Nusa Dua Bali, Indonesia, July 8–12, 2002, pp. 235–243.

- Tarmizi, A. y Mohd, T. (2006). *Nutrient demandas of Tenera oil palm plante don inland soils of Malasia palm oil Board*. Journal of oil pal research. 18: 204-209.
- Teoh, K. y Chew, P. (1980). *Fertilizer responses of oil palm on coastal clay soils in peninsular Malaysia IV Malasian Soil Conferente*. Soil Science and Agriculture Development in Malaysia. Malaysian Society of soil Science. Kuala Lumpur. pp.192-212.
- Tocto, A. (2016). “*Evaluación de tres fuentes de fertilización fosforada en la nutrición del cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en la etapa de vivero en la Empresa Plantaciones de Ucayali S.A.C*”. Tesis-UNSM-T. Tarapoto-Perú. pp. 65-79.
- Torres, J. (2013). *Caracterización morfo-fisiológica de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) afectadas por pudrición del cogollo (PC)*. Tesis. Lic. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. pp. 73.
- Ullé, J. A. (1999). *Agricultura orgánica: fermentación de residuos*.
- Wood, B. y Corley, T. (1991). *The energy balance of oil palm cultivation*. Proceedings PORIM International Oil Palm Conference, Kuala Lumpur, PORIM.
- Zambrano, E. (1991). “*Efectos de sustratos solo y combinados con fertilizante químicos sobre el crecimiento de plántulas de palma de aceite en etapa de vivero*”. Tesis. Universidad Técnica de Manabí. pp. 55.

## **ANEXOS**

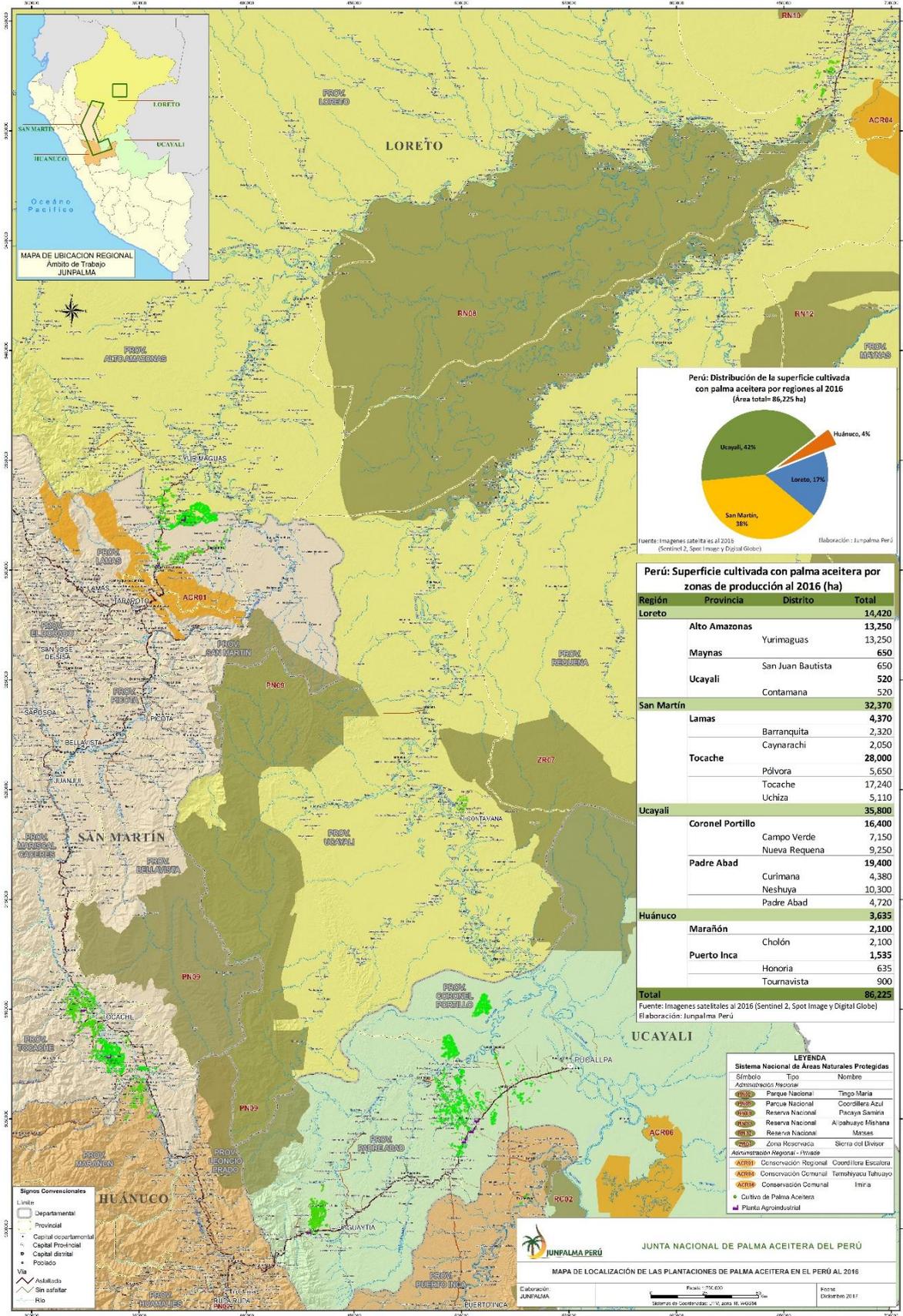


Figura 13: Perú: Superficie cultivada con palma aceitera por zonas de producción al 2016



**Tabla 16**

Programa de fertilización de la Asociación de Productores Jardines de Palma-JARPAL

<b>PROGRAMA DE FERTILIZACION VIVERO JARPAL</b>											
<b>FERTILIZANTES</b>	<b>Gramos/planta</b>										
	<b>OCT (Siembra)</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MARZ</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>TOTAL</b>
Urea		300*	300*	5	5	8	8	12	12	15	<b>65.6</b>
Roca fosfórica			100								<b>100</b>
Cloruro de Potasio				5	5	8	8	12	12	15	<b>65</b>
Magnecal			120								<b>120</b>
Abono foliar				250*		250*				250*	<b>750</b>
Abono foliar (Boro)		250*	250*	250*	250*	250*	250*	250*	250*	250*	<b>2250</b>
Kieserita						15					<b>15</b>

FUENTE: Asociación de Productores Jardines de Palma – JARPAL; Nota: (\*) en bidón de 200 L, para 700 Plántulas.

**Tabla 17**

Cuadro de porcentaje de emergencia tratamientos/bloque, a los 31 DDS

% DE EMERGENCIA			
Bloques	Tratamientos	Parcela	Bloque
B1	T1	97.72	96.62
	T2	98.23	
	T3	95.71	
	T4	94.89	
	T5	96.55	
B2	T1	95.64	97.83
	T2	98.29	
	T3	99.17	
	T4	97.85	
	T5	98.19	
B3	T1	96.56	97.37
	T2	96.88	
	T3	98.44	
	T4	97.53	
	T5	97.45	
TOTAL, PROMEDIO			97.27

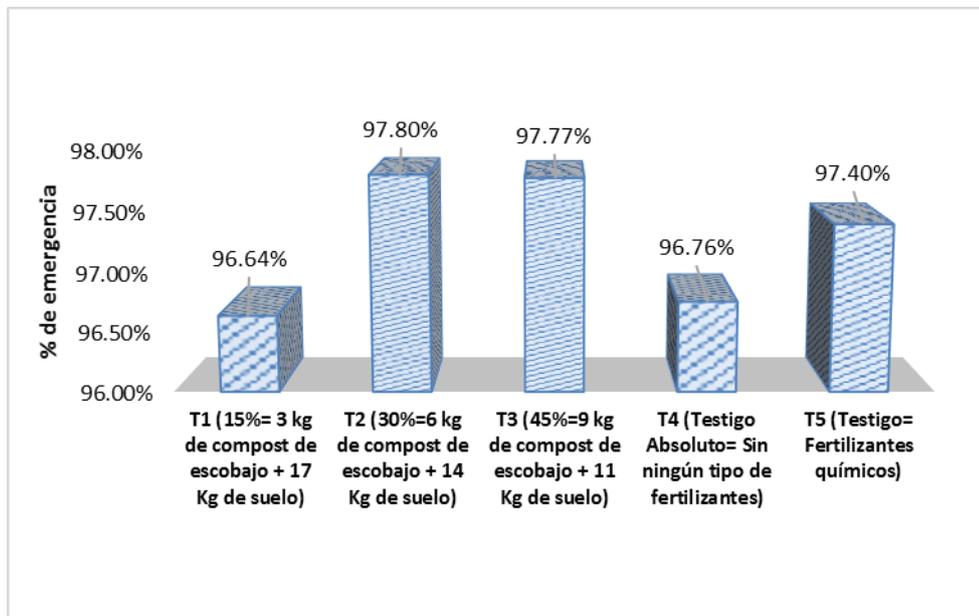


Gráfico 8: Porcentaje de emergencia por Tratamiento

**Tabla 18**

**Costos de producción de los tratamientos en 1 Ha.**

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN 1 Ha. PARA 80 Has EN CAMPO DEFINITIVO				TRATAMIENTO T5 (FERTILIZACIÓN QUÍMICA)	TRATAMIENTO T4 (TESTIGO=SIN NINGUNA FERTILIZACIÓN)	TRATAMIENTO T3 (45% = 9 KG DE COMPOST + 11 KG DE SUELO)	TRATAMIENTO T2 (30% = 6 KG DE COMPOST + 14 KG DE SUELO)	TRATAMIENTO T1(15% = 3 KG DE COMPOST + 17 KG DE SUELO)				
ACTIVIDADES	PREUNIT. S/.	UNID.	CANTID.	PRE. TOTAL S/.	CANTID.	PRE. TOTAL S/.	CANTID.	PRE. TOTAL S/.	CANTID.	PRE. TOTAL S/.	CANTID.	PRE. TOTAL S/.
<b>1. Semilla germinada y desaduanaje</b>				S/ 65,966.10		S/ 65,966.10		S/ 65,966.10		S/ 65,966.10		S/ 65,966.10
- Semillas germinadas	3.30	Unidad	17217	S/ 56,816.10	17217	S/ 56,816.10	17217	S/ 56,816.10	17217	56816.1	17217	S/ 56,816.10
- Flete y seguro en Lima	1,000.00	Unidad	1	S/ 1,000.00	1	S/ 1,000.00	1	S/ 1,000.00	1	1000	1	S/ 1,000.00
- Desaduanaje de semillas en Lima	7,000.00	Unidad	1	S/ 7,000.00	1	S/ 7,000.00	1	S/ 7,000.00	1	7000	1	S/ 7,000.00
- Transporte de semillas Lima - Tarapoto	200.00	Caja/semillas	5	S/ 1,000.00	5	S/ 1,000.00	5	S/ 1,000.00	5	1000	5	S/ 1,000.00
- Transporte de semillas Tarapoto - Pongo Caynarachi)	30.00	Caja/semillas	5	S/ 150.00	5	S/ 150.00	5	S/ 150.00	5	150	5	S/ 150.00
<b>2. Instalación del vivero</b>				S/ 41,005.78		S/ 39,100.78		S/ 39,100.78		S/ 39,100.78		S/ 39,100.78
Mano de obra preparacion de terreno												
- Chaleo	S/ 35.00	Jornal	16	S/ 551.18	16	S/ 551.18	16	S/ 551.18	16	S/ 551.18	16	S/ 551.18
Mano de obra cercado de perimetro												
- Instalacion de postes	S/ 30.00	Jornal	3	S/ 94.49	3	S/ 94.49	3	S/ 94.49	3	S/ 94.49	3	S/ 94.49
- Instalacion de malla Rachel	S/ 30.00	Jornal	6	S/ 188.98	6	S/ 188.98	6	S/ 188.98	6	S/ 188.98	6	S/ 188.98
- Desinstalacion	S/ 30.00	Jornal	2.30	S/ 69.00	2	S/ 69.00	2	S/ 69.00	2	S/ 69.00	2	S/ 69.00
Mano de obra construccion de caseta y almacen												
- Construccion de caseta y almacen	S/ 30.00	Jornal	4	S/ 118.11	4	S/ 118.11	4	S/ 118.11	4	S/ 118.11	4	S/ 118.11
- Desinstalacion de caseta y almacen	S/ 30.00	Jornal	2	S/ 47.24	2	S/ 47.24	2	S/ 47.24	2	S/ 47.24	2	S/ 47.24
Mano de obra llenado de bolsas												
- Delimitacion de camas	S/ 30.00	Jornal	1	S/ 35.43	1	S/ 35.43	1	S/ 35.43	1	S/ 35.43	1	S/ 35.43
- Llenado y acomodo de bolsas	S/ 30.00	Jornal	156	S/ 4,665.35	156	S/ 4,665.35	156	S/ 4,665.35	156	S/ 4,665.35	156	S/ 4,665.35
Mano de obra instalacion del sistema de riego												
- Apertura de zanja (40 x40 cm.)	S/ 30.00	Jornal	2	S/ 70.87	2	S/ 70.87	2	S/ 70.87	2	S/ 70.87	2	S/ 70.87
- Traslado e instalacion de tuberias PVC y aluminio	S/ 30.00	Jornal	2	S/ 47.24	2	S/ 47.24	2	S/ 47.24	2	S/ 47.24	2	S/ 47.24
- Instalacion de motobomba	S/ 30.00	Jornal	1	S/ 23.62	1	S/ 23.62	1	S/ 23.62	1	S/ 23.62	1	S/ 23.62
- Intalacion de caseta de motobomba	S/ 30.00	Jornal	1	S/ 35.43	1	S/ 35.43	1	S/ 35.43	1	S/ 35.43	1	S/ 35.43
- Instalacion del sistema de riego	S/ 30.00	Jornal	2	S/ 47.24	2	S/ 47.24	2	S/ 47.24	2	S/ 47.24	2	S/ 47.24
Mano de obra siembra de semillas												
- Selección y desinfeccion de semillas	S/ 30.00	Jornal	5	S/ 141.73	5	S/ 141.73	5	S/ 141.73	5	S/ 141.73	5	S/ 141.73
- Siembra de semillas	S/ 30.00	Jornal	18	S/ 531.50	18	S/ 531.50	18	S/ 531.50	18	S/ 531.50	18	S/ 531.50
- Aplicación de insecticida	S/ 30.00	Jornal	4	S/ 106.30	4	S/ 106.30	4	S/ 106.30	4	S/ 106.30	4	S/ 106.30
- Colocacion de sombra	S/ 30.00	Jornal	4	S/ 118.11	4	S/ 118.11	4	S/ 118.11	4	S/ 118.11	4	S/ 118.11
Mano de obra en riegos	S/ 30.00	Jornal	39	S/ 1,181.10	39	S/ 1,181.10	39	S/ 1,181.10	39	S/ 1,181.10	39	S/ 1,181.10
Mano de obra control de malezas en bolsas	S/ 30.00	Jornal	57	S/ 1,700.79	57	S/ 1,700.79	57	S/ 1,700.79	57	S/ 1,700.79	57	S/ 1,700.79
Mano de obra control de malezas en calles	S/ 30.00	Jornal	47	S/ 1,417.32	47	S/ 1,417.32	47	S/ 1,417.32	47	S/ 1,417.32	47	S/ 1,417.32
Mano de obra control fitosanitario	S/ 30.00	Jornal	32	S/ 956.69	32	S/ 956.69	32	S/ 956.69	32	S/ 956.69	32	S/ 956.69
Mano de obra incorporacion de escobajo picado	S/ 30.00	Jornal	20	S/ 590.55	20	S/ 590.55	20	S/ 590.55	20	S/ 590.55	20	S/ 590.55
Mano de obra distanciamiento de plantas	S/ 30.00	Jornal	49	S/ 1,476.38	49	S/ 1,476.38	49	S/ 1,476.38	49	S/ 1,476.38	49	S/ 1,476.38
Mano de obra abonamiento	S/ 30.00	Jornal	64	S/ 1,905.00								
Mano de obra eliminacion de bolsas	S/ 30.00	Jornal	4	S/ 118.11	4	S/ 118.11	4	S/ 118.11	4	S/ 118.11	4	S/ 118.11
Servicios												
- Guardian	S/ 930.00	Mes	9	S/ 8,370.00	9	S/ 8,370.00	9	S/ 8,370.00	9	S/ 8,370.00	9	S/ 8,370.00
- Tecnico viverista	1822	Mes	9	S/ 16,398.00	9	S/ 16,398.00	9	S/ 16,398.00	9	S/ 16,398.00	9	S/ 16,398.00

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN 1 ha. PARA 80 has EN CAMPO DEFINITIVO			TRATAMIENTO T5 (FERTILIZACIÓN QUÍMICA)	TRATAMIENTO T4 (TESTIFO=SIN NINGUNA FERTILIZACIÓN)	TRATAMIENTO T3 (45% = 9 KG DE COMPOST + 11 KG DE SUELO)	TRATAMIENTO T2 (30% = 6 KG DE COMPOST + 14 KG DE SUELO)	TRATAMIENTO T1 (15% = 3 KG DE COMPOST + 17 KG DE SUELO)					
<b>3. Transporte de insumos y materiales</b>			S/ 400.00	S/ 400.00	S/ 2,254.60	S/ 1,638.96	S/ 1,018.80					
- Transporte de calaminas y triplay	S/ 200.00	Varios	1	S/ 200.00	1	S/ 200.00	1	S/ 200.00				
- Transporte de fertilizantes	100.00	Varios	1	S/ 100.00	1	S/ 100.00	1	S/ 100.00				
- Traslado e instalacion de tuberias PVC y aluminio												
- Transporte del sistema de riego	50.00	Varios	1	S/ 50.00	1	S/ 50.00	1	S/ 50.00				
- Transporte de insumos	50.00	Varios	1	S/ 50.00	1	S/ 50.00	1	S/ 50.00				
- Transporte para diseminar el compost de escobajo en el vivero	20.00	Varios			85.6	S/ 1,712.00	57.148	S/ 1,142.96	28.56	S/ 571.20		
- Transporte de compost de escobajo al vivero	20.00	varios			7.13	S/ 142.60	4.8	S/ 96.00	2.38	S/ 47.60		
<b>4. Construcción de caseta y cerco perimétrico</b>			S/ 4,921.00	S/ 4,751.00	S/ 4,751.00	S/ 4,751.00	S/ 4,751.00					
- Triplay	25.00	Unidad	35	S/ 875.00	35	S/ 875.00	35	875	35	S/ 875.00		
- Calaminas	18.00	Unidad	15	S/ 270.00	15	S/ 270.00	15	270	15	S/ 270.00		
- Postes	25.00	Unidad	8	S/ 200.00	8	S/ 200.00	8	200	8	S/ 200.00		
- Listones	15.00	Unidad	10	S/ 150.00	10	S/ 150.00	10	150	10	S/ 150.00		
- Vigas	30.00	Unidad	20	S/ 600.00	20	S/ 600.00	20	600	20	S/ 600.00		
- Clavos, bisagras, candados y otros	200.00	Varios	1	S/ 200.00	1	S/ 200.00	1	200	1	S/ 200.00		
- Postes / cerco perimetrico	7.00	Unidad	98	S/ 686.00	98	S/ 686.00	98	686	98	S/ 686.00		
- Malla Rasehl / cerco perimétrico	6.00	Metros	275	S/ 1,650.00	275	S/ 1,650.00	275	1650	275	S/ 1,650.00		
- Letreros (gigantografía)	120.00	Unidad	1	S/ 120.00	1	S/ 120.00	1	120	1	S/ 120.00		
- Parihuela para fertilizantes	85.00	Unidad	2	S/ 170.00								
<b>5. Cuarentena post entrada SENASA</b>			S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00					
- Inscricpion de vivero y profesional responsable	200	Unidad	1	S/ 200.00	1	S/ 200.00	1	S/ 200.00	1	S/ 200.00		
- Supervicion de cuarentena	100.00	Unidad	3	S/ 300.00	3	S/ 300.00	3	300	3	S/ 300.00		
- Exámenes micologicos	100.00	Unidad	1	S/ 100.00	1	S/ 100.00	1	100	1	S/ 100.00		
<b>6. Equipos</b>			S/ 6,200.00	S/ 6,200.00	S/ 6,200.00	S/ 6,200.00	S/ 6,200.00					
- Compra de accesorios de equipo de riego	3,000.00	Varios	1	S/ 3,000.00	1	S/ 3,000.00	1	3000	1	S/ 3,000.00		
- Reparacion de motobomba y equipo de riego	700.00	Varios	1	S/ 700.00	1	S/ 700.00	1	700	1	S/ 700.00		
- Mantenimiento de motobomba y equipo de riego	70.00	Varios	10	S/ 700.00	10	S/ 700.00	10	700	10	S/ 700.00		
- Motofumigadora	1,800.00	Unidad	1	S/ 1,800.00	1	S/ 1,800.00	1	1800	1	S/ 1,800.00		
<b>7. Maquinarias</b>			S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00					
- Alquiler de tractor Agrícola (arado)	150.00	Hora/maq.	2	S/ 300.00	2	S/ 300.00	2	300	2	S/ 300.00		
- Alquiler de tractor Agrícola (rastra)	150.00	Hora/maq.	2	S/ 300.00	2	S/ 300.00	2	300	2	S/ 300.00		
<b>8. Suministro</b>			S/ 1,439.00	S/ 1,439.00	S/ 1,439.00	S/ 1,439.00	S/ 1,439.00					
- Combustible para equipo de riego	10.50	Galon	118	S/ 1,239.00	118	S/ 1,239.00	118	1239	118	S/ 1,239.00		
- Aceite para equipo de riego	20.00	1/4 Galon	10	S/ 200.00	10	S/ 200.00	10	200	10	S/ 200.00		
<b>9. Fertilizantes y agroquímicos</b>			S/ 15,719.85	S/ 1,642.40	S/ 44,500.40	S/ 30,216.40	S/ 15,928.40					
- Úrea	1,320.00	TM	1.2	S/ 1,584.00								
- Compost de escobajo INDUPALSA	200.00	TIM	0.0	S/ 0.00		214.29	S/ 42,858.00	142.87	S/ 28,574.00	71.4	S/ 14,286.00	
- Roca fosforica	870.00	TM	1.2	S/ 2,520.00								
- Clorurode potasio	1,360.00	TM	1.1	S/ 1,550.40								
- Magnecal	340.00	TM	9.5	S/ 3,230.00								
- Kieserita	1,360.00	TM	3.7	S/ 5,086.40								
- Herbicida sistematico (Destructor)	18.00	Litros	24.0	S/ 432.00	24	S/ 432.00	24	432	24.0	S/ 432.00		
- Insecticida (Cipermetrina, methamidofos, clorpiryfos)	30.00	Litros	12.0	S/ 360.00	12	S/ 360.00	12	360	12.0	S/ 360.00		
- Fungicida (Benomil)	30.00	Kilos	4.7	S/ 141.60	5	S/ 141.60	5	141.6	4.7	S/ 141.60		
- Fungicida (Mancozeb)	90.00	Kilos	4.7	S/ 424.80	5	S/ 424.80	4.72	S/ 424.80	4.72	424.8	4.7	S/ 424.80
- Abono foliar (Micronutrientes y boro)	45.00	Litros	2.4	S/ 106.65								
- Adherente	20.00	Litros	2.4	S/ 47.40	2	S/ 47.40	2.37	S/ 47.40	2.37	47.4	2.4	S/ 47.40
- Insecticida(Tifon)	30.00	Kilos	4.7	S/ 141.60	5	S/ 141.60	4.72	S/ 141.60	4.72	141.6	4.7	S/ 141.60
- Fungicida (Ridomil)	95.00	Kilos	1.0	S/ 95.00	1	S/ 95.00	1	S/ 95.00	1	95	1.0	S/ 95.00

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN 1 ha. PARA 80 has EN CAMPO DEFINITIVO			TRATAMIENTO T5 (FERTILIZACIÓN QUÍMICA)	TRATAMIENTO T4 (TESTIGO-SIN NINGUNA FERTILIZACIÓN)	TRATAMIENTO T3 (45% = 9 KG DE COMPOST + 11 KG DE SUELO)	TRATAMIENTO T2 (30% = 6 KG DE COMPOST + 14 KG DE SUELO)	TRATAMIENTO T1 (15% = 3 KG DE COMPOST + 17 KG DE SUELO)	
			S/ 9,075.00	S/ 9,075.00	S/ 9,075.00	S/ 9,075.00	S/ 9,075.00	
<b>10. Materiales y herramientas</b>								
- Bolsas de 16 x16 x6	0.35	Unidad	18700	S/ 6,545.00	18700	S/ 6,545.00	18700	S/ 6,545.00
- Poceadora	40.00	Unidad	2	S/ 80.00	2	S/ 80.00	2	S/ 80.00
- Rastrillo	20.00	Unidad	2	S/ 40.00	2	S/ 40.00	2	S/ 40.00
- Pala recta	60.00	Unidad	3	S/ 180.00	3	S/ 180.00	3	S/ 180.00
- Lima triangular	12.00	Unidad	5	S/ 60.00	5	S/ 60.00	5	S/ 60.00
- Wincha de 50 mt.	40.00	Unidad	1	S/ 40.00	1	S/ 40.00	1	S/ 40.00
- Pintura esmalte	15.00	1/4 Galon	1	S/ 15.00	1	S/ 15.00	1	S/ 15.00
- Tiner	5.00	Litros	1	S/ 5.00	1	S/ 5.00	1	S/ 5.00
- Azadon	20.00	Unidad	3	S/ 60.00	3	S/ 60.00	3	S/ 60.00
- Machete	10.00	Unidad	3	S/ 30.00	3	S/ 30.00	3	S/ 30.00
- Carretilla	250.00	Unidad	3	S/ 750.00	3	S/ 750.00	3	S/ 750.00
- Mochila manual de 20 Lt.	320.00	Unidad	2	S/ 640.00	2	S/ 640.00	2	S/ 640.00
- Reparacion de Mochila manual de 20 Lt.	100.00	Unidad	1	S/ 100.00	1	S/ 100.00	1	S/ 100.00
- Balde con dispensador (10 Lt.) / maniluvio	15.00	Unidad	2	S/ 30.00	2	S/ 30.00	2	S/ 30.00
- Bandeja plastico / maniluvio	5.00	Unidad	1	S/ 5.00	1	S/ 5.00	1	S/ 5.00
- Clorox (lejia) /maniluvio	10.00	Litros	2	S/ 20.00	2	S/ 20.00	2	S/ 20.00
- Cal / pediluvio	1.00	Kilos	25	S/ 25.00	25	S/ 25.00	25	S/ 25.00
- Mandil /SENASA	100.00	Unidad	2	S/ 200.00	2	S/ 200.00	2	S/ 200.00
- Botas de jebe /SENASA	25.00	Pares	2	S/ 50.00	2	S/ 50.00	2	S/ 50.00
- Guantes quirurgicos	20.00	Paquetes	2	S/ 40.00	2	S/ 40.00	2	S/ 40.00
- Mascarillas	1.00	Unidad	10	S/ 10.00	10	S/ 10.00	10	S/ 10.00
- linterna /vigilancia	150.00	Unidad	1	S/ 150.00	1	S/ 150.00	1	S/ 150.00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>S/ 145,926.73</b>	<b>S/ 129,774.28</b>	<b>S/ 174,486.88</b>	<b>S/ 159,587.24</b>	<b>S/ 144,679.08</b>
<b>IMPREVISTOS (5%)</b>				<b>S/ 7,296.34</b>	<b>S/ 6,488.71</b>	<b>S/ 8,724.34</b>	<b>S/ 7,979.36</b>	<b>S/ 7,233.95</b>
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 153,223.07</b>	<b>S/ 136,262.99</b>	<b>S/ 183,211.22</b>	<b>S/ 167,566.60</b>	<b>S/ 151,913.03</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN POR PLÁNTULA</b>				<b>S/ 6.44</b>	<b>S/ 5.72</b>	<b>S/ 7.69</b>	<b>S/ 7.04</b>	<b>S/ 6.38</b>



**INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES**

INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONÍA PERUANA

CERTIFICADO INDECOPI N° 00072183

**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS**

**REPORTE DE ANÁLISIS DE FERTILIZANTES**

N° SOLICITUD : AFER0026-17  
 SOLICITANTE : INDUSTRIA DE PALMA ACEITERA DE LORETO Y SAN MARTIN  
 PROCEDENCIA : SAN MARTIN - LAMAS - PONGO DEL CAYNARACHI  
 TIPO DE FERTILIZANTE : COMPOST

FECHA DE MUESTREO : 19/10/2017  
 FECHA DE RECEP. LAB : 20/10/2017  
 FECHA DE REPORTE : 02/11/2017

ITEM	Número de Muestra				pH	C.E. dS/m	N %	P %	S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %	Sodio %	Zinc ppm	Cobre ppm	Manganeso ppm	Hierro ppm	Boro ppm	M.O %	M.Seca %
	Laboratorio	Campo																		
01	17	10	0051	PILA-91022-COMPOST	8.31	3.31	0.99	0.31	0.50	2.40	1.24	0.56	0.02	119	60	188	6631	15	20.80	29.81

**METODOS:**

pH	: Potenciometro (1:2.5)
CONDUC. ELECTRICA	: Conductimetro (1:2.5)
NITROGENO	: Norma Técnica Peruana 311.011 2014
FOSFORO	: Norma Técnica Peruana 311.557 2013
AZUFRE	: Norma Técnica Peruana 311.525 2013
SODIO, POTASIO, CALCIO, MAGNESIO	: Norma Técnica Peruana 311.011 2013
HIERRO, COBRE, ZINC, MANGANESO, Otros	: Norma Técnica Peruana 311.557 2013
BORO	: Norma Técnica Peruana 311.557 2013
MATERIA SECA	: Norma Técnica Peruana 311.525 2011

La Banda de Shilcayo, 02 de Noviembre del 2017

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES  
 TARAPOTO - PERÚ

Enrique Arevalo Gardini, Ph. D  
 COORDINADOR GENERAL

Nota: el laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.

Figura 15. Contenido de fertilizantes del compost de escobajo de palma.

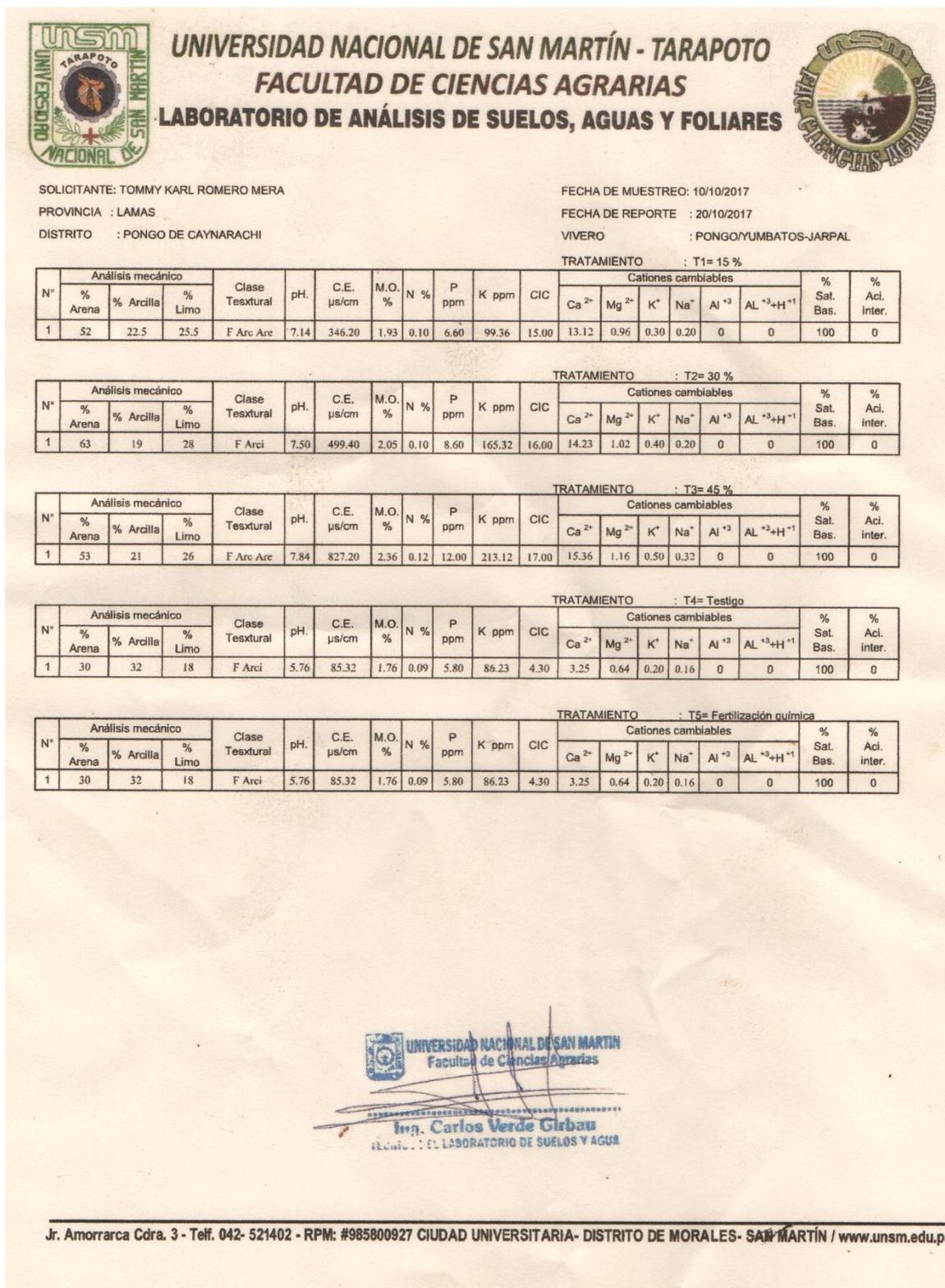


Figura 16: Primer análisis fisicoquímico del sustrato por tratamiento.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE: TOMMY KARL ROMERO MERA

FECHA DE MUESTREO: 19/02/2018

PROVINCIA : LAMAS

FECHA DE REPORTE : 02/03/2018

DISTRITO : PONGO DE CAYNARACHI

VIVERO : PONGO/YUMBATOS-JARPAL

DISTRITO : SECTOR HUICUNGO

TRATAMIENTO : T1= 15 %

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH.	C.E. µs/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes cambiabiles						% Sat. Bas.	% Aci. inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	AL <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
1	50	24	23	F Arc Arc	6.13	254.30	2.12	0.10	8.23	123.25	10.00	8.63	0.56	0.30	0.23	0	0	100	0

TRATAMIENTO : T2= 30 %

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH.	C.E. µs/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes cambiabiles						% Sat. Bas.	% Aci. inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	AL <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
1	49	21	26	F Arc Arc	6.76	396.00	2.96	0.13	10.12	136.25	12.00	9.89	0.68	0.30	0.33	0	0	100	0

TRATAMIENTO : T3= 45 %

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH.	C.E. µs/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes cambiabiles						% Sat. Bas.	% Aci. inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	AL <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
1	52	20	29	F Arc Arc	6.89	444.00	3.12	0.14	13.12	156.25	13.00	10.12	0.87	0.40	0.39	0	0	100	0

TRATAMIENTO : T4= Testigo

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH.	C.E. µs/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes cambiabiles						% Sat. Bas.	% Aci. inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	AL <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
1	30	30	22	F Arci	5.67	79.32	1.43	0.06	5.41	67.73	4.12	2.45	0.34	0.13	0.17	0	0	100	0

TRATAMIENTO : T5= Fertilización química

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH.	C.E. µs/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes cambiabiles						% Sat. Bas.	% Aci. inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	AL <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
1	48	31	21	F Arc Arc	6.85	461.00	2.96	0.13	12.15	178.68	16.00	13.56	1.12	0.50	0.70	0	0	100	0

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
 Facultad de Ciencias Agrarias  
 Ing. Carl Verde Girbau  
 TECNICO DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

**Figura 17:** Segundo análisis fisicoquímico del sustrato por tratamiento.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE: TOMMY KARL ROMERO MERA

FECHA DE MUESTREO: 15/07/2018

PROVINCIA : LAMAS

FECHA DE REPORTE : 31/07/2018

DISTRITO : PONGO DE CAYNARACHI

VIVERO : PONGO/YUMBATOS-JARPAL

SECTOR : SECTOR HUICUNGO

TRATAMIENTO : T1= 15 %

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH.	C.E. $\mu\text{s}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes cambiabiles						% Sat. Bas.	% Aci. inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	AL <sup>+3+H<sup>+</sup>+1</sup>		
1	48	31	21	F Arc Arc	5.99	234.22	2.02	0.09	6.15	112.36	8.80	7.32	0.33	0.25	0.37	0	0	100	0

TRATAMIENTO : T2= 30 %

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH.	C.E. $\mu\text{s}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes cambiabiles						% Sat. Bas.	% Aci. inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	AL <sup>+3+H<sup>+</sup>+1</sup>		
1	50	18	25	F Arc Arc	6.21	315.12	2.47	0.11	8.01	129.35	9.23	8.79	0.55	0.33	0.49	0	0	100	0

TRATAMIENTO : T3= 45 %

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH.	C.E. $\mu\text{s}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes cambiabiles						% Sat. Bas.	% Aci. inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	AL <sup>+3+H<sup>+</sup>+1</sup>		
1	48	31	21	F Arc Arc	6.65	345.87	2.69	0.12	10.23	142.36	11.00	9.23	0.78	0.40	0.57	0	0	100	0

TRATAMIENTO : T4= Testigo

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH.	C.E. $\mu\text{s}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes cambiabiles						% Sat. Bas.	% Aci. inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	AL <sup>+3+H<sup>+</sup>+1</sup>		
1	31	27	30	F Arci	5.46	57.95	1.23	0.05	5.01	60.59	3.47	2.12	0.28	0.09	0.15	0	0	100	0

TRATAMIENTO : T5= Fertilización química

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH.	C.E. $\mu\text{s}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes cambiabiles						% Sat. Bas.	% Aci. inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	AL <sup>+3+H<sup>+</sup>+1</sup>		
1	48	31	21	F Arc Arc	6.94	3.21.12	2.20	0.10	12.56	163.20	12.00	10.12	0.96	0.40	0.40	0	0	100	0

**Ing. Carlos Verde Girbau**  
 TÉCNICO DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

**Figura 18:** Tercer análisis fisicoquímico del sustrato por tratamiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Escuela Profesional de Agronomía



Tarapoto, 17 de Diciembre del 2017

**INFORME DE RESULTADOS: N° 078-2017**

Solicitante: Romero Mera Tommy Karl

Fecha de llegada de muestra: 10/11/2017

Fecha de análisis: 30/11/2017

Fecha de culminación: 17/12/2017

Condición de llegada de la muestra: Normal

Identificación de la muestra:

**METODOLOGÍA**

Capacidad de retención de agua: Monteiro y Frighuetto (2000).

Respiración basal del suelo en sistema estático, sugerida por Alef (1995).

Biomasa microbiana del suelo, sugerido por Dionisio et al. (2016).

**RESULTADOS:**

**Tabla 1.** Evaluación de la Respiración Basal del Suelo (RBS) y Biomasa Microbiana (BMS) en tres muestras de suelo enmendadas con compost de escobajo (T1, T2 y T3), un suelo sin fertilizantes (T4) y otr con fertilizantes químicos (T5).

Muestras de suelo	RBS (C-CO <sub>2</sub> mg Kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	BMS (µg C g <sup>-1</sup> )
T1=15 % (3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo)	4.97 A	945.5 A
T2 = 30 % (6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo)	5.21 A	947.91 A
T3= 45 % (9 kg de compost de escobajo + 11 kg de suelo)	5.53 A	1005.79 A
T4=Testigo Absoluto (Sin ningún tipo de fertilizantes)	3.43 B	455.86 B
T5=Testigo = Fertilización química	5.53 A	588.52 AB
<b>C.V (%)</b>	<b>6.20</b>	<b>10.71</b>

Tratamientos con letras diferentes presentan diferencias significativas. Analisis de Varianza empleado el test de Tukey al 95%.

**Blgo. Dr. Winston Franz Ríos**  
 Responsable del Laboratorio de Microbiología Agrícola – FCA

**Figura 19:** Primer análisis microbiológico del sustrato por tratamiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Escuela Profesional de Agronomía



Tarapoto, 20 de Agosto del 2018

**INFORME DE RESULTADOS: N° 008-2018**

Solicitante: Romero Mera Tommy Karl  
 Fecha de llegada de muestra: 10/07/2017  
 Fecha de análisis: 02/08/2017  
 Fecha de culminación: 15/08/2017  
 Condición de llegada de la muestra: Normal  
 Identificación de la muestra:

**METODOLOGÍA**

Capacidad de retención de agua: Monteiro y Frighuetto (2000).  
 Respiración basal del suelo en sistema estático, sugerida por Alef (1995).  
 Biomasa microbiana del suelo, sugerido por Dionisio et al. (2016).

**RESULTADOS:**

**Tabla 1.** Evaluación de la Respiración Basal del Suelo (RBS) y Biomasa Microbiana (BMS) en tres muestras de suelo enmendadas con compost de escobajo (T1, T2 y T3), un suelo sin fertilizantes (T4) y otr con fertilizantes químicos (T5).

Muestras de suelo	RBS (C-CO <sub>2</sub> mg Kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	BMS (µg C g <sup>-1</sup> )
T1=15 % (3 kg de compost de escobajo + 17 kg de suelo)	4.12 A	45.83 B
T2 = 30 % (6 kg de compost de escobajo + 14 kg de suelo)	3.06 BC	53.16 B
T3= 45 % (9 kg de compost de escobajo + 11 kg de suelo)	3.56 AB	33.00 B
T4=Testigo Absoluto (Sin ningún tipo de fertilizantes)	2.58 C	84.32 A
T5=Testigo = Fertilización química	3.38 ABC	80.65 A
<b>C.V (%)</b>	<b>13.15</b>	<b>20.71</b>

Tratamientos con letras diferentes presentan diferencias significativas. Analisis de Varianza empleado el test de Tukey al 95%.

**Blgo. Dr. Winston Franz Ríos Ruiz**  
 Responsable del Laboratorio de Microbiología Agrícola – FCA

**Figura 20:** Segundo análisis microbiológico del sustrato por tratamiento.