UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"NIVEL ÓPTIMO DE BIOECOL PROBAC PARA LA DESCOMPOSICIÓN DEL ESCOBAJO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq) Y NIVEL NUTRICIONAL DEL COMPOST EN UCAYALI, PERÚ"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

ALEX JAIR AMÉZQUITA DEL AGUILA

PUCALLPA – PERÚ

2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentada por el Bach **ALEX JAIR AMÉZQUITA DEL AGUILA** denominada: "**NIVEL ÓPTIMO DE BIOECOL PROBAC PARA LA DESCOMPOSICIÓN DEL ESCOBAJO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq) Y NIVEL NUTRICIONAL DEL COMPOST EN UCAYALI, PERÚ**, para cumplir con el requisito del título profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO.**

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos **APROBADO** con el calificativo de **BUENO.**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en el Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 27 de diciembre del 2018.

Ing. Eliel Sánchez Manicorena, M.Sc.
Presidente

Ing. Fernando Pérez Leal, Dr.
Secretario

Ing. Héctor Arbildo Paredes, M.Sc.
Miembro

Ing. José Antonio López Ucariegüe, M.Sc.
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta Tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Eliel Sánchez Marticorena, M.Sc. ----------
Presidente

Ing. Fernando Pérez Leal, Dr. ----------
Secretario

Ing. Héctor Arbildo Paredes, M.Sc. ----------
Miembro

Ing. José Antonio López Ucariegüe, M.Sc. ----------
Asesor

Bach. Alex Jair Amézquita Del Aguila ----------
Tesista

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, ALEX JAIR AMÉZQUITA DEL AGUILA

Autor de la TESIS titulada:

"NIVEL ÓPTIMO DE BIOECOL PROBAC PARA LA DESCOMPOSICIÓN DEL ESCOBAJO DE PALMA ACEITERA (Elaeis guineensis Jacq.) Y NIVEL NUTRICIONAL DE COMPOST EN UCAYALI, PERÚ"

Sustentada el año: 2018

Con la asesoría de: ING. JOSÉ ANTONIO LÓPEZ UCARIEGUE M.Sc.

En la Facultad de: CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Profesional de: AGRONOMÍA

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

- [X] Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).
- [ ] Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 29 / 01 / 19

Email: alexamezquita91@gmail.com

Firma:

Teléfono: 916723914

DNI: 70947514

DEDICATORIA.

A mi Dios Todopoderoso, por su bondad de brindarme sabiduría y salud en cada instante, por darme fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencia y sobre todo de felicidad.

A mi amada madre Norita, por hacer de mi un hombre de bien, por dedicarme su tiempo con su amor incalculable, por la educación que me brindó desde que era un niño, por los valores y virtudes que me inculcó, porque siempre estuvo a mi lado en los buenos y malos momentos con sus consejos y apoyo incondicional, para seguir adelante en este maravilloso camino de la vida, y a mi querido padre Zenón, por darme la oportunidad de ser un profesional y apoyarme en todo el transcurso de mi carrera.

A mis hermanos Veraluz, Marco y Erick, por ser mis compañeros de vida, y darme las fuerzas para seguir adelante y estar ahí siempre que necesito de ellos, y a mis dos sobrinos Andrew y Macarena, por hacer que mis días estén llenos de felicidad, sintiendo su cariño incondicional.

AGRADECIMIENTO.

Expreso mi más sincero agradecimiento a las siguientes instituciones y personas que han contribuido en la realización de la presente tesis:

- A la Universidad Nacional de Ucayali, por darme la oportunidad de asistir a sus aulas y lograr mis aspiraciones personales y profesionales.
- A los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, por su dedicación y esmero que me mostraron día a día, siendo ejemplos y guías.
- De una manera muy especial al Ing. Antonio López Ucariegüe, asesor de la presente tesis, por el apoyo brindado, la confianza, por sus consejos y aportes en el desarrollo y redacción de la tesis desde el inicio hasta el final.
- Al M. V. Víctor Alberto Fernández Delgado, por su constante apoyo en la elaboración del perfil del trabajo de investigación.
- A mis amigos, Wilber Sebastián, Jeiner Hoyos, Esther Huamán, Juan Carlos Chávez, Lizy Meléndez, por su incondicional apoyo en la ejecución de ésta investigación.
- Y a todas aquellas personas que escapa mi memoria y que contribuyeron desinteresadamente para que este proyecto finalizara con éxito.

ÍNDICE.

		Pág.
RESUMEN…….		x
ABSTRACT……		xi
LISTA DE CUADROS……..		xii
LISTA DE FIGURAS……		xiii
I.	INTRODUCCIÓN…….....	1
ll.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA……	4
	2.1. Antecedentes de la investigación……	4
	2.2. Bases teóricas……	7
	2.2.1. La palma aceitera……	7
	2.2.1.1. Origen y expansión……..	7
	2.2.1.2. Clasificación taxonómica…….	7
	2.2.1.3. La palma aceitera en el Perú……..	7
	2.2.1.4. Un problema y una preocupación creciente….	9
	2.2.1.5. Aspectos agroecológicos…….	10
	2.2.1.6. Enfermedades……...	11
	2.2.1.7. Propiedades……..	11
	2.2.2. Racimo desfrutado (escobajo de palma aceitera)……	13
	2.3. Bioecol probrac..……	14
	2.3.1. Modo de acción de bioecol probac…….....	15
III.	MATERIALES Y MÉTODO……	16
	3.1. Materiales, insumos, herramientas, equipos…….	16
	3.1.1. Materiales…….	16
	3.1.2. Insumos……	16

3.1.3. Herramientas…… 16

3.1.4. Equipos……..... 16

3.2. Ubicación y duración del experimento…… 16

3.3. Antecedentes del área experimental…….. 17

3.4. Condiciones climáticas y edáficas……... 17

3.5. Población y muestra…….. 17

3.5.1. Población……..... 17

3.5.2. Muestra……. 17

3.6. Metodología de la investigación…….. 18

3.6.1. Limpieza del área experimental…… 18

3.6.2. Construcción de camas para el trabajo de investigación……..... 18

3.6.3. Transporte del escobajo……. 18

3.6.4. Colocación de escobajo a las cama……..... 18

3.6.5. Dilución y fraccionamiento……. 18

3.6.6. Aplicación del producto…….. 19

3.6.7. Volteos de camas…… 19

3.6.8. Riego a camas……. 19

3.7. Evaluaciones realizadas…… 19

3.7.1. Peso del compost…… 19

3.7.2. Nivel nutricional del compost……. 20

3.7.3. Temperatura……. 20

3.7.4. Humedad…….. 20

3.8. Diseño experimental…….. 20

3.9. Componentes del estudio……..... 20

3.10. Material enzimático…….. 20

3.11. Esquema de análisis de varianza……. 21

3.12. Dimensiones del área experimental……..... 21

3.12.1. Área experimental…….. 21

3.12.2. Área de camas…… 22

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN…… 23

4.1. Peso del compost…….…….... 23

4.1.1. Peso del compost a los 60 días..... 23

4.1.2. Peso del compost a los 120 días……. 23

4.1.3. Peso del compost a los 180 días……. 24

4.2. Composición nutricional del compost……. 26

4.2.1. Contenido de materia orgánica……. 26

4.2.2. Contenido de nitrógeno total……..... 27

4.2.3. Contenido de fósforo disponible…….. 28

4.2.4. Contenido de potasio .del compost…….. 29

4.2.5. pH del compost…… 30

4.2.6. Temperatura del compost……..... 30

4.2.7. Contenido de humedad del compost……..…… 31

V. CONCLUSIONES…….. 33

VI. RECOMENDACIONES……..... 34

VII. LITERATURA CITADA…….. 35

VIII. ANEXO…… 38

.

RESUMEN.

La investigación se realizó en el Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, entre noviembre del 2017 a mayo del 2018, con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de Bioecol probac durante 6 meses sobre la descomposición del escobajo de palma aceitera: entero y picado, así como determinar el nivel nutricional del compost a base del escobajo al término del trabajo. Este racimo desfrutado fue usado en una proporción de 100 Kg por unidad experimental y colocado en cajones de 2 metros cuadrados y 50 cm de altura para su descomposición. El diseño utilizado fue en bloques completos al azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones con un total de 24 unidades experimentales. Los resultados concluyen que, respecto al peso del compost producido, la mejor combinación les correspondió a T7 y T8 (Escobajo Picado) con dosis de 40 y 60 cc de Bioecol. En cambio, los valores nutricionales para NPK del compost producido fueron similares para los tratamientos en base de escobajo entero y picado no se encontraron diferencias. Finalmente, no se encontró diferencias significativas en el producto final a base de escobajo entero y picado para materia orgánica, pH, humedad y temperatura del compost producido.

Palabras claves: Palma aceitera, escobajo, entero, picado, probac, compost.

ABSTRACT.

The research was conducted in the Production Center of the National University of Ucayali, between November 2017 to May 2018, with the purpose of evaluating the effect of the application of four doses of Bioecol probac during 6 months on the decomposition of the stalk of oil palm: whole and chopped, as well as determining the nutritional level of the compost based on the stalk at the end of the work. This cluster was used in a proportion of 100 Kg per experimental unit and placed in boxes of 2 square meters and 50 cm in height for its decomposition. The design used was in randomized complete blocks, with 8 treatments and 3 repetitions with a total of 24 experimental units. The results conclude that, with respect to the weight of the compost produced, the best combination corresponded to T7 and T8 (Escobajo Picado) with doses of 40 and 60 cc of Bioecol. On the other hand, the nutritional values for NPK of the compost produced were similar for treatments based on whole and chopped stalks. No differences were found. Finally, no significant differences were found in the final product based on whole and chopped stems for organic matter, pH, humidity and temperature of the compost produced.

Keywords: Oil palm, whole and chopped stalk, probac, compost.

LISTA DE CUADROS.

Pág.

En el texto:

Cuadro 1. Contenido nutricional del compost de palma aceitera… 13

Cuadro 2. Función de bacterias que compone Bioecol probac…... 14

Cuadro 3. Fraccionamiento de los tratamientos……. 19

En el anexo:

Cuadro 4A. ANVA de peso del compost a los 120 días de descomposición…… 39

Cuadro 5A. ANVA de peso del compost a los 180 días descomposición…….. 40

Cuadro 6A. ANVA Contenido de materia orgánica del compost producido…… 41

Cuadro 7A. ANVA Contenido de nitrógeno total del compost producido…… 42

Cuadro 8A. ANVA Contenido de fósforo disponible del compost producido 43

Cuadro 9A. ANVA Contenido de potasio cambiable del compost producido…… 44

Cuadro 10A. ANVA pH del compost producido…… 45

Cuadro 11A. ANVA Temperatura del compost producido…….. 46

Cuadro 12A. ANVA Humedad del compost producido…… 47

LISTA DE FIGURAS.

Pág.

En el texto:

Figura 1. Flujo grama del proceso de producción de aceite de palma aceitera……..... 12

Figura 2. Croquis del área experimental……. 22

Figura 3. Peso del compost a los 120 días de descomposición…. 23

Figura 4. Peso del compost a los 180 días descomposición……... 24

Figura 5. Peso del compost por tiempo…….. 25

Figura 6. Contenido de materia orgánica del compost producido. 26

Figura 7. Contenido de nitrógeno total del compost producido…. 27

Figura 8. Contenido de fósforo disponible del compost producido. 28

Figura 9. Contenido de potasio cambiable del compost producido……. 29

Figura 10. pH del compost producido……..... 30

Figura 11. Temperatura del compost producido…….. 31

Figura 12. Humedad del compost producido…… 32

En el anexo:

Figura 13A. Ubicación del área experimental……. 48

Figura 14A. Limpieza y desinfección del área experimental……..... 48

Figura 15A. Construcción e instalación de las camas……... 49

Figura 16A. Pesado del escobajo por cada 100 Kg……... 49

Figura 17A. Colocación del escobajo en sus respectivas camas…..... 50

Figura 18A. Dilución y fraccionamiento del Bioecol probac…….. 50

Figura 19A. Aplicación del Bioecol probac…….. 51

Figura 20A. Volteo de camas…… 51

Figura 21A. Riego de camas…….. 52

Figura 22A. Medición de la descomposición del escobajo en peso (Kg)…… 52

Figura 23A. Registro de la humedad y temperatura…….. 53

Figura 24A. Análisis nutricional del compost del escobajo……... 53

Figura 25A. Resultados del análisis nutricional del compost del escobajo……... 54

I. INTRODUCCIÓN.

El cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis,* Jacq*)* ha demostrado ser una alternativa real para generar ingresos y empleos permanentes, a nivel de los pequeños productores, que con 5 hectáreas cultivadas por familia, puede aliviar su condición de pobreza. La palma aceitera tiene rendimientos que oscilan de 12 a 22 t de Racimo de Fruta Fresca (RFF) ha/año (dependiendo del manejo adecuado del cultivo), que al precio actual promedio de RFF es S/. 480.6 (en U.S. $ 184.6 por t), permite ingresos brutos alrededor de 3,300 dólares/ha-año, tiene una rentabilidad elevada, utilidades, de hasta $ 1,650 dólares ha/año y bajos costos de producción. El costo de una hectárea, desde la instalación hasta los 4 años, es en promedio $ 2,500 y produce RFF aproximadamente 45 años, según comunicación personal de los técnicos del GOREU (2018).

Miranda (2013), señala que en la provincia de Coronel Portillo**,** se encuentran 3 Asociaciones Centrales de Palmicultores: 1) La Asociación Central de Palmicultores de Campo Verde- ASCEPERU, con 10 organizaciones de base, 2) El Comité Central de Palmicultores de Ucayali-COCEPU con 09 organizaciones de base y 3) La Asociación de Palmicultores de Nueva Requena-ASPANURE con 06 organizaciones de base. Estas organizaciones venden la producción de RFF a las siguientes empresas: a) Oleaginosas Amazónicas “OLAMSA”, empresa agroindustrial con carácter privado y se encuentra ubicado en el Km. 60 de la carretera Federico Basadre, tiene una capacidad de instalada de 24 Toneladas Métricas de RFF/hora b) Oleaginosas Pucallpa SAC, empresa de carácter privado que produce y compra RFF a los productores de palma, tiene una capacidad de extracción de 1 Toneladas Métricas de RFF /hora y se encuentra ubicada en el Km. 50 de la carretera Federico Basadre, y c) Palmoleo SAC, que también es una

empresa de carácter privado y se encuentra ubicada en el Km 12 de la carretera Federico Basadre.

Los racimos desfrutados o escobajo es un componente orgánico que se obtiene después del proceso de transformación del aceite crudo de palma aceitera, que representa el 65% del total de un racimo de fruta fresca procesado, en la actualidad existen cinco fábricas de producción y transformación del fruto de la palma, un aproximado de 200 toneladas de escobajo de palma aceitera sale diariamente de las fábricas, material orgánico que es trasladado a los rellenos sanitarios, botaderos, orillas de ríos y quebradas, en algunos casos puestos en las parcelas de los palmeros de la zona. Este escobajo es descompuesto en el lugar donde lo botaron, también son quemados por los agricultores y un mínimo porcentaje es usado como componente orgánico, estos agricultores que en la actualidad usan el escobajo como componente orgánico en sus plantaciones están obteniendo varios beneficios, tales como retención y acumulación de la humedad del suelo debajo del escobajo, control de las malezas y aplicación de fertilizantes en mínima proporción y en cualquier época del año.

La presente investigación se desarrolló con la finalidad de dar una alternativa de manejo de los residuos sólidos generados por la extracción del aceite crudo de palma aceitera, ya que con la ayuda de un producto orgánico Bioecol probac se logró descomponer el escobajo de una manera rápida y que convierte a este un producto rico en nutrientes y útil para abonar las tierras y mejorar la manejabilidad de los cultivos y de esta manera, contribuir al desarrollo de métodos de producción sostenible, mitigando los efectos de la agricultura sobre el medio ambiente por el inadecuado manejo y aplicación de los fertilizantes sintéticos.

Por ello, los objetivos del trabajo de investigación fueron evaluar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de *PROBAC* durante 6 meses sobre la descomposición del escobajo de palma aceitera: entero y picado, y al mismo tiempo, determinar el nivel nutricional del compost a base del escobajo, al término del trabajo.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

A pesar de la abundante información técnica del cultivo de palma aceitera, existe escasa información sobre el uso eficiente de inóculos para acelerar la descomposición del escobajo y su consecuente formación de compost.

Así, ensayos conducidos en la década del 80 demostraron que se puede producir un buen compost a partir del escobajo (Lim, 1990) pero no fue hasta fines de los años 90 que se diseñó un proceso confiable para su uso comercial.

Lord *et al.,* (2002) concluye en su investigación que el tiempo para completar el proceso de preparación de compost depende de las condiciones ambientales y de los requerimientos del uso final, fluctuando entre 10 a 22 semanas. Los factores esenciales son la relación C/N inicial óptima entre 20 a 40, el contenido de humedad debe estar entre 45% a 65%, la temperatura del proceso entre 43 a 65 °C, el nivel de oxígeno en 5% y un tamaño de partícula menor de 5 cm.

En Ucayali, Miranda (2013) encontró que los racimos del escobajo que están debajo de los primeros racimos son los que se descompusieron a un 80% y los escobajos de palma aceitera que se encontraron encima son los que se descompusieron menos en un 50% en un promedio de 7 a 8 meses. Las dosis de escobajo de palma aceitera por arriba de los 500 kilos por plantas son las que mayor cantidad de materia orgánica aportan a las plantas en 6 meses, debido a que estás tienen mayor cantidad de racimos que se encuentran aplastados y en mayor descomposición.

Jaramillo (2012), manifiesta que uno de los principios para una fertilización adecuada en la palma aceitera es proveyendo a cada planta, las cantidades adecuadas de nutrientes en forma balanceada para asegurar el rendimiento y la

rentabilidad de la actividad, recomendando hacer uso de los residuos del campo y de las fábricas en las propias plantaciones. Indica también que un 90% de los residuos de las cosechas y de los desperdicios de las fábricas no intervienen en las futuras cosechas, quedando así demostrado que los escobajos de la palma no están siendo reutilizados como abonos orgánicos. Así mismo, expresa que 1000 kilos de racimos de fruta fresca RFF generan en promedio, 720 Kg de residuo de escobajo, dejando como alternativa que estos residuos pueden ser una alternativa ecológica y económica para la producción de palma aceitera.

Torres, Acosta y Chinchilla (2004), presentaron los resultados de un proyecto comercial en Quepos, Costa Rica, cuyo objetivo fue transformar la fibra del raquis de los racimos y los efluentes, principales residuos de la Agroindustria de la Palma de Aceite, en abono orgánico, dado que las características físicas y químicas de esta materia prima son ideales para obtener un compost de alta calidad. Se construyó un patio de compostaje en 4 hectáreas, en donde la mecanización del transporte de la materia prima, la aplicación de los efluentes y el procesamiento puede realizarse con tres obreros, bajo el mando de un coordinador general. El ensacado y la aplicación de compost al campo (24-30 t/día) se hace con cinco personas y un equipo mecánico de transporte. Por cada tonelada de fibra de raquis procesada, se obtienen 560 Kg de compost, el cual tiene una densidad de 417 Kg/m^3, lo que implica un ahorro considerable en transporte, respecto a aplicarlo como fibra (250 Kg/m^3). En promedio, tanto para condiciones experimentales como comerciales, se ha obtenido un compost con las siguientes características químicas (% sobre base 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%. La planta extractora de aceite en donde se encuentra el proyecto, procesará durante el año

2005 un estimado de 91,500 t de racimos frescos, los cuales generarán unas 13,100 t de fibra de racimos, y unos 73.200 m^3 de efluentes (de los cuales se utilizará aproximadamente un 40% en el proceso de compostaje). La producción de compost para este periodo se estima en 6,577 t, la cual será aplicada en aproximadamente 1,000 ha de plantación, con un costo total de proceso y aplicación en el campo de $ 18,34/t. Si se compara el aporte nutricional del compost con el de un fertilizante químico, el proyecto de compostaje puede generar un ahorro de $46,282/año, con lo cual la inversión en equipos e infraestructura se pagaría en cuatro años.

Finalmente Ríos (2017), reporta que la investigación realizada por Ochoa (2014) en el Sector Neshuya-Curimana, denominada “Producción de Humus de lombriz de tierra *(Eisenia foétida),* a partir de Escobajo de Palma Aceitera *(Elaeis guineensis* Jacq*) y* Gallinaza” refiere acerca de la utilización del escobajo de palma aceitera y gallinaza para producir humus de lombriz, evaluando el contenido nutricional del humus de escobajo molido mezclado con gallinaza, en diferentes proporciones y su costo de producción. En la producción de compost, las proporciones de escobajo/gallinaza 100/0, 70/30 y 60/40 perteneciente a los tratamientos T4, T3 y T2 respectivamente, presentaron los mayores rendimientos, puesto que su producción está por encima de los 90 Kg, sin embargo, la proporción 50/50 perteneciente al T1 presenta el mayor contenido de N y P con 2.6% y 1.99% respectivamente.

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. La Palma Aceitera.

2.2.1.1. Origen y expansión.

Jaramillo (2012) refiere que, la palma aceitera tiene su origen en África Occidental, lo cual se ha comprobado por evidencias bibliográficas y aún fósiles. Es así como más concretamente, su origen se le ha atribuido a las costas del Golfo de Guinea, desde donde llegó a América a través de los viajes en los que fueron traídos muchos esclavos a este continente. Los frutos de la palma formaban parte de la dieta alimenticia de muchos pobladores de la franja tropical africana y al llegar a suelo americano, traían consigo frutos que posteriormente dieron origen a las primeras poblaciones de palmas, tal como sucedió en San Salvador, Brasil, que al parecer fue el primer centro de adaptación y propagación espontánea de la palma.

2.2.1.2. Clasificación taxonómica.

División: Fanerógamas.

Sub división: Angiospermas.

Clase: Monocotiledóneas.

Orden: Palmales.

Familia: Arecaceae.

Sub familia: Cocoidae.

Género: *Elaeis.*

Especie: *guineensis*.

2.2.1.3. La palma aceitera en Perú.

Miranda (2013), manifiesta el interés por la palma aceitera en

Perú, surge como una iniciativa del gobierno nacional en el año 1969, cuando invita a una misión técnica del Instituto de Investigaciones para los Aceites y las Oleaginosas (IRHO por sus siglas en francés), hoy llamado CIRAD. La misión concluyo que la amazonia era apta para el cultivo de la palma y a partir del proyecto de colonización Tingo María-Tocache-Campanilla, el gobierno forma la empresa ENDEPALMA S.A., propiedad del estado y establece la primera plantación comercial en la provincia de Tocache, con 200 hectáreas que posteriormente se amplió hasta completar 5.273 hectáreas en 1980.

A mediados de los años 80, hubo una crisis provocada por temas laborales, administrativos y por el mismo terrorismo y narcotráfico. El gobierno cierra la empresa en 1993, mediante un proceso de privatización, asignando 2.809 hectáreas a los trabajadores como pago de los beneficios sociales, 1.233 hectáreas vendidas a pequeñas empresas particulares y 1.397 hectáreas transferidas al Ministerio de Agricultura. En 1979, se constituye Palmas del Espino S.A., empresa privada propiedad del grupo Romero y asentada en la provincia de Tocache, la cual inició operaciones en 1981 y hasta la presenta ha establecido aproximadamente 7.000 hectáreas. Además del cultivo, la empresa ha instalado un complejo agroindustrial en la misma provincia, que es ejemplo de la pujanza y organización empresarial peruana. En la década de los años 80, en el marco del Convenio de Cooperación Técnico Económico entre la Corporación de Desarrollo de Loreto y EMDEPALMA S.A., se identifican 10.600 hectáreas aptas para el cultivo en la zona del Río Manití-Quebrada de Paparo en la provincia de Maynas. Allí se siembran 702 hectáreas en 1989 con la empresa CORDEPALMA S.A., transformada en 1990 en EMREPALMA S.A., pero al igual que ENDEPALMA S.A., en 1993 fue disuelta y liquidada. En 1988 se forman las Sociedades Agrícolas

de Interés Social (SAIS) Pachacútec, Pampa y Túpac Amaru, en la provincia Coronel Portillo del departamento de Ucayali. Parte de sus actividades fueron la siembra de 600 hectáreas de palma, aunque dedicaron mayor atención a la extracción de madera que generaba ingresos inmediatos al agricultor y constituía una actividad menos riesgosa en el contexto de violencia política que se vivía por esa época. Como una medida para superar los problemas asociados con el narcotráfico, la cooperación internacional con apoyo de los gobiernos regionales, le apuestan a la palma aceitera como una herramienta de desarrollo rural integrado para generar eslabonamientos industriales y organización empresarial de los campesinos, es así como con fondos de las Naciones Unidas, el Fondo Contravalor Perú-Canadá, el Gobierno Regional de Ucayali y la Dirección Regional Agraria, se instala un proyecto de 1.300 hectáreas que beneficia a agricultores asociados alrededor del Comité Central de Palmicultores de Ucayali (COCEPU), con una planta extractora en Neshuya, administrada por la sociedad Oleaginosas Amazónicas S.A. (OLAMSA). Paralelamente, se han iniciado otros proyectos análogos, como los impulsados por el Programa de las Naciones Unidas para la Fiscalización Internacional de drogas (PNUFID), en Aguaytia y Pongo.

2.2.1.4. Un problema y una preocupación creciente.

El problema principal que cada día se incrementan las áreas de cultivos de palma aceitera y a su vez el incremento del escobajo como residuo de cosecha que no está siendo aprovechado por los agricultores pese a tener altos contenidos de materia orgánica. También crece el uso de fertilizantes químicos usados en la actividad productiva de la palma aceitera con la finalidad de incorporar las principales fuentes o elementos necesarios que requieren un suelo para alimentar a esta planta exigente en nutrientes. La contaminación del suelo, agua y

aire a consecuencia de esta práctica agrícola mal usada hace que los agricultores del Muñid y en especial de la región cada día dependan de estos tóxicos, sin darse cuenta que están dañando su propia habitad de supervivencia. Los altos costos económicos de estos fertilizantes inorgánicos hacen que las utilidades sean reinvertidos en 60% a 70% nuevamente en el suelo. La calidad de vida del agricultor solo se está viendo reflejado en bienes materiales, físicos mas no así en una vida sana con poca contaminación. En Ucayali se tiene planificado instalar 5000 nuevas hectáreas de plantaciones de palma aceitera bajo el contexto típico actual usado que consiste en: tumbar bosques, rozar, apilar, limpieza, alineamiento, paseado, fertilización, siembra, mantenimiento, fertilizaciones etc. No se están planteando el uso de abonos orgánicos en ninguna etapa de estas actividades, lo que hace que profesionales entendidos del tema y muy preocupado del mismo planteen propuestas de investigación haciendo uso de materiales vegetales existentes y disponibles en grandes cantidades como es el escobajo de palma aceitera como alternativa de abonar a menor costo y sin contaminación al medio ambiente.

2.2.1.5. Aspectos agroecológicos.

Para Torres, Acosta y Chinchilla (2004) los principales aspectos agroecológicos para la producción de la palma africana son los siguientes:

- **Clima:** Tropical húmedo.
- **Suelos:** Mejores suelos son los limosos, profundos y franco limosos. Requiere de suelos con texturas extrema especialmente arcillosos y arenosos. Requiere de suelos bien drenados que eviten que se lave el terreno y produzcan lixiviación de nutrientes.
- **pH:** De 4.5- 7.5 optimo, pero se adapta desde 3 a 8.2.

- **Precipitación Pluvial:** Optimo 1700 - 2000 mm al año,150 mm al mes. Precipitaciones mayores a 400 mm al mes durante julio a octubre, en precipitaciones menores a 1500 mm anuales se deben efectuar riegos complementarios en los meses más secos.
- **Altitud:** 3-7000 msnm.
- **Pendientes:** hasta el 25%.
- **Temperaturas:** 23- 27 ºC optima, adaptable de 20-3 ºC.
- **Humedad Relativa:** 70% a 90%.

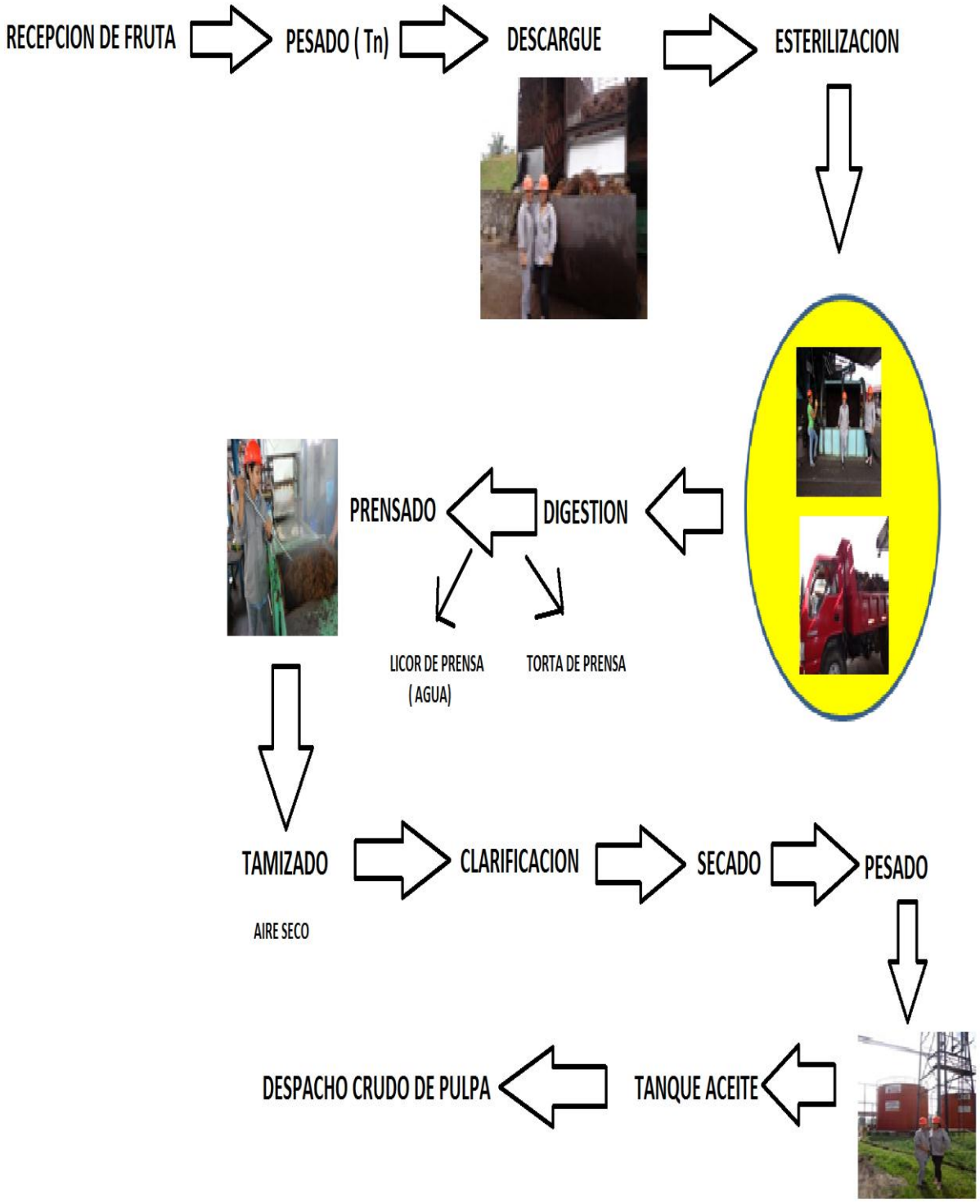
2.2.1.6. Enfermedades.

La palma de aceite en varios países tropicales de América Latina, sufre de enfermedades como la pudrición del cogollo causada por *Phytophthora palmivora,* la marchitez sorpresiva asociada con protozoarios flagelados y el anillo rojo causado por el nematodo *Bursaphelenchus cocophilus.*

2.2.1.7. Propiedades.

Tanto la parte carnosa externa como la semilla son comestibles crudas. De ambas se extrae aceite. El aceite de palma es obtenido por cocción de la parte carnosa después de ser machacada y es un elemento básico en la cocina, además ser muy apreciado en cosmética y farmacia. Una incisión en la base de la inflorescencia rezuma un líquido llamado vino de palma o topé.

Este aceite debido a su alta proporción de grasas saturadas en su composición se le atribuye propiedades negativas para la salud humana ya que su consumo prolongado y abundante puede subir la proporción de colesterol en la sangre.



Fuente: (Elaboración propia).

Figura 1. Flujograma de proceso de producción de aceite de palma aceitera.

2.2.2. Racimo desfrutado (escobajo de palma aceitera).

Los racimos desfrutados o escobajo es un componente orgánico que se obtiene después del proceso de transformación del aceite crudo de palma aceitera, que representa el 65% del total de un racimo de fruta fresca procesado. Los racimos desfrutados pueden restituirse al campo como una capa protectora o mantillo (mulch), ser incinerados para producir ceniza de racimos o utilizarse en el sitio de la planta extractora como una fuente de combustible. Las grandes cantidades de materia orgánica y los nutrientes en los RD los vuelve un mantillo excelente. Sin embargo, el alto contenido de humedad (60% - 70%) limita su uso en el campo.

La distribución de los RD dentro de una plantación depende de la logística asociada con la distancia desde la planta extractora y la topografía del campo debido al costo relativamente alto implicado en el transporte de los RD.

Los informes encontrados en la literatura indican que hay una variación considerable en el contenido de nutrientes de los RD. El nutriente contenido en mayores cantidades es el K, con cantidades más pequeñas de N y Mg. El contenido de P es pequeño y de significación agronomía limitada conforme se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido nutricional del compost de palma aceitera.

NUTRIENTE	Corley *et al.*, 1971	Gurmit Singh *et at.*, 1989	OLAMSA (2018)
N	0.35	0.8	1.5 – 2.0
P	0.012	0.096	1.5 – 2.0
K	1.9	2.41	2.0 – 2.5
Mg	0.11	0.18	
Ca	0.11	0.18	

Fuente: Elaboración propia.

2.3. BIOECOL PROBAC.

Para Phartec (2013), es una combinación de especies de bacterias vivas suspendidas en un medio líquido producido por métodos científicos para usos industriales, agropecuarios y domésticos. Estas bacterias son las siguientes: *Rhodopseudomonas palustris, Pseudomonas citronellolis, Bacillus subtilis, Bacillus amyloliquifaciens, Bacillus licheniformes, Bacillus pumilus, Streptomyces hygroscopicus.* Este cultivo bacterial contiene especies aeróbicas (las bacterias que necesitan oxigeno) y anaeróbicas (las que no necesitan oxigeno) y facultativas en esencia. Los microorganismos presentes en Bioecol probac, no son tóxicos ni patógenos*.* Son bacterias vivas en un medio líquido, inofensivo para humanos, animales, plantas o cualquier tipo de vida acuática. Cuando Bioecol probac, es introducido en el área determinada, la bacteria revive inmediatamente y empieza a alimentarse y reproducirse.

Cuadro 2. Función de las bacterias que compone Bioecol probac.

BACTERIAS	FUNCION
Rhodopseudomonas palustris	Sintetizadora de aminoácidos, azucares y ácidos nucleídos, fijadora de nitrógeno, degradadora de compuestos orgánicos e inorgánicos
Pseudomonas *citronellolis*	Degradadora de compuestos orgánicos simples y complejos, y derivados del petróleo, terpenos, órganoclorados y organofosforados. Reductora de metales pesados y xenobioticos
Bacillus subtilis	De fácil adaptabilidad a medios extremos, Degradadora de compuestos orgánicos, Controlador biológico de la bacteria Phytophthora spp. Potenciadora de suelo, Biofungicida de amplio espectro.
Bacillus amyloliquifaciens	Degradadora de compuestos orgánicos complejos como los almidones. Productora de subtilisinas.
Bacillus licheniformes	De fácil adaptación a medios extremos. Degradadora de celulosa, fungicida
Bacillus pumilu	Degradadora de carbohidratos, controladora de plagas, fijadora de nitrógeno, Inhibidora de esporas de Rhizoctonia y Fusarium. Acelera el crecimiento de las plantas de Vitis vinifera (uva)
Streptomyces hygroscopicus	Mejorador de suelo para la retención de agua, controlador biológico de plagas, Inhibidora de la Acetolactato sintetasa, productora de antibióticos como estreptomicina, acido clavulanico, cloranfenicol, entre otros.

Fuente: Elaboración propia.

2.3.1. Modo de acción de Bioecol probac.

Los residuos vegetales y animales son la fuente de nutriente en el suelo agrícola para el crecimiento de las plantas. Para Phartec (2013), el principio de la aplicación de Bioecol probac es de utilizar bacterias altamente especializadas para incrementar y mejorar, la capacidad de digestión total de la materia orgánica de la población bacteriana natural, presente en los suelos agrícolas.

La adición de Bioecol probac promueve el crecimiento de las plantas, el efecto benéfico de estas bacterias sobre el crecimiento de las plantas, pueden ser directos o indirectos. Algunos mecanismos por los cuales los microrganismos presentes en el Bioecol probac actúan benéficamente sobre el crecimiento de las plantas, son por ejemplo, Biofertilizacion, estimulación del crecimiento de raíces, rizo remediación y el control del estrés de las plantas. Los mecanismos de control biológico por el que las bacterias pueden promover el crecimiento vegetal indirectamente, es reducir la severidad del daño ante ataques de patógenos, induciendo la resistencia inmunológica, y por competencia excluyente por los nutrientes reducen la presencia de bacterias patógenas.

Bioecol probac en estos procesos, ha demostrado una mejora significativa, disminuyendo el tiempo de degradación de los biosolidos, limitando las poblaciones de insectos como moscas y mosquitos, y sobre todo reduciendo la emisión de los olores ofensivos producto de la descomposición orgánica.

III. MATERIALES Y MÉTODO.

3.1. MATERIALES, INSUMOS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS.

3.1.1. Materiales.

Los materiales empleados fueron: Guía de observación, fichas, formatos de recolección de datos, libreta de campo, plumones, papel bond A4, listones, tablas, clavos, costales de polietileno, cinta métrica, tubos, pegamento para tubos, vela, fosforo, balde, botas, aspersor, botella.

3.1.2. Insumos.

Los insumos empleados fueron: 2400 Kg de escobajo de palma aceitera, 960 cc de Bioecol probac, 3 Lt de hipoclorito de sodio.

3.1.3. Herramientas.

Las herramientas empleadas fueron: Pala, rastrillo, machete, martillo, manguera, sierra.

3.1.4. Equipos.

Los equipos empleados fueron: Balanza gramera 50 Kg, balanza romana 100 Kg, cámara fotográfica, laptop, termómetro, higrómetro, pH metro, calculadora, pipeta, probeta.

3.2. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en la carretera Federico Basadre Km 6.500 interior 2 Km margen izquierda, distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali con las siguientes coordenadas geográficas:

Longitud: 74º53”00”

Latitud: 08º24”25”

Altitud: 156.972 msnm

La fase experimental del trabajo de investigación se inició en noviembre del 2017 culminando en mayo del 2018 con una duración de 7 meses.

3.3. ANTECEDENTES DEL ÁREA EXPERIMENTAL.

El área donde se ha desarrollado el proyecto de investigación fue un criadero de roedores que servían para realizar sus prácticas de los estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Ucayali y que actualmente estaba abandonada, contaba con el piso de cemento y techado lo necesario para poder realizar el proyecto, el área total es de 247 m^2.

3.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS.

El departamento de Ucayali presenta un bosque tropical, casi siempre verde estacional, se caracteriza por ser cálido, húmedo y lluvioso, T° media anual de 26.9 °C con muy poca variación, Máximo: 36.5 °C Mínimo: 17.4 °C, durante todo el año, Humedad relativa: 75%, Precipitación anual promedio: 1773 mm.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.5.1. Población.

La población del experimento estimada fue de 200 toneladas diarias de escobajo de palma obtenidas del proceso de extracción del aceite crudo, de la planta procesadora de este cultivo llamado Palmoleo SAC, que es una empresa de carácter privado y se encuentra ubicada en el Km 12 de la carretera Federico Basadre.

3.5.2. Muestra.

Para la evaluación de la descomposición del escobajo, se tomó 2400 Kg de escobajo distribuido en las 24 unidades experimentales a razón de 100 Kg por

cada unidad experimental.

3.6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.

3.6.1. Limpieza del área experimental.

Una vez seleccionado el área techado donde se realizó el proyecto se derrumbó las paredes laterales de madera, luego se barrió, se baldeó y se desinfectó toda el área con hipoclorito de sodio.

3.6.2. Construcción de camas para el trabajo de investigación.

Se construyó 24 camas en forma de rectángulos con listones, tablones y clavos, cada cama tuvo 2 m de largo por 1 m de ancho y 50 cm de altura, con una capacidad total de 1 m^3, con la finalidad de poner dentro de ellas los 100 Kg correspondientes de escobajo para su descomposición.

3.6.3. Transporte del escobajo.

Se contrató un camión para luego dirigirnos a la planta procesadora Palmoleo SAC en el Km 12 de la carretera Federico Basadre, ahí se pesó los 2400 Kg de escobajo entero, luego se procedió al traslado desde la planta procesadora Palmoleo SAC hasta el campo experimental de la Universidad Nacional de Ucayali.

3.6.4. Colocación de escobajo a las camas.

Se pesó los 1200 Kg en rumas de 100 Kg de escobajo entero cada uno y luego fueron colocados de forma apilada y homogénea, los 1200 Kg restantes se picó y cortó con la ayuda de una tijera podadora y machete, luego se colocó los 100 Kg en cada cama respectivamente y de esta manera se obtuvo 12 camas con escobajo entero y 12 camas con escobajo picado.

3.6.5. Dilución y fraccionamiento.

Cada dosis del producto fue fraccionada en cuatro partes iguales según los tratamientos probados, cada fracción fue diluida en 2 litros de

agua antes de ser aplicada.

Cuadro 3. Fraccionamientos de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	DOSIS	FRACCIONES
T1 = escobajo entero(testigo)	0 cc Bioecol Probac	-
T2 = escobajo entero	20 cc Bioecol Probac	5 cc
T3 = escobajo entero	40 cc Bioecol Probac	10 cc
T4 = escobajo entero	60 cc Bioecol Probac	15 cc
T5 = escobajo picado (testigo)	0 cc Bioecol Probac	-
T6 = escobajo picado	20 cc Bioecol Probac	5 cc
T7 = escobajo picado	40 cc Bioecol Probac	10 cc
T8 = escobajo picado	60 cc Bioecol Probac	15 cc

Fuente: Elaboración propia.

3.6.6. Aplicación del producto.

Se aplicó cuatro veces durante un mes (una vez por semana) las dosis correspondientes a cada cama en un envase tipo spray por riego de aspersión.

3.6.7. Volteo de camas.

El volteo se realizó dos veces a la semana con una pala, con la finalidad de homogenizar la descomposición, es decir, el escobajo que se encuentra en la parte superior pasaba a la parte inferior y viceversa.

3.6.8. Riego a camas.

Se utilizó un sistema riego por gravedad con tubos de media instalado en la parte central en cada una de las camas y conectadas entre sí de modo que el riego se efectuaba por intervalos de 5 minutos cada tres camas simultáneamente, hasta lograr un contenido de humedad adecuado para la descomposición.

3.7. EVALUACIONES REALIZADAS.

3.7.1. Peso del compost.

La descomposición se evaluó cada dos meses, durante seis meses, registrándose el peso de la materia orgánica descompuesta (en Kg) por cada unidad experimental.

3.7.2. Nivel nutricional del compost.

Las muestras se analizó en el laboratorio de suelos UNU – Pucallpa y en los laboratorios de suelos del INIA Pucallpa (Instituto Nacional de Innovación Agraria) al término del mismo.

3.7.3. Temperatura.

Se anotó al final la temperatura que tuvo el compost en cada cama con la ayuda de un termómetro.

3.7.4. Humedad.

Se anotó al final el contenido de humedad que tuvo el compost en cada cama con la ayuda de un higrómetro.

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Este trabajo fue evaluado estadísticamente bajo el Diseño de bloques completos al azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones teniendo un total de 24 unidades experimentales. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan al 95% de significancia para cada variable en estudio.

3.9. COMPONENTES DEL ESTUDIO.

Se evaluó la descomposición de 2400 Kg de escobajo bajo dos presentación 1200 Kg entero y 1200 Kg picado, en el campo experimental de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en el km 6.500 de la carretera Federico Basadre en el distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo.

3.10. MATERIAL ENZIMÁTICO.

Bioecol probac, se evaluó la eficacia de este producto, se observó el efecto que tiene en la descomposición del escobajo de palma en sus dos presentaciones (entero y picado).

T1 = escobajo entero a dosis 0 cc de Bioecol.

T2 = escobajo entero a dosis de 20 cc de Bioecol.

T3 = escobajo entero a dosis de 40 cc de Bioecol.

T4 = escobajo entero a dosis de 60 cc de Bioecol.

T5 = escobajo picado a dosis 0 cc de Bioecol.

T6 = escobajo picado a dosis de 20 cc de Bioecol.

T7 = escobajo picado a dosis de 40 cc de Bioecol.

T8 = escobajo picado a dosis de 60 cc de Bioecol.

3.11. Esquema de análisis de varianza.

El análisis de varianza usado se describe a continuación.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Repeticiones	3 – 1 = 2
Tratamientos	8 – 1 = 7
Error experimental	(3 - 1) (8 – 1) = 14
TOTAL	(8 x 3) – 1 = 23

3.12. Dimensiones del área experimental.

3.12.1. Área experimental.

Largo neto: 19 m.

Ancho neto: 13 m.

Área total: 247 m^2.

Nº de tratamientos: 8

Nº de repeticiones: 3

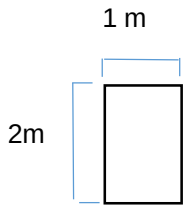
N total de plantas: 24 unidades experimentales.

3.12.2. Área de camas.

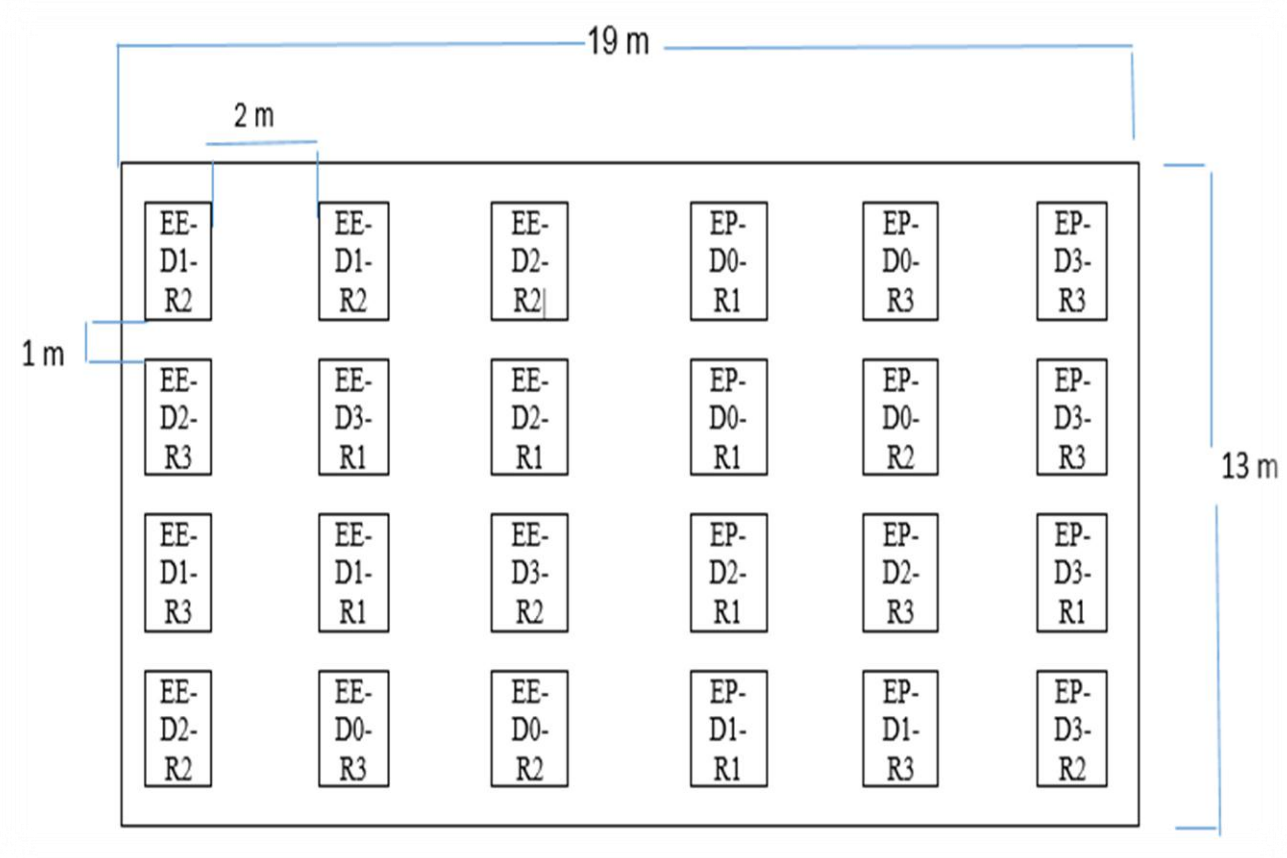
Largo: 2 m

Ancho: 1 m

Área de la cama: 2 m^2



CROQUIS DEL ÁREA EXPERIMENTAL.



EE= Escobajo entero. EP= Escobajo picado. D= Dosis. R = Repeticiones.

Fuente: (Elaboración propia).

Figura 2. Croquis del lugar experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. PESO DEL COMPOST.

4.1.1. Peso del compost a los 60 días.

A este tiempo no hubo descomposición del escobajo tanto entero como picado.

4.1.2. Peso de compost a los 120 días.

Al efectuar el análisis de varianza para esta variable se encontró diferencias significativas para tratamientos y no para repeticiones (Cuadro 4A), donde los tratamientos T8 y T7 superan estadísticamente a los demás, con 75 y 66 Kg por módulo, respectivamente. Los tratamientos testigo T1 y T2 solo registraron 37 Kg/módulo, siendo superados por todos los tratamientos como lo podemos observar en la Figura 3.

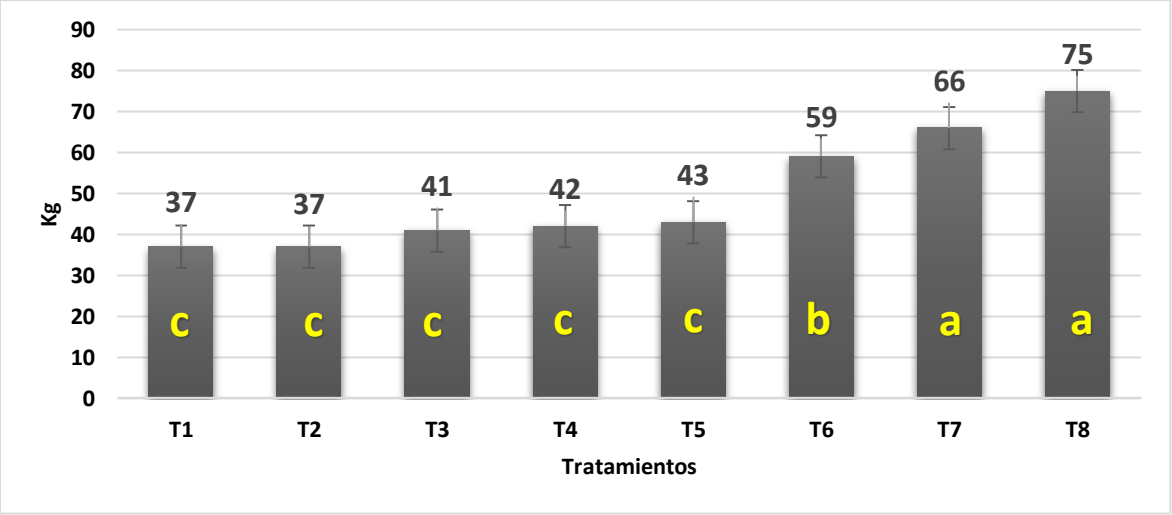


Figura 3. Peso del compost a los 120 días de descomposición.

Estos resultados se consideran superiores a los reportados por Torres, Acosta y Chinchilla (2004) quienes encontraron una producción de 56 Kg de compost por cada 100 Kg de fibra de raquis procesada. Al respecto, Lord *et al.,* (2002) manifiesta que el tiempo para completar el proceso de preparación de

compost depende de las condiciones ambientales y de los requerimientos del uso final, fluctuando entre 70 a 154 días.

De manera similar si se compara con los factores de conversión de otras fuentes orgánicas como la vacaza y la gallinaza encontrados por Rodríguez (1996) en Honduras, en su trabajo denominado Producción y calidad de abono orgánico por medio de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) y su capacidad reproductiva, reporta a los 90 días, que son de 0.96 y 0.17, respectivamente, aun así, los resultados encontrados se consideran adecuados dado a que mantienen factores de conversión del escobajo picado hasta de 0.75.

4.1.3. Peso del compost a los 180 días.

Los resultados encontrados en el cuadro 5A, demuestran que existen diferencias altamente significativas, mostrándose los tratamientos T8 y T7 con 100 y 98 Kg/módulo muy superiores a los demás tratamientos, como se observa en la Figura 4.

Al compararse los tratamientos T5 y T1 (testigos) se determinó diferencias entre ellos con 65 y 56 Kg/módulo, respectivamente, como se aprecia en la Figura 4.

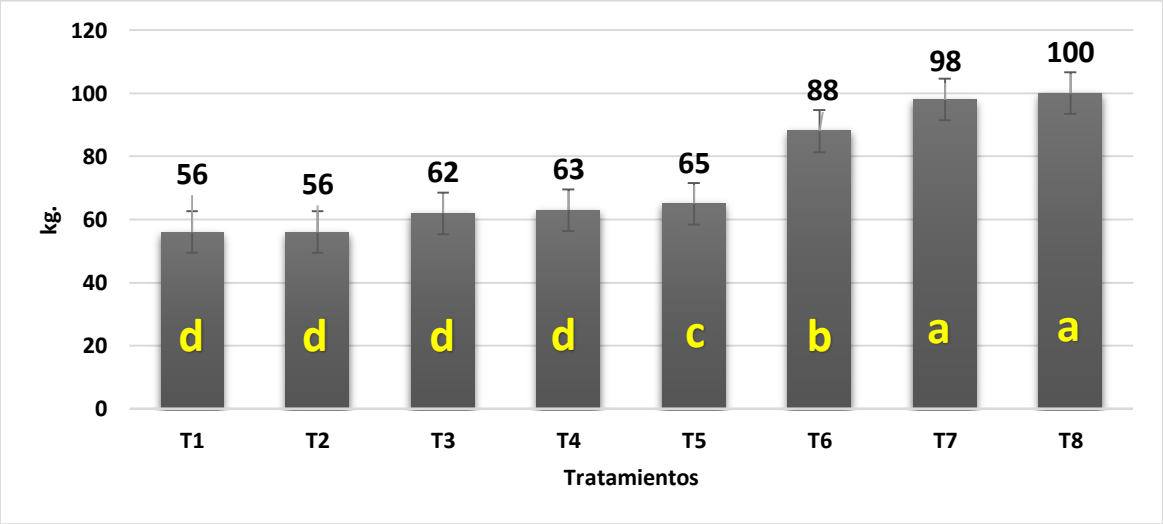


Figura 4. Peso del compost a los 180 días de descomposición.

Estos resultados se consideran superiores a los reportados por Torres, Acosta y Chinchilla (2004) quienes encontraron una producción de 56 Kg de compost por cada 100 Kg de fibra de raquis procesada. Al respecto, Lord *et al.,* (2002) manifiesta que el tiempo para completar el proceso de preparación de compost depende de las condiciones ambientales y de los requerimientos del uso final, fluctuando entre 70 a 154 días.

De manera similar coinciden con lo reportado por Miranda (2013) en Ucayali, al concluir que los racimos del escobajo que están debajo de los primeros racimos son los que se descompusieron a un 80% y los escobajos de palma aceitera que se encontraron encima son los que se descompusieron menos en un 50% en un promedio de 7 a 8 meses.

Asimismo, el autor expresa que las dosis de escobajo de palma aceitera por arriba de los 500 Kg por plantas son los que mayor cantidad de materia orgánica aportan a las plantas en 6 meses, debido a que estás tiene mayor cantidad de racimos que se encuentran aplastados y en mayor descomposición.

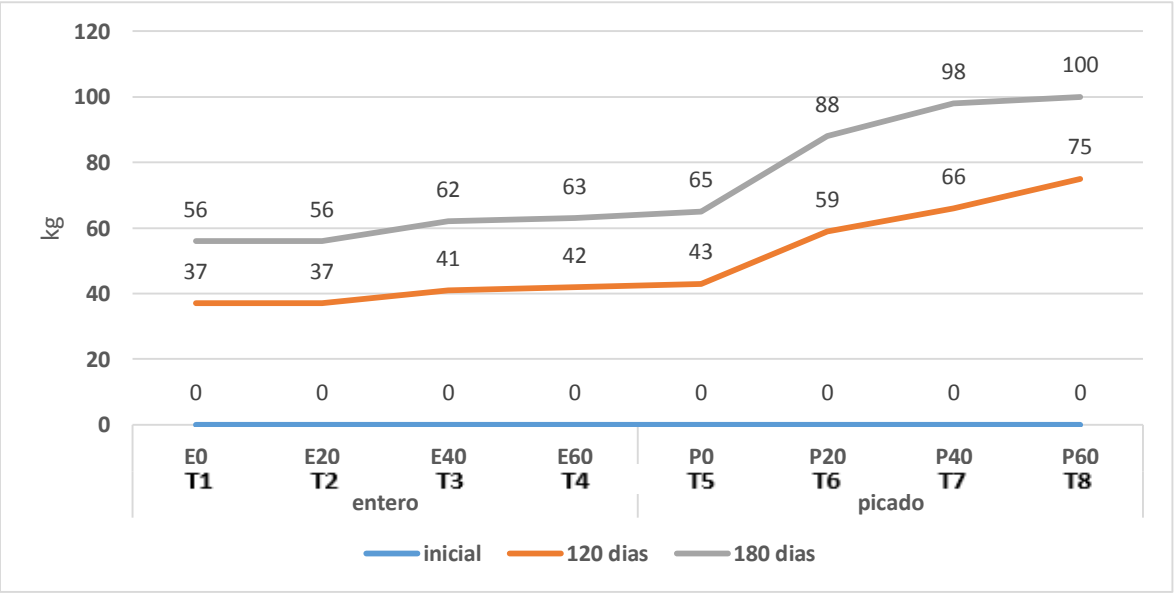


Figura 5. Peso del compost por tiempo.

4.2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL COMPOST.

4.2.1. Contenido de materia orgánica.

Respecto al contenido de materia orgánica del compost producido por los tratamientos, se encontró diferencias estadísticas entre ellos (Cuadro 6A), destacando T1 y T3 con 28.3% y 25.0% de materia orgánica, pero sin mostrar mayores diferencias con los tratamientos que recibieron las mayores dosis de biol T8 y T4 quienes registraron 18.3% y 18.0%, respectivamente, como se aprecia en la Figura 6.

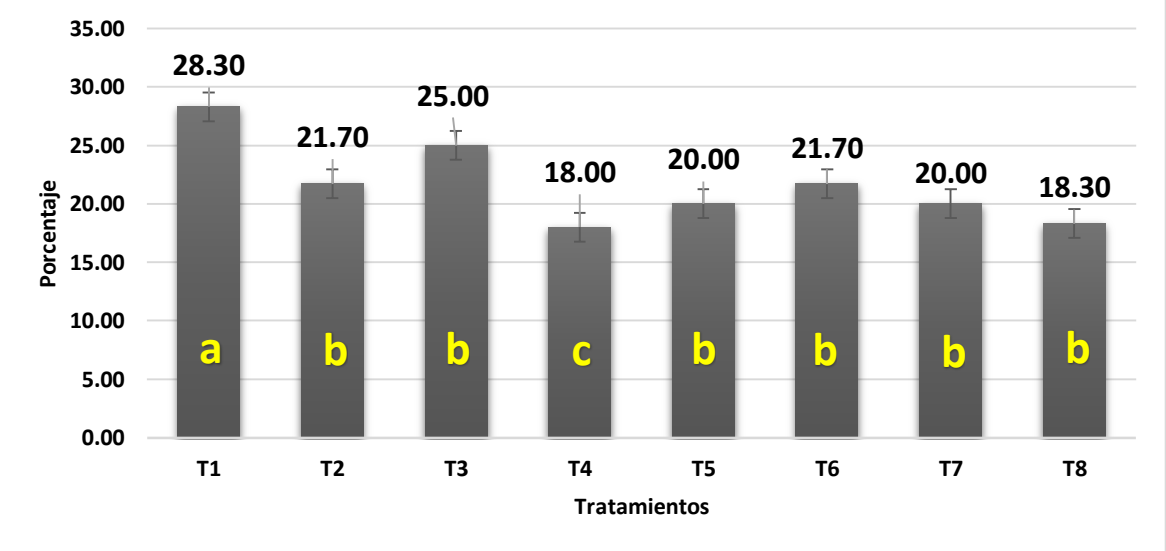


Figura 6. Contenido de materia orgánica del compost producido.

El mayor valor del testigo entero (T1) podría ser debido a que la población microbiana en este tratamiento fue menor con respecto a los demás tratamientos, los cuales por su mayor actividad para procesar el escobajo, tuvieron que utilizar el N de la MO para satisfacer sus requerimientos nutricionales, así como la producción del compost.

Estos valores son relativamente bajos, si son comparados con los reportados por OLAMSA para su compost a base de escobajo con 50% a 70% o por Vela (2017) para gallinaza de 30% a 35% o por Ríos (2017) cuyo compost a

base de residuos sólidos domésticos obtuvo 54.9% de materia orgánica, probablemente debido a que el compost a base de escobajo de palma aceitera muestra una alta relación C/N.

4.2.2. Contenido de nitrógeno total.

Al efectuar la evaluación estadística sobre el contenido de nitrógeno del compost producido, no se encontró diferencias entre tratamientos (Cuadro 7A), sin embargo el testigo T1 y T3 registran valores ligeramente superiores con 1.4% y 1.3% de N, respectivamente y los valores más bajos fueron encontrados en los tratamientos T8 y T4 con 0.93% y 0.90% de N respectivamente (Figura 7).

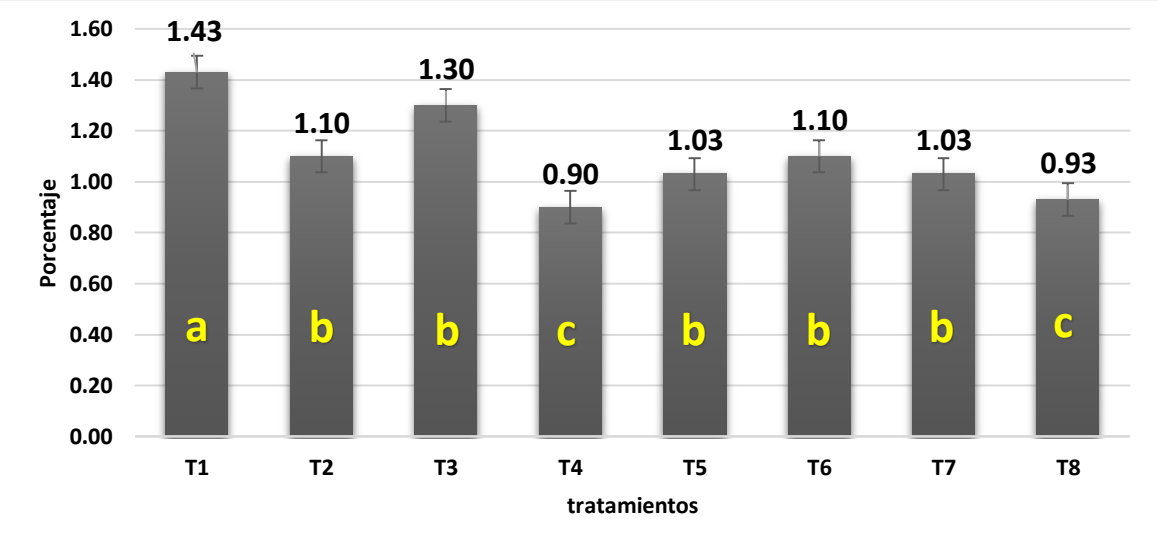


Figura 7. Contenido de nitrógeno total del compost producido.

El mayor valor del testigo entero (T1) podría ser debido a que la población microbiana en este tratamiento fue menor con respecto a los demás tratamientos, los cuales por su mayor actividad para procesar el escobajo, tuvieron que utilizar el N de la MO para satisfacer sus requerimientos nutricionales, así como la producción del compost.

Estos resultados son menores a los encontrados por OLAMSA, quien reporta entre 1.5% a 2.0% de N para su compost a base de escobajo picado o por

Torres, Acosta y Chinchilla (2004) en un proyecto comercial en Costa Rica, en promedio, tanto para condiciones experimentales como comerciales, obtuvieron un compost entre 2.88% a 4.50% de N total, sobre la base seca del producto, y probablemente se deba al mayor contenido del nutriente en los efluentes concentrados en este procesamiento que ayuda a incrementar los tenores de N total en el compost.

4.2.3. Contenido de fósforo disponible.

Conforme al cuadro 8A, el análisis sobre el contenido de fósforo disponible del compost producido muestra diferencias poco significativas entre tratamientos, en el cual el compost del escobajo picado muestran valores superiores al compost del escobajo entero, debido probablemente al menor trabajo energético de los microorganismos presente para descomponer el escobajo picado en relación al escobajo entero, con rangos que varían entre 3.55% a 4.28% de P.

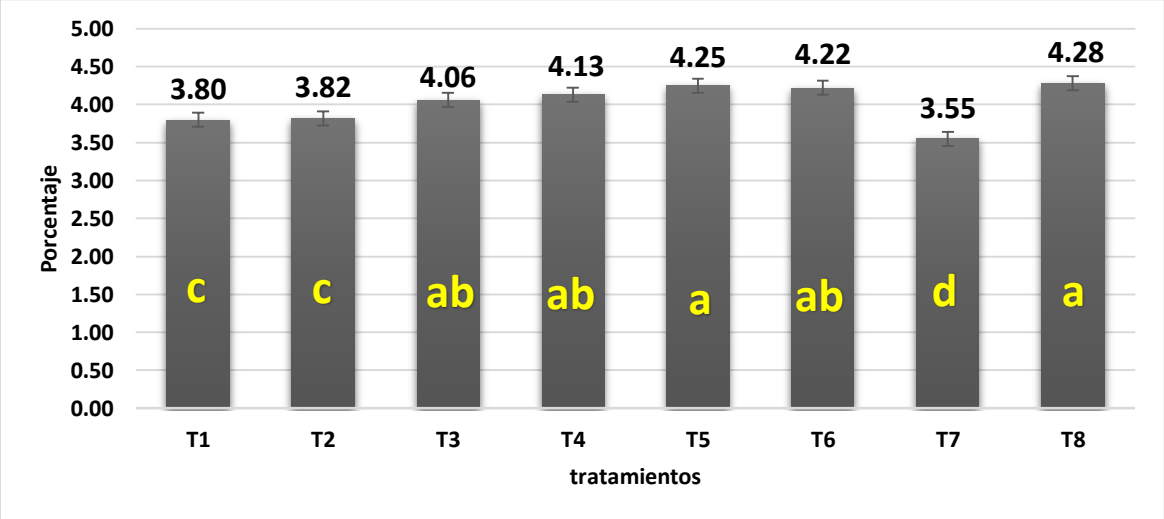


Figura 8. Contenido de fosforo disponible del compost producido.

El valor alcanzado de 3.55% obtenido por T7 podría ser debido a la variabilidad de los datos encontrados en cada una de las muestras de este tratamiento como se aprecia en la figura 8.

No obstante los valores encontrados son superiores a los reportados

por OLAMSA con 1.5% a 2.0% o por Torres, Acosta y Chinchilla (2004) quienes obtuvieron un compost entre 1.15% a 2.52% de P disponible sobre la base seca del producto, y por los encontrados en el compost de Ríos (2017) cuyo valor fue de 2.0% y el de Vela (2017), con 1.5% de fosforo disponible.

4.2.4. Contenido de potasio del compost.

Conforme se observa en el cuadro 9A, al efectuar la evaluación estadística sobre el contenido de potasio disponible del compost producido, no se encontró diferencias significativas entre tratamientos, oscilando entre 4.7% y 4.8% de K cambiable, para los tratamientos escobajos cortados y picados, respectivamente, debido posiblemente al contenido alto de celulosa presente en el escobajo de la palma aceitera.

Sin embargo estos valores son superiores a los que reporta OLAMSA para su compost con 2% a 2.5% y similares a los reportados por Torres, Acosta y Chinchilla (2004) quienes consiguieron producir un compost entre 4.40% y 5.01% de K cambiable, y al mismo tiempo superiores a los que reportan Ríos y Vela (2017) con 2.6% y 1.0% respectivamente, sobre la base seca del producto (Figura 9).

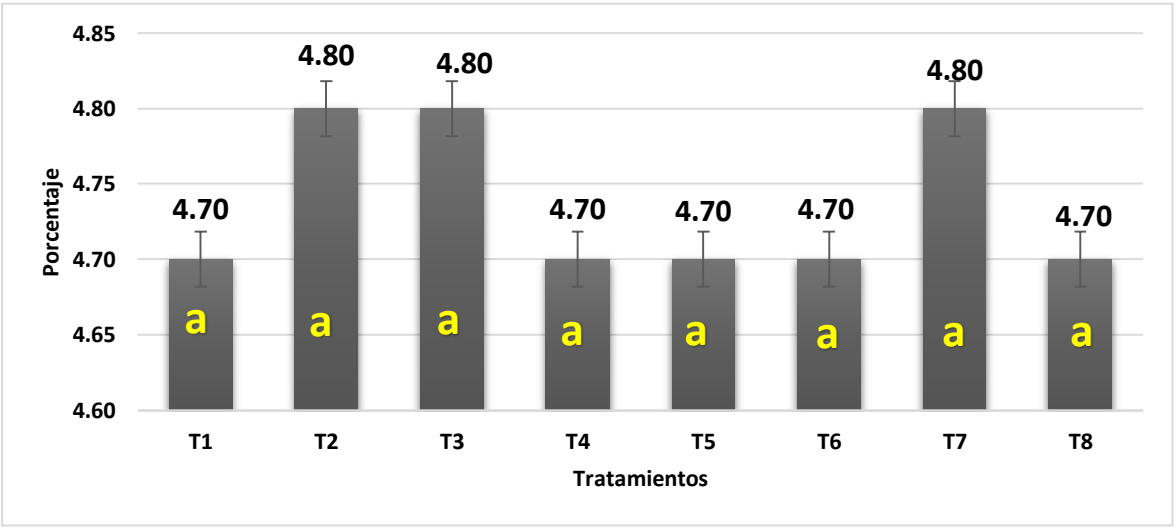


Figura 9. Contenido de potasio cambiable del compost producido.

4.2.5. pH del compost.

Al efectuar la evaluación estadística del pH del compost producido (Cuadro 10A), no se encontró diferencias entre un grupo de tratamientos, cuyos valores oscilaron entre 7.7 y 8.1, los cuales fueron superiores significativamente al tratamiento T1, con un pH de 7.76 (Figura 10).

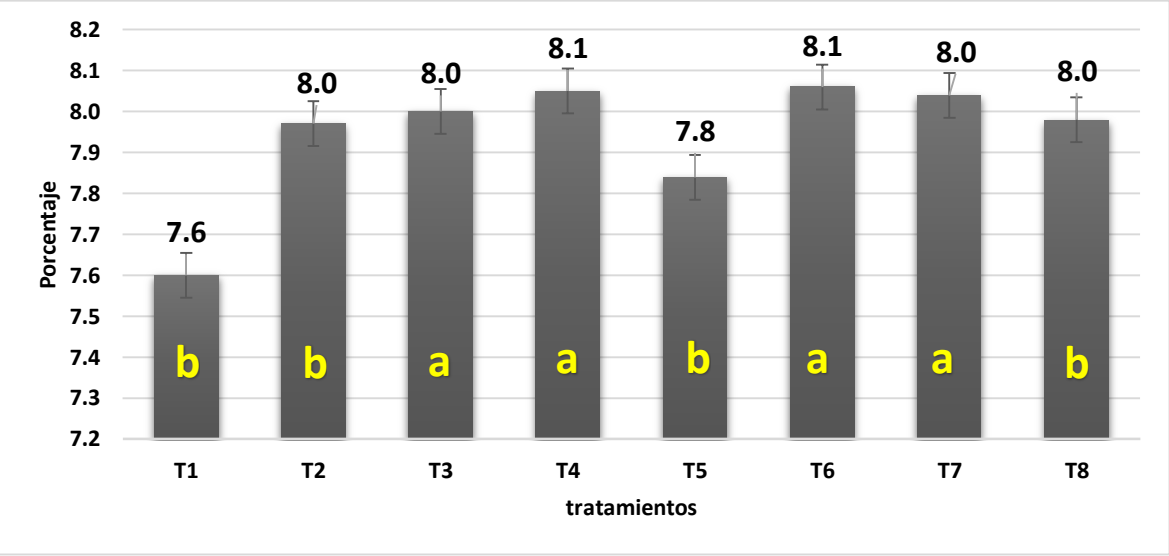


Figura 10. pH del compost producido.

El pH del compost se considera adecuado, porque una vez aplicado al suelo, como fuente de materia orgánica, ayudara a mejorar la absorción de nutrientes y a la retención de humedad por parte del cultivo y se corrobora con los resultados de OLAMSA cuyo compost tiene entre 6.5 a 8.5 o por Ríos (2017) en su compost producido sobre la base de residuos sólidos domésticos con un valor oscila entre 6.56 y 7.42.

4.2.6. Temperatura del compost.

De manera similar al pH del compost, al efectuar la evaluación estadística sobre la temperatura del compost producido (Cuadro 11A), no se encontró diferencias entre un grupo de tratamientos cuyos valores se ubicaron entre

27.4 y 28.0 °C, siendo ligeramente superiores al tratamiento T5 que alcanzo una temperatura de 27.4 °C (Figura 11).

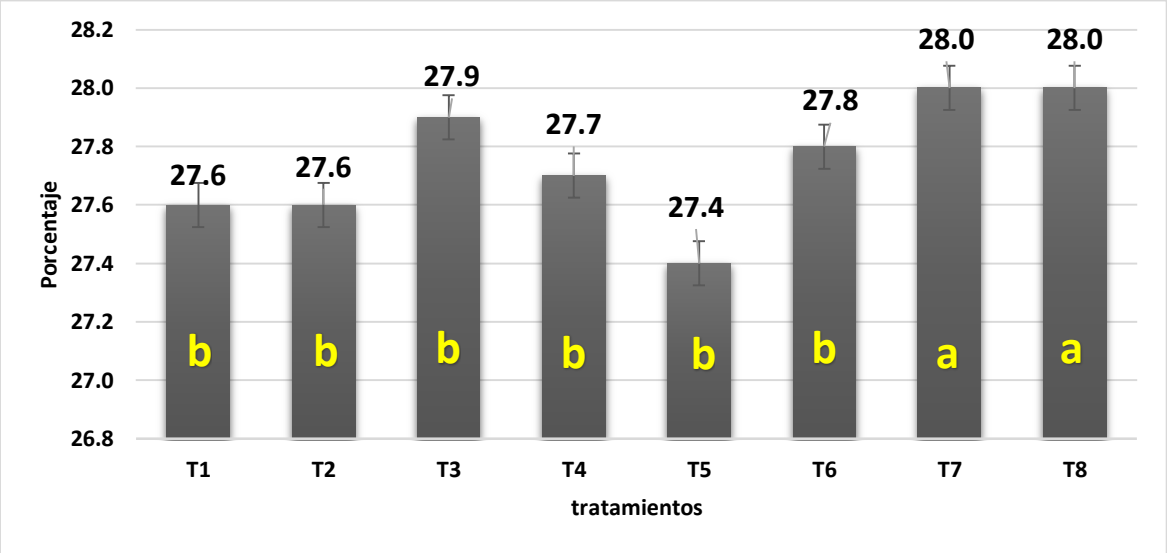


Figura 11. Temperatura del compost producido.

La temperatura del compost producido es considerada similar a la reportada por Lord *et al.,* (2002) quien manifiesta que si bien la temperatura del proceso oscila entre 45 a 65 °C, la temperatura final promedio no supera los 30 °C.

De forma similar, si se compara con la temperatura de otras fuentes orgánicas como la gallinaza y vacaza, quienes según los reportes de Ríos y Vela (2017), estos oscilan entre 25 a 30 °C.

4.2.7. Contenido de humedad del compost.

Al efectuar la evaluación estadística sobre el contenido de humedad final del compost producido, conforme se observa en el cuadro 12A, no se encontró diferencias entre un grupo de tratamientos cuyos valores de 64.00% y 65.66% correspondieron a los tratamientos T2 y T5, respectivamente, siendo ligeramente superiores al tratamiento T1 que obtuvo una humedad de 63.33%. Sin embargo son ligeramente superiores a lo que reportan OLAMSA con 40% y por Torres, Acosta y Chinchilla (2004) quienes, en un proyecto comercial en Costa Rica, en promedio,

tanto para condiciones experimentales como comerciales, obtuvieron un compost con un contenido de humedad final entre 45% a 55% (Figura 12).

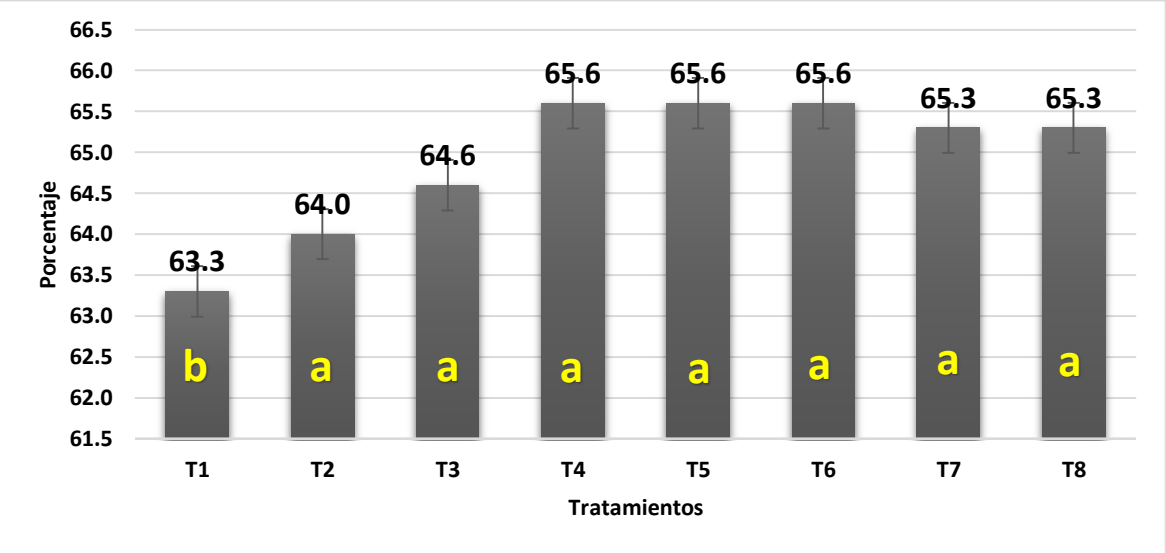


Figura 12. Humedad del compost producido.

Finalmente, el trabajo concuerda con el informe de USAID-PERU-PDA (2010) quien expresa que la producción de abonos orgánicos provenientes de desechos orgánicos de las propias plantaciones de palma aceitera, es una alternativa demostrativa que permite a los pequeños productores ubicados en suelos degradados y explotados volver a fertilizar y recuperar esos suelos, ahorrar hasta un 20% el uso de fertilizantes sintéticos, ya que con una adecuada dosis de abonamiento a partir del escobajo picado, permite el incremento de la productividad y mejora la calidad de las cosechas, contribuyendo así al desarrollo económico y mejora de vida de las familias.

V. CONCLUSIONES.

Para las condiciones del presente trabajo de investigación, se concluye.

- Respecto al peso del compost producido la mejor combinación le correspondió al tratamiento escobajo picado a las dosis de 40 y 60 cc de Bioecol probac.
- Los valores nutricionales respecto a NPK del compost producido fueron similares para los tratamientos a base de escobajo entero y picado.
- No se encontró diferencias significativas en el producto final a base de escobajo entero y picado para las propiedades físicas y químicas: materia orgánica, pH, humedad y temperatura del compost producido.

VI. RECOMENDACIONES.

Las recomendaciones de este trabajo de investigación son.

- El escobajo debe ser picado con una maquina apropiada para facilitar y reducir el tiempo de descomposición total.
- Se sugiere probar mayores dosis del producto comercial para determinar si el tiempo de descomposición del escobajo se reduce.
- Se recomienda evaluar el tiempo en días desde el inicio hasta la descomposición total del escobajo.
- Se recomienda un riego permanente para mantener una alta humedad y de esta forma acelerar el proceso de descomposición.
- Hacer una evaluación periódica de la temperatura y humedad del producto procesado de acuerdo a la frecuencia de riego desde el inicio hasta el final del ensayo.

VII. LITERATURA CITADA.

Corley, R. V.; Hardon, J. J.; Tang, G. Y. (1971). Analysis of growth of the palm oil (*Elais guinensis* Jacq) I. Estimation of growth parameteres and application in breeding. *Euripthyca*: Pp. 20-307.

Gurmith, S.; Manniharan, S.; Toth, T. S. (1989). United plantations approach to palm oil mill by product management and utilization. Porim International Palm Oil Development Conference, Module II: Agriculture Procedings (Malasia): Pp. 225-234.

Gobierno Regional de Ucayali. (2018). Informe de la situación de la palma aceitera en la región Ucayali. In Congreso Nacional de palma aceitera. Lima. Perú.

Jaramillo, D. (2012). Introducción a la ciencia del suelo Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Medellin. 619 p.

Lim, K. H. (1990). Trial son composting EFB of oil palm with and without prior shredding and liquid extracción In: Palma de aceite. Manejo para altos rendimientos. Thomas Fairhurst y Roif Hardter Editores IPNI-IPI. Kasel, Alemania Pp. 337-350.

Lord, S. Hoane,M.K and Thompson, N.M. (2002). Composting for zero discharger – NBPOL´s solution. In: Palma de aceite. Manejo para altos rendimientos. Thomas Fairhurst y Roif Hardter Editores IPNI-IPI. Kasel, Alemania Pp. 337-350.

Miranda, E. (2013). Determinación del tiempo de descomposición del escobajo de palma aceitera (*Elais guinensis* Jacq), bajo condiciones ambientales en el distrito de Campo Verde provincia de Coronel Portillo. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Universidad Nacional de Ucayali. Pp. 6-7.

Ochoa, E. (2014). Producción de Humus de lombriz de tierra *(Eisenia foétida),* a partir de Escobajo de Palma Aceitera *(Elaeis guineensis) y* Gallinaza. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa. 68 p.

Oleaginosas Amazónicas S.A. (2018). Características nutricionales del compost procesado en base a escobajo de palma aceitera. Nota informativa Pucallpa-Peru. 2 p.

Phartec. (2013). Manual informativo de Bioecol probac. Lima, Perú, Pp. 11.

Redshaw, M. (2003). Utilización de los residuos del campo y de los subproductos de la planta extractora. In: Palma de aceite. Manejo para altos rendimientos. Thomas Fairhurst y Roif Hardter Editores IPNI-IPI. Kasel, Alemania Pp. 337-350.

Ríos, K. (2017). Evaluación del tiempo de descomposición y el contenido nutricional por acción de los EM (microorganismos eficientes) en abono orgánico como alternativa de sustitución de fertilizantes sintéticos en el distrito de Curimaná – Ucayali – Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa. 72 p.

Rodríguez, A. (1996). Producción y Calidad de Abono Orgánico por Medio de la Lombriz Roja Californiana (Eisenia foetida) y su Capacidad Reproductiva. Informe técnico del Instituto Hondureño del Café IHCAFE. 17 p.

Torres, R. A. Acosta, C. Chinchilla. (2004). Proyecto comercial de compostaje de los desechos agroindustriales de la palma aceitera. Oil Palm Agroindustrial Residues Composting Project. Quepos Costa Rica. In Revista PALMAS - Vol. 25 No. Especial, Tomo II, Pp. 377-387.

Torres, R. C. Chinchilla. (1999). Compostaje de los desechos agroindustriales de la palma aceitera. In XI Congreso Nacional Agronómico. San José Costa Rica. Conferencia 93. Pp. 411-418.

USAID-PERU.PDA. (2010). Informe técnico de los cultivos alternativos en la cuenca del rio Aguaytia. Lima, Perú 35 p.

Vela, B. (2017). Respuesta a la aplicación de gallinaza y vacaza enriquecidas con microorganismos eficientes sobre la producción de lechuga (Lactuca sativa L. variedad Great Lakes 659) en el Centro de producción de la UNU. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa. 96 p.

VIII. ANEXO.

ANEXO 1.
PESO DEL COMPOST A LOS 120 DÍAS.

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	42
2	I	2	36
3	I	3	45
4	I	4	40
5	I	5	47
6	I	6	60
7	I	7	65
8	I	8	67
9	II	1	34
10	II	2	38
11	II	3	39
12	II	4	42
13	II	5	40
14	II	6	62
15	II	7	69
16	II	8	89
17	III	1	36
18	III	2	37
19	III	3	40
20	III	4	43
21	III	5	42
22	III	6	54
23	III	7	65
24	III	8	70

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	4562.416667	506.935185	18.90	<.0001
Error	14	375.416667	26.815476		
Corrected Total	23	4937.833333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.923971	10.33950	5.178366	50.08333

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	42.583333	21.291667	0.79	0.4714
trat	7	4519.833333	645.690476	24.08	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	42.583333	21.291667	0.79	0.4714
trat	7	4519.833333	645.690476	24.08	<.0001

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 26.81548

sig	Mean	N	trat
A	75.333	3	8
B A	66.333	3	7
B	58.667	3	6
C	43.000	3	5
C	41.667	3	4
C	41.333	3	3
C	37.333	3	1
C	37.000	3	2

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 26.81548

Cuadro 4A. ANVA Peso del compost a los 120 días.

F. de V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Tratamientos	7	4519.8	645.6	24.08	<.0001
Repeticiones	2	42.58	21.29	0.79	0.47
Error	14	375.41	26.81		
TOTAL	23				

ANEXO 2.
PESO DE COMPOST A LOS 180 DÍAS.

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	63
2	I	2	54
3	I	3	68
4	I	4	60
5	I	5	71
6	I	6	90
7	I	7	95
8	I	8	100
9	II	1	51
10	II	2	57
11	II	3	59
12	II	4	63
13	II	5	60
14	II	6	93
15	II	7	100
16	II	8	100
17	III	1	54
18	III	2	56
19	III	3	60
20	III	4	65
21	III	5	63
22	III	6	81
23	III	7	98
24	III	8	100

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	7361.291667	817.921296	43.99	<.0001
Error	14	260.333333	18.595238		
Corrected Total	23	7621.625000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.965843	5.876960	4.312220	73.37500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	39.000000	19.500000	1.05	0.3764
trat	7	7322.291667	1046.041667	56.25	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	39.000000	19.500000	1.05	0.3764
trat	7	7322.291667	1046.041667	56.25	<.0001

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 18.59524

sig	Mean	N	trat
A	100.000	3	8
A	97.667	3	7
B	88.000	3	6
C	64.667	3	5
D C	62.667	3	4
D C	62.333	3	3
D	56.000	3	1
D	55.667	3	2

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 18.59524

sig	Mean	N	bloq
A	75.125	8	I
A	72.875	8	II
A	72.125	8	III

Cuadro 5A. ANVA Peso del compost a los 180 días de descomposición.

F. de V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Tratamientos	7	7322.2	1046.0	56.25	<.0001
Repeticiones	2	39.0	19.5	1.05	0.37
Error	14	260.3	18.59		
TOTAL	23				

ANEXO 3.
MATERIA ORGÁNICA DEL COMPOST ESCOBAJO.

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	30
2	I	2	25
3	I	3	25
4	I	4	20
5	I	5	25
6	I	6	20
7	I	7	15
8	I	8	20
9	II	1	30
10	II	2	20
11	II	3	25
12	II	4	18
13	II	5	15
14	II	6	25
15	II	7	20
16	II	8	15
17	III	1	25
18	III	2	20
19	III	3	25
20	III	4	16
21	III	5	20
22	III	6	20
23	III	7	25
24	III	8	20

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	266.7083333	29.6342593	2.52	0.0591
Error	14	164.9166667	11.7797619		
Corrected Total	23	431.6250000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.617917	15.87129	3.432166	21.62500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	9.7500000	4.8750000	0.41	0.6689
trat	7	256.9583333	36.7083333	3.12	0.0334

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	9.7500000	4.8750000	0.41	0.6689
trat	7	256.9583333	36.7083333	3.12	0.0334

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 11.77976

sig	Mean	N	trat
A	28.333	3	1
B A	25.000	3	3
B C	21.667	3	2
B C	21.667	3	6
B C	20.000	3	5
B C	20.000	3	7
B C	18.333	3	8
C	18.000	3	4

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 11.77976

sig	Mean	N	bloq
A	22.500	8	I
A	21.375	8	III
A	21.000	8	II

Cuadro 6A. ANVA Contenido de materia orgánica del compost producido.

F. de V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Tratamientos	7	256.9	36.70	3.12	0.03
Repeticiones	2	9.75	4.87	0.41	0.66
Error	14	164.9	11.77		
TOTAL	23				

ANEXO 4.
NITRÓGENO DEL COMPOST.

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	1.5
2	I	2	1.3
3	I	3	1.3
4	I	4	1.0
5	I	5	1.3
6	I	6	1.0
7	I	7	0.8
8	I	8	1.0
9	II	1	1.5
10	II	2	1.0
11	II	3	1.3
12	II	4	0.9
13	II	5	0.8
14	II	6	1.3
15	II	7	1.0
16	II	8	0.8
17	III	1	1.3
18	III	2	1.0
19	III	3	1.3
20	III	4	0.8
21	III	5	1.0
22	III	6	1.0
23	III	7	1.3
24	III	8	1.0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.70875000	0.07875000	2.62	0.0517
Error	14	0.42083333	0.03005952		
Corrected Total	23	1.12958333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.627444	15.70205	0.173377	1.104167

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	0.02583333	0.01291667	0.43	0.6590
trat	7	0.68291667	0.09755952	3.25	0.0289

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	0.02583333	0.01291667	0.43	0.6590
trat	7	0.68291667	0.09755952	3.25	0.0289

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 0.03006

sig	Mean	N	trat
	A 1.4333	3	1
B	A 1.3000	3	3
B	C 1.1000	3	2
B	C 1.1000	3	6
B	C 1.0333	3	5
B	C 1.0333	3	7
	C 0.9333	3	8
	C 0.9000	3	4

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 0.03006

sig	Mean	N	bloq
A	1.15000	8	I
A	1.08750	8	III
A	1.07500	8	II

Cuadro 7A. ANVA Contenido de nitrógeno total del compost producido.

F. de V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Tratamientos	7	0.68	0.09	3.25	0.02
Repeticiones	2	0.02	0.01	0.43	0.65
Error	14	0.42	0.03		
TOTAL	23				

ANEXO 5.
FÓSFORO DISPONIBLE.

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	3.41
2	I	2	3.73
3	I	3	4.04
4	I	4	4.04
5	I	5	4.25
6	I	6	4.23
7	I	7	3.06
8	I	8	4.23
9	II	1	3.69
10	II	2	3.78
11	II	3	4.14
12	II	4	4.14
13	II	5	4.24
14	II	6	4.26
15	II	7	3.53
16	II	8	4.28
17	III	1	4.30
18	III	2	3.96
19	III	3	3.99
20	III	4	4.21
21	III	5	4.26
22	III	6	4.16
23	III	7	2.86
24	III	8	4.31

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	3.05470833	0.33941204	7.66	0.0005
Error	14	0.62054167	0.04432440		
Corrected Total	23	3.67525000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.831157	5.313151	0.210534	3.962500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	0.09452500	0.04726250	1.07	0.3707
trat	7	2.96018333	0.42288333	9.54	0.0002

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	0.09452500	0.04726250	1.07	0.3707
trat	7	2.96018333	0.42288333	9.54	0.0002

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 0.044324

Sign	Mean	N	trat
A	4.2733	3	8
A	4.2500	3	5
B A	4.2167	3	6
B A C	4.1300	3	4
B A C	4.0567	3	3
B C	3.8233	3	2
C	3.8000	3	1
D	3.1500	3	7

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 0.044324

sig	Mean	N	bloq
A	4.0075	8	II
A	4.0063	8	III
A	3.8738	8	I

Cuadro 8A. ANVA Contenido de fósforo disponible del compost producido.

F. de V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Tratamientos	7	2.96	0.422	9.54	0.0002
Repeticiones	2	0.09	0.04	1.07	0.37
Error	14	0.62	0.04		
TOTAL	23				

ANEXO 6.
POTASIO CAMBIABLE.

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	0.46
2	I	2	0.48
3	I	3	0.48
4	I	4	0.48
5	I	5	0.46
6	I	6	0.47
7	I	7	0.48
8	I	8	0.47
9	II	1	0.48
10	II	2	0.47
11	II	3	0.49
12	II	4	0.46
13	II	5	0.48
14	II	6	0.46
15	II	7	0.48
16	II	8	0.46
17	III	1	0.47
18	III	2	0.50
19	III	3	0.47
20	III	4	0.48
21	III	5	0.46
22	III	6	0.49
23	III	7	0.47
24	III	8	0.48

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.00078333	0.00008704	0.61	0.7704
Error	14	0.00200000	0.00014286		
Corrected Total	23	0.00278333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.281437	2.520693	0.011952	0.474167

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	0.00013333	0.00006667	0.47	0.6365
trat	7	0.00065000	0.00009286	0.65	0.7093

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	0.00013333	0.00006667	0.47	0.6365
trat	7	0.00065000	0.00009286	0.65	0.7093

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 0.000143

sig	Mean	N	trat
A	0.483333	3	2
A	0.480000	3	3
A	0.476667	3	7
A	0.473333	3	4
A	0.473333	3	6
A	0.470000	3	1
A	0.470000	3	8
A	0.466667	3	5

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 0.000143

sig	Mean	N	bloq
A	0.477500	8	III
A	0.472500	8	I
A	0.472500	8	II

Cuadro 9A. ANVA Contenido de potasio cambiable del compost producido.

F. de V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Tratamientos	7	0.0006	0.00009	0.65	0.70
Repeticiones	2	0.0001	0.00006	0.47	0.63
Error	14	0.002	0.00014		
TOTAL	23				

ANEXO 7.
pH DEL COMPOST.

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	7.70
2	I	2	8.02
3	I	3	8.14
4	I	4	7.99
5	I	5	7.75
6	I	6	8.02
7	I	7	7.91
8	I	8	7.96
9	II	1	7.70
10	II	2	8.08
11	II	3	8.02
12	II	4	8.24
13	II	5	7.77
14	II	6	8.12
15	II	7	8.00
16	II	8	7.97
17	III	1	7.83
18	III	2	7.82
19	III	3	7.85
20	III	4	7.92
21	III	5	8.00
22	III	6	8.04
23	III	7	8.22
24	III	8	8.01

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.27697500	0.03077500	1.85	0.1465
Error	14	0.23335833	0.01666845		
Corrected Total	23	0.51033333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.542734	1.621600	0.129106	7.961667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	0.01050833	0.00525417	0.32	0.7347
trat	7	0.26646667	0.03806667	2.28	0.0893

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	0.01050833	0.00525417	0.32	0.7347
trat	7	0.26646667	0.03806667	2.28	0.0893

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 0.016668

sig	Mean	N	trat
A	8.0600	3	6
A	8.0500	3	4
A	8.0433	3	7
A	8.0033	3	3
B A	7.9800	3	8
B A	7.9733	3	2
B A	7.8400	3	5
B	7.7433	3	1

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 0.016668

sig	Mean	N	bloq
A	7.98750	8	II
A	7.96125	8	III
A	7.93625	8	I

Cuadro 10A. ANVA pH del compost producido.

F. de V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Tratamientos	7	0.26	0.03	2.28	0.089
Repeticiones	2	0.01	0.005	0.32	0.734
Error	14	0.23	0.01		
TOTAL	23				

ANEXO 8.
TEMPERATURA.

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	27.6
2	I	2	27.8
3	I	3	27.6
4	I	4	27.9
5	I	5	27.3
6	I	6	28.1
7	I	7	27.9
8	I	8	27.9
9	II	1	27.7
10	II	2	27.5
11	II	3	27.9
12	II	4	28.0
13	II	5	27.4
14	II	6	27.3
15	II	7	28.3
16	II	8	28.2
17	III	1	27.5
18	III	2	27.6
19	III	3	28.2
20	III	4	27.4
21	III	5	27.6
22	III	6	28.1
23	III	7	27.9
24	III	8	27.9

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.91416667	0.10157407	1.30	0.3167
Error	14	1.09083333	0.07791667		
Corrected Total	23	2.00500000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.455943	1.004989	0.279136	27.77500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	0.00250000	0.00125000	0.02	0.9841
trat	7	0.91166667	0.13023810	1.67	0.1956

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	0.00250000	0.00125000	0.02	0.9841
trat	7	0.91166667	0.13023810	1.67	0.1956

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 0.077917

sig	Mean	N	trat
A	28.0333	3	7
A	28.0000	3	8
B A	27.9000	3	3
B A	27.8333	3	6
B A	27.7667	3	4
B A	27.6333	3	2
B A	27.6000	3	1
B	27.4333	3	5

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 0.077917

sig	Mean	N	bloq
A	27.7875	8	II
A	27.7750	8	III
A	27.7625	8	I

Cuadro 11A. ANVA Temperatura del compost producido.

F. de V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Tratamientos	7	0.911	0.130	1.67	0.19
Repeticiones	2	0.002	0.001	0.02	0.98
Error	14	1.09	0.077		
TOTAL	23				

ANEXO 9.
HUMEDAD.

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	61
2	I	2	64
3	I	3	64
4	I	4	66
5	I	5	66
6	I	6	66
7	I	7	66
8	I	8	66
9	II	1	63
10	II	2	63
11	II	3	65
12	II	4	66
13	II	5	66
14	II	6	65
15	II	7	65
16	II	8	65
17	III	1	66
18	III	2	65
19	III	3	65
20	III	4	65
21	III	5	65
22	III	6	66
23	III	7	65
24	III	8	65

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	17.37500000	1.93055556	1.54	0.2271
Error	14	17.58333333	1.25595238		
Corrected Total	23	34.95833333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.497020	1.725249	1.120693	64.95833

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	1.08333333	0.54166667	0.43	0.6580
trat	7	16.29166667	2.32738095	1.85	0.1544

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	2	1.08333333	0.54166667	0.43	0.6580
trat	7	16.29166667	2.32738095	1.85	0.1544

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 1.255952

sig	Mean	N	trat
A	65.6667	3	5
A	65.6667	3	6
A	65.6667	3	4
B A	65.3333	3	7
B A	65.3333	3	8
B A	64.6667	3	3
B A	64.0000	3	2
B	63.3333	3	1

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 14

Error Mean Square 1.255952

sig	Mean	N	bloq
A	65.2500	8	III
A	64.8750	8	I
A	64.7500	8	II

Cuadro 12A. ANVA Humedad del compost producido.

F. de V	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Tratamientos	7	16.2	2.32	1.85	0.15
Repeticiones	2	1.08	0.54	0.43	0.65
Error	14	17.58	1.25		
TOTAL	23				

ANEXO 10.
PANEL FOTOGRÁFICO.



Figura 13A. Ubicación del área experimental.



Figura 14A. Limpieza y desinfección del área experimental.



Figura 15A. Construcción e instalación de las camas.



Figura 16A. Pesado del escobajo por cada 100 Kg.



Figura 17A. Colocación del escobajo en sus respectivas camas.

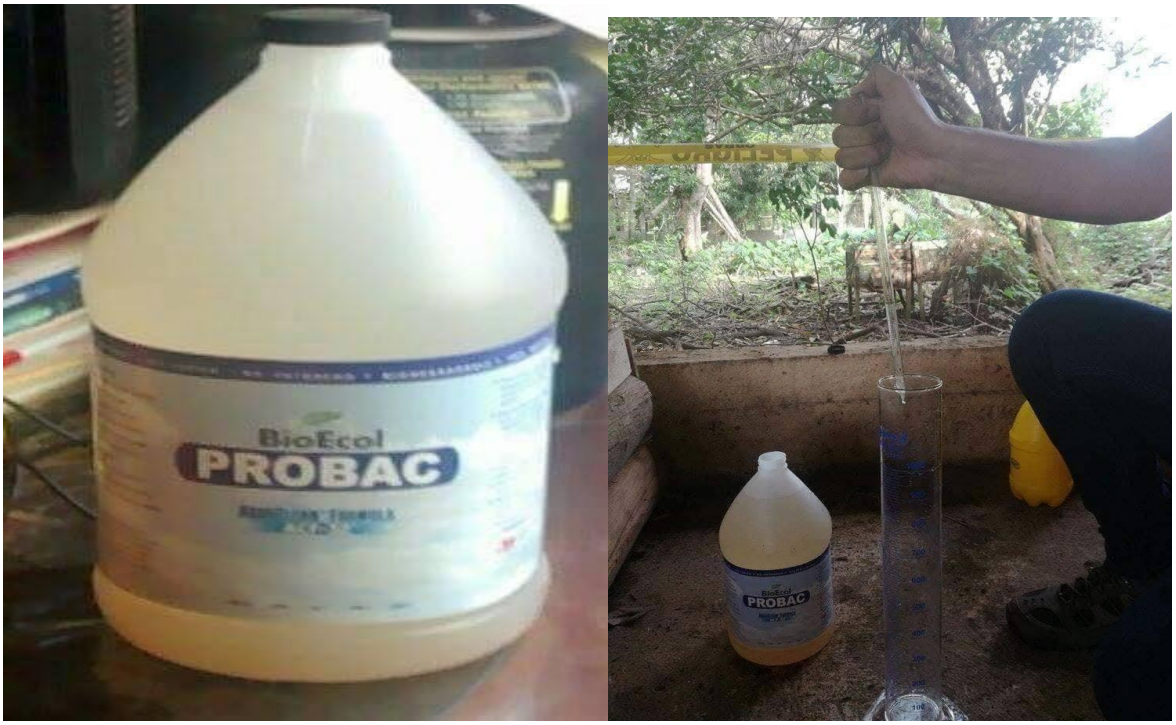


Figura 18A. Dilución y fraccionamiento del BioEcol Probac.



Figura 19A. Aplicación del BioEcol Probac.



Figura 20A. Volteo de camas.



Figura 21A. Riego de camas.



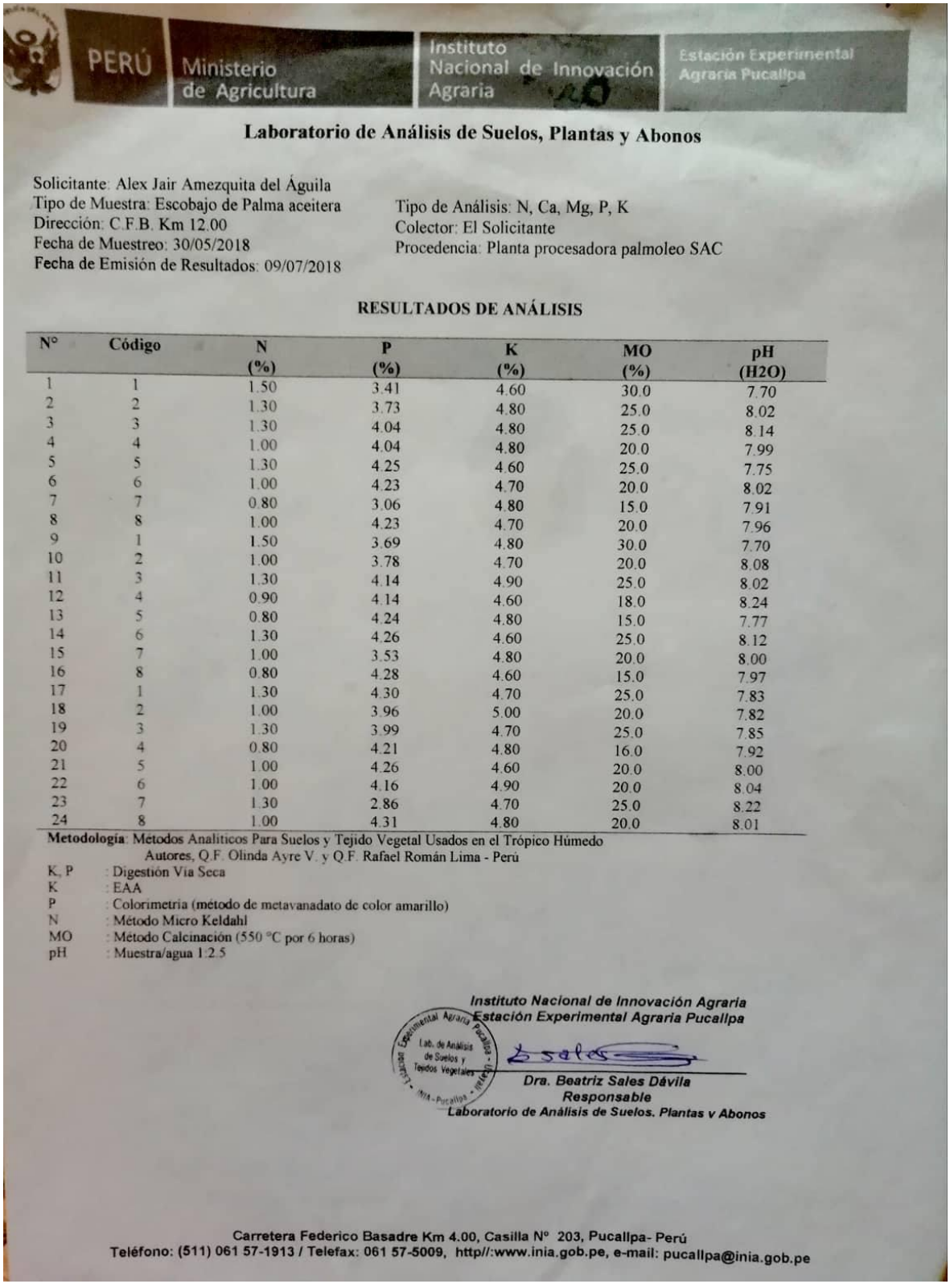
Figura 22A. Medición de la descomposición del escobajo en peso (Kg).



Figura 23A. Registro de la humedad y temperatura.



Figura 24A. Análisis nutricional del compost del escobajo.



PERÚ | Ministerio de Agricultura | Instituto Nacional de Innovación Agraria | Estación Experimental Agraria Pucallpa

Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos

Solicitante: Alex Jair Amezquita del Águila
Tipo de Muestra: Escobajo de Palma aceitera
Dirección: C.F.B. Km 12.00
Fecha de Muestreo: 30/05/2018
Fecha de Emisión de Resultados: 09/07/2018

Tipo de Análisis: N, Ca, Mg, P, K
Colector: El Solicitante
Procedencia: Planta procesadora palmoleo SAC

RESULTADOS DE ANÁLISIS

N°	Código	N (%)	P (%)	K (%)	MO (%)	pH (H2O)
1	1	1.50	3.41	4.60	30.0	7.70
2	2	1.30	3.73	4.80	25.0	8.02
3	3	1.30	4.04	4.80	25.0	8.14
4	4	1.00	4.04	4.80	20.0	7.99
5	5	1.30	4.25	4.60	25.0	7.75
6	6	1.00	4.23	4.70	20.0	8.02
7	7	0.80	3.06	4.80	15.0	7.91
8	8	1.00	4.23	4.70	20.0	7.96
9	1	1.50	3.69	4.80	30.0	7.70
10	2	1.00	3.78	4.70	20.0	8.08
11	3	1.30	4.14	4.90	25.0	8.02
12	4	0.90	4.14	4.60	18.0	8.24
13	5	0.80	4.24	4.80	15.0	7.77
14	6	1.30	4.26	4.60	25.0	8.12
15	7	1.00	3.53	4.80	20.0	8.00
16	8	0.80	4.28	4.60	15.0	7.97
17	1	1.30	4.30	4.70	25.0	7.83
18	2	1.00	3.96	5.00	20.0	7.82
19	3	1.30	3.99	4.70	25.0	7.85
20	4	0.80	4.21	4.80	16.0	7.92
21	5	1.00	4.26	4.60	20.0	8.00
22	6	1.00	4.16	4.90	20.0	8.04
23	7	1.30	2.86	4.70	25.0	8.22
24	8	1.00	4.31	4.80	20.0	8.01

Metodología: Métodos Analiticos Para Suelos y Tejido Vegetal Usados en el Trópico Húmedo
Autores, Q.F. Olinda Ayre V. y Q.F. Rafael Román Lima - Perú

K, P : Digestión Via Seca
K : EAA
P : Colorimetria (método de metavanadato de color amarillo)
N : Método Micro Keldahl
MO : Método Calcinación (550 °C por 6 horas)
pH : Muestra/agua 1:2.5

Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Agraria Pucallpa
Lab. de Análisis de Suelos y Tejidos Vegetales
Dra. Beatriz Sales Dávila
Responsable
Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos

Carretera Federico Basadre Km 4.00, Casilla N° 203, Pucallpa- Perú
Teléfono: (511) 061 57-1913 / Telefax: 061 57-5009, http//:www.inia.gob.pe, e-mail: pucallpa@inia.gob.pe

Figura 25A. Resultados del análisis nutricional del compost del escobajo.