

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE
CENIZAS DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis*) EN EL
BIOL GENERADO EN LA PTARI OLAMSA CFB KM 59.800,
DEPARTAMENTO DE UCAYALI - 2019”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

HANS KAYQUE ROMERO RUIZ

PUCALLPA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES



COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 99

En el auditorio de la facultad de ciencias forestales y ambientales de la UNU, siendo las 09:25am del día 26 de julio del 2019, se reunieron los miembros del jurado evaluador con memo múltiple **N°0145-2019-UNU/FCFyA/CGT** conformado por los siguientes docentes:

Dr. Carlos Panduro Carbajal	Presidente
Dra. Julissa Katy Bautista Valencia	Miembro
Ing. M.Sc Alex Rengifo Zumaeta	Miembro

Para evaluar la sustentación de tesis: **“Efecto de la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en el biol generado en la PTARI OLAMSA CFB Km 59.800, Departamento de Ucayali - 2019”** presentado por el Bach. **Hans Kayque Romero Ruiz**; asesorado por la Ing. M.Sc. **Gladys Elena Rojas Gutiérrez**.

Terminada la sustentación, se procedió a realizar las preguntas por parte del jurado evaluador, siendo absueltas satisfactoriamente por el sustentante, por lo que el jurado evaluador aprobó por **UNANIMIDAD**, con el calificativo **MUY BUENO**. En consecuencia, el sustentante se encuentra apto para obtener el título de Ingeniero ambiental, previamente subsanando las observaciones hechas por el jurado evaluador.

Siendo las 10:32am del mismo día, se da por concluido el acto académico.


Dr. Carlos Panduro Carbajal
Presidente


Dra. Julissa Katy Bautista Valencia
Miembro


Ing. M.Sc Alex Rengifo Zumaeta
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su APROBACIÓN ante el jurado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali integrada por los siguientes docentes:

Dr. Carlos Panduro Carbajal



PRESIDENTE

Dra. Julissa Katy Bautista Valencia



MIEMBRO

Ing. M.Sc Alex Rengifo Zumaeta



MIEMBRO

Ing. M.Sc Gladys E. Rojas Gutiérrez



ASESORA

Bach. Hans Kayque Romero Ruiz



TESISTA



Constancia

N° 268

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis) titulado:

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE CENIZAS DE PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS) EN EL BIOL GENERADO EN LA PTARI OLAMSA CFB KM. 59 800, DEPARTAMENTO DE UCAYALI - 2019

Cuyo autor es : ROMERO RUIZ, HANS KAYQUE
Facultad : CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional : INGENIERÍA AMBIENTAL
Asesor : Ms C ROJAS GUTIÉRREZ, GLADYS ELENA

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 07 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de plagio, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 06/08/2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL
Dir. Gen. Prod. Intel

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Hans Kayque Romero Ruiz

Autor de la TESIS titulada:

"Efecto de la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma
occitera (Elaeis guineensis) en el bto. generado en La PTARI
OLANSA CFB Km 59.800, Departamento de Ucayali -2019"

Sustentada el año: 2019

Con la asesoría de: Ing. M.Sc Gladys Elena Rojas Gutiérrez

En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales

Carrera Profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes 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,

- 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: 07 / 08 / 19

Email: K.romero 2713@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 987379922

DNI: 48257397

DEDICATORIA

Esta investigación es dedicada especialmente a mis padres Geiner Romero Sánchez y Norma Ruiz Cárdenas por ser lo más importante en mi vida, por haberme brindado tanto apoyo y amor durante mi crecimiento personal y profesional, por creer en mí y no dejarme caer en los difíciles momentos que se me presentó en la vida.

A esa personita tan especial que se viene en camino, la vida aún no me la presenta en persona pero desde ya la amo mucho y al igual que mis padres ella será la más grande fuente de inspiración para seguir adelante y cumplir con mis propósitos en la vida, mi futuro bebé que la espero con mucho cariño.

A mis sobrinos Jostin, Anahi, Crystal, Adriana, Kasumy, Naina, Lean y al futuro sobrino que traerá a la vida mi hermana Yuriko, por el gran amor que los tengo y siempre me empeñaré en ser un gran tío para ellos e inculcarles el estudio ya que tengo una gran esperanza que llegaran a ser grandes profesionales.

A mí por el gran esfuerzo que dedico para cumplir mis sueños, por no decaer en los momentos difíciles que me presentó la vida, por las ganas de salir adelante y ser esa persona exitosa que prometí a mis padres desde muy pequeño.

A mi compañera de viaje y aventuras que siempre la llevare guardada en mi corazón.

A toda mi familia que de una u otra manera me brindaron su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A mi asesora Ing. M.Sc Gladys Elena Rojas Gutiérrez por el apoyo y asesoramiento, sus acertados consejos y su motivación que han sido fundamentales para mi formación profesional.

Al Ing. Lenin Rafael López jefe de planta extractora de aceite crudo de palma Km 59.800 de la empresa Oleaginosas Amazónicas S.A, por el apoyo brindado durante el tiempo que laboré en dicha empresa, los consejos acertados y el apoyo con los insumos para la elaboración de esta investigación.

Al Ing. Luis Llanqui por la orientación brindada durante el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. David León Moreno por la orientación brindada para la redacción de esta investigación.

A mi amigo Jorge Alonso Delgado Sáenz por los consejos y el gran apoyo brindado para la elaboración de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA	5
1.2.1. Problema general	5
1.2.2. Problemas específicos	5
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. HIPÓTESIS	6
1.4.1. Hipótesis Alternativa (H_1):	6
1.4.2. Hipótesis Nula (H_0):	6
1.5. VARIABLES	6
1.5.1. Variable independiente:	6
1.5.2. Variable dependiente:	6
1.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	7
2.2. TEORÍAS BÁSICAS	10
2.2.1. Digestión anaerobia	10
2.2.1.1. Fundamentos de la digestión anaerobia	10
2.2.1.2. Fases de la digestión anaerobia	11

2.2.1.3.	Condiciones del proceso anaerobio	14
2.2.2.	Abonos Orgánicos	15
2.2.2.1.	Importancia de los abonos orgánicos	16
2.2.2.2.	Situación actual de los abonos orgánicos en el Perú	16
2.2.3.	Fertilización orgánica	17
2.2.4.	La fertilidad del suelo	17
2.2.5.	Clasificación de los nutrientes del suelo	18
2.2.6.	Biofertilizantes líquidos	19
2.2.7.	Biol.....	20
2.2.7.1.	Utilidad del Biol.....	20
2.2.7.2.	Ventajas del Biol.....	20
2.2.7.3.	Desventajas del Biol	21
2.2.7.4.	Aplicación del Biol	21
2.2.8.	Cenizas de fibra de palma	22
2.2.8.1.	Caracterización	22
2.2.8.2.	Recomendaciones para el aprovechamiento de la ceniza.	23
2.2.8.3.	Usos y beneficios de las cenizas en los cultivos.	23
	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	24

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.1.1.	Diseño de investigación	27
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	27
3.2.1.	Población	27
3.2.2.	Muestra.....	27
3.3.	PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	28
3.3.1.	Identificación del punto de muestreo	28
3.3.2.	Toma de muestra de la ceniza de palma aceitera	28
3.3.3.	Toma de muestra del Biol	28
3.3.4.	Instalación de tratamientos	29
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS. ..	29
3.4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	29
3.4.2.	Instrumentos	29

3.5. PROCESAMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	30
3.6. TRATAMIENTO DE DATOS.....	31

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS	32
4.1.1. Macronutriente	32
4.1.2. Micronutriente	35
4.2. DISCUSIÓN.....	38

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....	40
5.2. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	6
Tabla 2. Comparación de las propiedades de la fase Acidogénica y Metanogénica.....	14
Tabla 3. Tiempo de retención	15
Tabla 4. Composición química de los Bioles.....	20
Tabla 5. Dosis de biol recomendadas para aplicación.....	21
Tabla 6. Composición de ceniza en base seca.....	22
Tabla 7. Combinaciones de 3 tratamientos.....	30
Tabla 8. Combinaciones de 3 tratamientos en el DCA	30
Tabla 9. Análisis de medias de las concentraciones de Nitrógeno	48
Tabla 10. Análisis de medias de las concentraciones de Fósforo.....	48
Tabla 11. Análisis de medias de las concentraciones de Potasio.....	48
Tabla 12. Análisis de medias de las concentraciones de Calcio.....	49
Tabla 13. Análisis de medias de las concentraciones de Magnesio	49
Tabla 14. Análisis de medias de las concentraciones de Hierro	49
Tabla 15. Análisis de medias de las concentraciones de Cobre	50
Tabla 16. Análisis de medias de las concentraciones de Zinc.....	50
Tabla 17. Análisis de medias de las concentraciones de Manganeso	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cenizas de fibra	22
Figura 2. Muestreo de cenizas de palma aceitera	28
Figura 3. Toma de muestra de Biol	29
Figura 4. Instalación de tratamientos.....	29
Figura 5. Tratamiento 0	31
Figura 6. Tratamiento 1	31
Figura 7. Tratamiento 2	31
Figura 8. Efecto de la concentración de Nitrógeno con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa	32
Figura 9. Efecto de la concentración de Fósforo con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa	33
Figura 10. Efecto de la concentración de Potasio con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa	33
Figura 11. Efecto de la concentración de Calcio con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa	34
Figura 12. Efecto de la concentración de Magnesio con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa	35
Figura 13. Efecto de la concentración de Hierro con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa	35
Figura 14. Efecto de la concentración de Cobre con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa	36
Figura 15. Efecto de la concentración de Zinc con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa.....	37

Figura 16. Efecto de la concentración de Manganeso con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa	37
Figura 17. Análisis de macro y micro nutrientes de los tratamientos.....	52
Figura 18. Toma de muestras de Biol en el Rebose del Biodigestor de la PTARI Olamsa	53
Figura 19. Toma de muestras de cenizas de palma aceitera en el caldero.....	53
Figura 20. Agregado de insumos.....	53
Figura 21. Tratamientos y repeticiones	54
Figura 22. Presencia de gases durante la digestión anaerobia.....	54
Figura 23. Toma de muestras para análisis en laboratorio.....	54

RESUMEN

En el presente estudio de investigación se determinó el efecto de la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI de Olamsa. El estudio cuenta con tres tratamientos con insumos distribuidos de la siguiente manera: Tratamiento 0 (T₀) 2,4 litros de Biol generado en la PTARI de Olamsa + 0 gramos de cenizas de palma aceitera; Tratamiento 1 (T₁) 2,4 litros de Biol generado en la PTARI de Olamsa + 100 gramos de cenizas de palma aceitera; Tratamiento 2 (T₂) 2,4 litros de Biol generado en la PTARI de Olamsa + 200 gramos de cenizas de palma aceitera. Mediante los tratamientos instalados se determinó las concentraciones de macronutrientes como el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio; y de micronutrientes como el Hierro, Cobre, Zinc y Manganeso. Los resultados obtenidos demostraron que en el T₂ las cenizas de palma aceitera aportaron mayor concentración de Nitrógeno, Fósforo, Cobre y Manganeso en el Biol generado en la PTARI de Olamsa; mientras que el T₁ las cenizas de palma aceitera aportaron mayor concentración de Potasio, Calcio, Magnesio y Hierro.

Palabras claves: Biol, Cenizas de palma aceitera, macronutrientes, micronutrientes, PTARI.

SUMMARY

In the present research study the effect of the application of different doses of oil palm ash on the Biol generated in the PTARI of Olamsa was determined. The study has three treatments with inputs distributed as follows: Treatment 0 (T₀) 2,4 liters of Biol generated in the PTARI of Olamsa + 0 grams of oil palm ash; Treatment 1 (T₁) 2,4 liters of Biol generated in the PTARI of Olamsa + 100 grams of oil palm ash; Treatment 2 (T₂) 2,4 liters of Biol generated in the PTARI of Olamsa + 200 grams of oil palm ash. Through the treatments installed, the concentrations of macronutrients such as Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Calcium and Magnesium were determined; and of micronutrients such as Iron, Copper, Zinc and Manganese. The results obtained showed that in the T₂ the oil palm ashes contributed higher concentration of Nitrogen, Phosphorus, Copper and Manganese in the Biol generated in the PTARI of Olamsa; while the T₁ oil palm ashes provided a higher concentration of Potassium, Calcium, Magnesium and Iron.

Keywords: Biol, oil palm ash, macronutrients, micronutrients, PTARI.

INTRODUCCIÓN

Los efluentes crudo y tratado de las plantas extractoras de aceite de palma tienen un alto contenido de nutrientes tales como N, K, Na y Mg, lo que hace que este efluente sea atractivo como fertilizante. La utilización del efluente de las plantas extractoras como fertilizante es un método de reincorporar los nutrientes al suelo. Muchos estudios han mostrado que la aplicación del efluente de las plantas extractoras ha incrementado el rendimiento de la cosecha y ha mejorado las propiedades del suelo. Hoy en día, un gran número de plantaciones de palma aplican el efluente de las plantas extractoras en sus tierras, lo cual ha resultado en ahorro en el costos de fertilizantes. Además se ha informado que el rendimiento de la cosecha se incrementa hasta en un 24% debido a la aplicación del efluente de las plantas extractoras al suelo. (Idris, 1995, p.24)

Actualmente OLAMSA cuenta con su Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (PTARI) ubicados en la C.F.B. Km 59.800 que por medio de un sistema biológico anaerobio aprovechan sus residuos líquidos (efluentes) para obtener Biogás, Biosol y Biol.

El biol es un abono foliar orgánico líquido, preparado a base de estiércol fresco y otros ingredientes orgánicos, los cuales son fermentados en recipientes herméticamente cerrados, donde no debe ingresar aire. El biol por lo general se aplica al follaje (hojas y tallos) de las plantas. FONDO DE COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO SOCIAL (FONCODES, 2014)

Por lo que esta investigación pretende aprovechar del Biol obtenido de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales ubicados en la C.F.B. Km 59.800 para posteriormente analizar el efecto que produce la aplicación de dosis de cenizas de palma con el fin de identificar alternativas ante el indiscriminado uso de fertilizantes químicos en la agricultura.

Se plantea aprovechar las cenizas de fibra de palma aceitera ya que en la actualidad, la ceniza procedente de la incineración de la fibra y el cuesco en las calderas de las plantas de beneficio se utiliza como fuente de fertilizante para ser distribuidas en el cultivo de palma de aceite, por su alto contenido de potasio, calcio, magnesio y fósforo. (Garzón *et al.*, 2011, p.74)

El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo. (Borrero, s.f, p.12)

Los bioabonos representan una opción viable para la disposición final de desechos orgánicos, pues se fabrican reciclando residuos de origen vegetal, animal o mixto, transformándose hasta lograr sustancias inodoras, libres de patógenos y con características que potencian los suelos de cultivo sin la necesidad de fertilizantes químicos. Al ser componentes similares a los del suelo fértil se acoplan con facilidad y liberan con el tiempo sus nutrientes después de la aplicación, evitan las oscilaciones en el pH, mejoran la capacidad de retención y oxigenación del suelo de cultivo. (Porrás, 2013, p.33)

Actualmente, el uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos, no sólo ha dejado atrás la utilización de bioabono en la agricultura convencional, sino que además, viene amenazando la salud humana, la calidad del agua, del suelo y del aire. (AGRÍCOLA, 2016, p.12)

En ese sentido, resulta evidente la necesidad de investigar y analizar tratamientos simples, rápidos y poco costosos, como la alternativa que se propone en el presente estudio, mediante los cuales sea viable abordar este problema de forma eficiente en cuanto a requerimientos y resultados, al exigir pocos recursos y generar un gran valor agregado sobre los residuos manejados adecuadamente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La producción agropecuaria tiene unos profundos efectos en el medio ambiente en conjunto, son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénicas de gases responsables del efecto invernadero, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua. (Gonzales, 2011, p.23)

Los efectos de los fertilizantes químicos sobre el medio ambiente están ampliamente probados y son incuestionables, estando demostrado que su uso conlleva un riesgo elevado de daños ambientales, como son la contaminación de las aguas subterráneas y del suelo sobre los que se aplican. (Martínez, 2018, p.73)

La contaminación de las aguas subterráneas por los productos y residuos agroquímicos es uno de los problemas más importante en casi todos los países desarrollados y, cada vez más, en muchos países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2002)

La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. FAO (2002)

En las proyecciones de cultivos para el año 2030, se supone un menor crecimiento del uso de fertilizantes nitrogenados que en el pasado. Si se puede mejorar el rendimiento, el incremento en el uso total de fertilizantes entre 1997-99 y 2030, podría ser tan reducido como el 37 por ciento. Sin embargo, el uso actual en muchos países en desarrollo es muy ineficaz. En China, el mayor consumidor del mundo de fertilizantes nitrogenados, casi la mitad del nitrógeno aplicado se pierde por volatilización y de un 5 a un 10 por ciento más por infiltración. FAO (2002)

El uso de plaguicidas se ha incrementado considerablemente a lo largo de los últimos 35 años, alcanzando tasas de crecimiento del 4 al 5,4 por ciento en algunas regiones. En los años noventa se apreció una disminución del uso de

insecticidas, tanto en países desarrollados, como Francia, Alemania y el Reino Unido, como en unos cuantos países en desarrollo, como la India. En contraste, el uso de herbicidas continuó aumentando en la mayoría de los países. FAO (2002)

De los 5 476 977 ha de superficie agrícola que existen en Perú, 18 % correspondiente a una extensión de un millón de hectáreas aproximadamente, es catalogada como área mejorable, es decir que su suelo debe ser enriquecido con fertilizantes, sin embargo, según Fernández (2003) solo se ha mejorado una extensión de 50 000 ha que representa un 1 % de la superficie agrícola nacional, por ello existe un elevado potencial para el desarrollo de nuevos componentes en el sector de fertilizantes.

Hasta el 2012, el uso de fertilizantes químicos para la actividad agrícola se incrementó en 50% respecto al año 1994, además de los 2 213 506 productores que existen en el país el 43.9% (971 200 productores) usan fertilizantes en sus cultivos actualmente, siendo un incremento de casi 50 % respecto al año 1994 cuando sólo 662 000 productores utilizaban fertilizantes, según los últimos resultados del VI Censo Nacional Agropecuario (Cenagro). (AGRARIA, 2013, p.7).

Entre 1994 y 2012, los productores agropecuarios de la selva que usaban fertilizantes químicos se incrementaron en 2.8 veces, es decir, pasaron de 33 mil a 91 mil agricultores. En la región costa, el uso se incrementó en 1.5 veces, de 169 mil a 254 mil productores. Y finalmente, en la sierra, pasaron de 460 mil a 627 mil agricultores, lo que equivale a un aumento de 1.4 veces. (AGRARIA, 2013, p.7).

1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en el biol generado en la PTARI OLAMSA?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será las concentraciones de macronutrientes del biol generado en la PTARI OLAMSA?
- ¿Cuál será las concentraciones de micronutrientes del biol generado en la PTARI OLAMSA?
- ¿Cuál será las concentraciones de macronutrientes después de la aplicación de diferentes dosis con cenizas de palma aceitera en el biol generado en la PTARI OLAMSA?
- ¿Cuál será las concentraciones de micronutrientes después de la aplicación de diferentes dosis con cenizas de palma aceitera en el biol generado en la PTARI OLAMSA?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación de diferentes dosis con cenizas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en el biol generado en la PTARI OLAMSA.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las concentraciones de macro nutrientes del biol generado en la PTARI OLAMSA.
- Determinar las concentraciones de micro nutrientes del biol generado en la PTARI OLAMSA.
- Determinar las concentraciones de macro nutrientes después de la aplicación de diferentes dosis con cenizas de palma aceitera en el biol generado en la PTARI OLAMSA.
- Determinar las concentraciones de micro nutrientes después de la aplicación de diferentes dosis de cenizas con palma aceitera en el biol generado en la PTARI OLAMSA.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis Alternativa (H₁):

La aplicación de diferentes dosis con cenizas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) aporta mayores concentraciones de macro y micro nutrientes en el biol generado en la PTARI OLAMSA.

1.4.2. Hipótesis Nula (H₀):

La aplicación de diferentes dosis con cenizas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) no aporta mayores concentraciones de macro y micro nutrientes en el biol generado en la PTARI OLAMSA.

1.5. VARIABLES

1.5.1. Variable independiente:

Biol generado en la PTARI de Olamsa.

1.5.2. Variable dependiente:

Aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

1.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de variables

TIPOS DE VARIABLES	NOMBRE DE VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
Independiente	Biol generado en la PTARI de OLAMSA	Macronutrientes:	
		- Nitrógeno - Fósforo - Potasio - Calcio - Magnesio	(mg/l)
Dependiente	Aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>)	Micronutrientes:	
		- Hierro - Cobre - Zinc - Manganeso	(mg/l)
		2 dosis	100 g 200 g

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

- INTERNACIONAL

Pomboza *et al.*, (2016) en el trabajo de investigación “Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L. variedad Iceberg” determinaron:

Con la aplicación de biol al cultivo se obtuvo el efecto en 30 días un pH de 6.97 y la composición de los macro y micro nutrientes fueron N_{total} 0,41%, P_{total} 44 ppm, K_{total} 0,28%, Ca_{total} 0,39%, Mg_{total} 0,18%, Cu_{total} <0.002 ppm, Fe_{total} 2 ppm, Mn_{total} 4 ppm y Zn_{total} 6 ppm.

Con la aplicación de biol al cultivo se obtuvo el efecto en 60 días un pH de 6.89 y la composición de los macro y micro nutrientes fueron N_{total} 0,41%, P_{total} 71 ppm, K_{total} 0,1%, Ca_{total} 0,08%, Mg_{total} 0,15%, Cu_{total} <0.002 ppm, Fe_{total} 20 ppm, Mn_{total} 10 ppm y Zn_{total} 6 ppm. (p.56)

Checa, M (2015) en su trabajo de investigación “Obtención De Biol A Partir De Desechos Orgánicos Generados Por La Empresa Pública Municipal Mercado De Productores Agrícolas San Pedro De Riobamba” realizó:

Tres tipos de biodigestores a escala de laboratorio en los cuales lo único que varió fue el origen del sustrato usado, tales como los residuos de frutas, de leguminosas y una mezcla 50/50. El producto de los biodigestores tipo control arrojaron los siguientes resultados: El biol de residuos frutales contiene 0.129 g/l de nitrógeno total, 0.125 g/l de nitrógeno amoniacal y 2.27 g/l de calcio. El biol producto de residuos de leguminosas está formado de 0.146 g/l de nitrógeno total, 0.140 g/l de nitrógeno amoniacal y 2.04 g/l de calcio. Por último el biol obtenido de la mezcla 50/50 de frutas y leguminosas se compone de 0.088 g/l de nitrógeno total, 0.085 g/l de nitrógeno amoniacal y 2.88 g/l de calcio. Obteniendo al biol de leguminosas ligeramente con mejores características que los demás. (p.42)

Freire, E. (2013) en el trabajo de investigación “Implementación de un biodigestor para la obtención de un Biol mediante procesos anaerobicos”

elaboró Biol a partir de agua, melaza, chicha de maíz fermentada, microorganismos de purina, levadura de cerveza, cenizas, desecho de plátano, desechos de hortalizas y estiércol de ganado.

El análisis de la composición química de nutrientes, determinó: pH de 7.80, ligeramente alcalino; CE conductividad eléctrica en micromohms de 20.91; por cada 100 gramos los porcentajes son los siguientes: MO materia orgánica 34%; CO carbón orgánico 19.72%; N Nitrógeno 1.70%; la relación Carbono/Nitrógeno C/N es de 11.60; P de 0.13%; Na de 0.015%; K de 0.135%; Ca de 0.19%; Mg 0.18%; y, en partes por millón Fe 839 ppm; Mn 56.3 ppm; Zn 51.5 ppm y Cu 5.5 ppm. (p.34)

- **NACIONAL**

Medina *et al.*,(2014) en el trabajo de investigación “Evaluación De La Calidad De Biol De Segunda Generación De Estiércol De Ovino Producido A Través De Biodigestores” resolvieron:

“Los resultados respecto al contenido de nutrientes minerales, el Biol II-G presenta concentraciones más altas con referencia al Biol I-G. Según la prueba estadística de Tukey, las diferencias en las cantidades de nutrientes en el Biol I-G y el Biol II-G, excepto en el sodio, son altamente significativas ($\alpha < 0,01$). Esta manifestación es comprensible en el sentido de que a los nutrientes presentes en el Biol I-G se le agrega el aporte nutricional de la melaza, resultando después del proceso de fermentación, un producto (Biol II-G) enriquecido nutricionalmente. Se puede afirmar entonces que el Biol II-G es un abono orgánico líquido con mejores características químicas que el Biol I-G. Al ser comparado con a otros Bioles, producidos en similares condiciones y en base a otros estiércoles, se demuestra que sus condiciones son superiores en la mayoría de casos”. (p.53).

Saavedra (2014), en su trabajo de investigación “Concentraciones de eisenia foetida (lombriz roja californiana) y su efecto en la calidad de Biol, en Zungarococha, Distrito de San Juan Bautista – Loreto; evaluó el efecto de cuatro concentraciones de lombrices en la calidad de Biol con insumos de ganadería vacuna mediante 4 tratamientos, Tratamiento 0 conformado

por agua 9 l + azúcar rubia 1 Kg + leche 1 l + pasto de Kudzu 1,6 Kg + estiércol de vacuno 6,4 Kg + lombrices 0 Kg; Tratamiento 1 conformado por agua 9 l + azúcar rubia 1 Kg + leche 1 l + pasto de Kudzu 1,6 Kg + estiércol de vacuno 5,45 Kg + lombrices 0,95 Kg; Tratamiento 2 conformado por agua 9 l + azúcar rubia 1 Kg + leche 1 l + pasto de Kudzu 1,6 Kg + estiércol de vacuno 4,5 Kg + lombrices 1,9 Kg y Tratamiento 3 conformado por agua 9 l + azúcar rubia 1 Kg + leche 1 l + pasto de Kudzu 1,6 Kg + estiércol de vacuno 3,55 Kg + lombrices 2,85 Kg; las cuales determinó las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio.

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación indicaron que a mayor concentración de lombrices de *Eisenia foetida* en la concentración de Biol los nutrientes se incrementan, como fue en el caso del Tratamiento 3 donde se obtuvo las concentraciones de N 1,83%, P 28,93 mg/100, K 9,69 mg/100, Ca 8,9 mg/100 y Mg 8,14 mg/100. (p.35)

Carhuancho (2012), en su trabajo de investigación “Aprovechamiento Del Estiércol De Gallina Para La Elaboración De Biol En Biodigestores Tipo Batch Como Propuesta Al Manejo De Residuo Avícola” realizó tres tipos de tratamientos:

T₁ gallinaza en jaula, T₂ gallinaza en piso y T₃ la mezcla de ambos. Donde se determinó que el T₂ gallinaza en piso se obtuvieron mejores resultados con un pH de 5.08 y las características de macro y micro nutrientes son: N_{total} 1813 mg/l, P_{total} 164,76 mg/l, K_{total} 2500 mg/l, Ca_{total} 2534 mg/l, Mg_{total} 460 mg/l, Na_{total} 392 mg/l, Fe_{total} 101 mg/l, Cu_{total} 0,82mg/l, Zn_{total} 3,92 mg/l, Mn_{total} 10,7mg/l, B_{total} 5,72mg/l. (p.48)

2.2. TEORÍAS BÁSICAS

2.2.1. Digestión anaerobia

2.2.1.1. Fundamentos de la digestión anaerobia

La digestión anaerobia es un proceso microbiológico que ocurre naturalmente en el ambiente, ejemplo en el estómago de los rumiantes. Bajo condiciones anaeróbicas la materia orgánica es degradada mediante un proceso microbiológico complejo, este proceso en bioreactores da una excelente solución para el tratamiento de residuos orgánicos. Los productos de este proceso son un efluente que puede ser utilizado como fertilizante orgánico y la producción de biogás como uso energético. (Ferrer, 2008, p.37).

Este proceso es muy complejo por las reacciones químicas y cantidades de microorganismos, según Martí (2006) para representar todo el proceso se dividen estas reacciones en cuatro fases de la digestión anaerobia, las bacterias que actúan y los productos intermediarios.

El proceso de la primera fase es la hidrólisis cuyas bacterias fermentativas transforman las partículas y moléculas complejas en compuestos solubles, a partir de estos compuestos las bacterias ácido génicas producen ácidos grasos de cadena corta, posteriormente estos son transformados en acético, hidrógeno y CO₂ por las bacterias acetogénicas. Por último en la metanogénesis se convierte el acético, H₂ y CO₂ en metano. (Almeida, 2007, p.26).

En la fase hidrólisis y acidogénesis las bacterias que participan son facultativas, mientras que para la acetogénesis son anaerobios estrictos con una tasa de crecimiento cinco veces menor que las de acidogénesis. Por tal razón si las bacterias acetogénicas tuvieran problemas para reproducirse y consumir los ácidos, estos se acumularan y generaran dificultades a las bacterias metanogénicas para producir metano. (Almeida, 2007, p.26).

Las condiciones ambientales (pH, temperatura, potencial redox, etc) pueden favorecer el desarrollo a un cierto grupo de bacterias de las fases mencionadas, Almeida (2007) refiere que es importante mantener el equilibrio para asegurar un proceso equilibrado de degradación. Por esta razón el control de las condiciones ambientales es un factor clave, especialmente en relación con las bacterias metanogénicas (anaerobios estrictos).

2.2.1.2. Fases de la digestión anaerobia

- Hidrolisis

La materia orgánica polimérica (proteínas, carbohidratos y lípidos) es hidrolizada por enzimas extracelulares de los microorganismos hidrolíticos a moléculas orgánicas solubles, proporciona sustratos orgánicos para la digestión anaerobia. Los productos de la hidrólisis son azúcares sencillos, aminoácidos y ácidos grasos, aunque la digestión de proteínas y aminoácidos forma amoníaco e iones amonio. (Rivera, 2010, p.48).

Según Martí (2006) la hidrolisis depende de la temperatura del proceso, tiempo de retención hidráulico, composición del sustrato (las lignocelulosicas limita el proceso porque es muy resistente a la degradación), tamaño de partículas, pH y concentración de NH_4^+ . Cualquier sustrato se compone de tres tipos básicos de macromoléculas:

- **Proteínas:** Son fuentes de carbono y energía por lo cual es un sustrato muy importante en el proceso de digestión anaerobia pues sus productos tienen un elevado valor nutricional. Las proteínas son hidrolizadas por enzimas proteasas en péptidos y aminoácidos, parte de estos aminoácidos son utilizados directamente en la síntesis del nuevo material celular y el resto son degradados a ácidos grasos volátiles, dióxido de carbono, hidrógeno, amonio y sulfuro en las siguientes fases del proceso.
- **Lípidos:** Su degradación en condiciones anaerobios comienza con la ruptura de las grasas por la acción de las enzimas lipasas produciendo ácidos grasos de cadena larga y glicerol.
- **Materiales lignocelulósicos:** Compuestos principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, su degradación es lenta que suele ser la etapa limitante del proceso hidrólisis pues la lignina es muy resistente a la degradación por parte de las bacterias anaeróbicas.

- Acidogénesis

Según Rivera (2010) la acidogénesis se define como un proceso anaeróbico microbiano con producción de ácido sin un donador o aceptar externo de electrones. Martí (2006) refiere que las moléculas orgánicas solubles de la primera fase son degradadas a compuestos acético y

liberando como productos hidrogeno y dióxido de carbono que son utilizados directamente por bacterias metanogénicas.

Según Hilbert (2006) esta reacción es endoenergética pues demanda energía para ser realizada y es posible gracias a la estrecha relación simbiótica de las bacterias acetogénicas con las metanogénicas que substraen los productos finales del medio para disminuir su concentración, esto activa la reacción y actividad de los compuestos orgánicos más reducidos que luego serán oxidados por las bacterias acetogénicas. El pH se encuentra en la zona acida 5,1 a 6,8. Guevara (1996). Además Martí (2006) especifica que en esta fase se da los siguientes procesos:

- **Fermentación de carbohidratos solubles:** La principal ruta metabólica para degradar ácidos orgánicos a glucosa es Embden - Meyerhof, esta fermentación se realiza por diferentes microorganismos. Los *Clostridium* son los principales microorganismos que convierten la glucosa en butírico, acético, CO₂ y H₂.
 - **Fermentación de aminoácidos:** Los principales productos son los ácidos grasos de cadena corta, succínico, aminovalerico e H₂, esta fermentación consiste en un proceso rápido que no limita la velocidad de degradación de compuestos proteicos. Las bacterias que participan en el proceso son *Clostridium*, *Peptococcus* y *Bacteroides*.
 - **Oxidación anaerobia de ácidos grasos de cadena larga:** Estos son oxidados a ácidos grasos de cadena corta mediante los mecanismos de β - oxidación que es un ciclo en espiral que va liberando un acetil-CoA en cada bucle produciendo ácido acético. Es importante la acción simbiótica de los microorganismos consumidores de hidrogeno para producir este mecanismo pues en condiciones anaerobias es termodinámicamente inestable.
- **Acetogénesis**

Rivera (2010) refiere que en esta fase, la degradación de ácidos orgánicos a acetato, es un proceso de oxidación sin un aceptor interno de electrones, por lo cual se necesitan organismos que oxidan los ácidos orgánicos para utilizar un aceptor de electrones adicional como el ion hidrógeno o el CO₂, y estos son consumidos por organismos metanogénicas. El pH se encuentra en la zona acida 6,6 y 6,8.

Según Rivera (2010) la oxidación del acetato en condiciones mesófilas se incrementa conforme aumenta la concentración de sales, principalmente amoníaco y ácidos grasos volátiles. Martí (2006) argumenta que uno de los principales inhibidores de esta fase es la acumulación de hidrógeno molecular porque provoca la acumulación rápida de sustratos.

Al respecto, las metanogénicas hidrogenotróficas juegan un rol crucial en la eliminación constante de H_2 y produciendo metano para hacer energéticamente posible la oxidación por organismos consumidores de H_2 . Así, la asociación entre oxidadores de sustrato y metanógenos consumidores de H_2 es indispensable para sostener el proceso completo de degradación anaeróbica. (Rivera, 2010, p.48)

- **Metanogénica**

Según Martí (2006) los microorganismos metanogénicas mediante la formación de metano a partir de sustratos monocarbonados como el acetato, H_2/CO_2 , formato, metanol y algunas metilaminas completan el proceso de digestión anaerobia. Se establece dos grupos de microorganismos en función al sustrato principal que metabolizan: *hidrogenotróficos* quienes consumen H_2/CO_2 y fórmico y los *acetoclasticos*, consumen acetato, metanol y algunas aminas.

Se ha demostrado que el 70% del metano producido en reactores anaeróbicos se forma a partir de acetato, Martí (2006) establece que solo dos géneros que tienen especies acetotróficas pueden utilizar acetato y son *Methanosarcina* y *Methanothrix*. El pH se encuentra entre 6,9 a 7,4.

En la tabla 2 se compara las propiedades de las dos fases principales la Acidogénica y Metanogénica para lograr comprender el equilibrio y funcionamiento óptimo de un biodigestor. (Hilbert, 2006, p.36).

Tabla 2. Comparación de las propiedades de la fase Acidogénica y Metanogénica

FASE ACIDOGENICA	FASE METANOGENICA
<ul style="list-style-type: none"> - Bacterias facultativas (pueden vivir en presencia de bajos contenidos de oxígeno). - Reproducción muy rápida (alta tasa reproductiva) - Poco sensibles a los cambios de acidez y temperatura. - Principales metabolitos, ácidos orgánicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bacterias anaeróbicas estrictas (No pueden vivir en presencia de oxígeno). - Reproducción lenta (baja tasa reproductiva). - Muy sensibles a los cambios de acidez y temperatura. - Principales productos finales, metano y dióxido de carbono

Como se observa en la tabla 2, la fase metanogénica tiene una lenta velocidad de recuperación de las bacterias metanogénicas, la estabilización de un digestor "agriado" será muy lenta, de allí la importancia del cuidado de los parámetros que influyen en el proceso. (Hilbert, 2006, p.36).

2.2.1.3. Condiciones del proceso anaerobio

En el proceso de tratamiento anaerobio de la materia orgánica, se requiere de las siguientes condiciones:

- **pH:** Este parámetro determina la inhibición o toxicidad de las bacterias metanogénicas, ocurriendo esta patología cuando es inferior a 6. Un adecuado funcionamiento se presentará con un pH en el biodigestor entre 6,5 y 7,5. (Vargas, 2006, p.18).
- **Temperatura:** Un adecuado funcionamiento del biodigestor para cada ambiente, recomienda los siguientes rangos de temperatura: 0 – 20 °C para el ambiente psicrófilo; 20 – 45°C para el ambiente mesófilo; y 45 – 97 °C para el ambiente termófilo (Alcayaga *et al.*, 1999). Según Vargas (2006) las bacterias que crecen en cada uno de estos ambientes son organismos diferentes. Guevara (1996) sugiere controlar la temperatura, para aumentar la eficiencia, usando serpentines de agua caliente dentro del digestor, con el objetivo de aumentar la temperatura del efluente.
- **Tiempo de retención:** El tiempo de retención es definido como el periodo de tiempo que permanece la materia orgánica dentro del sistema para alcanzar la degradación. El tiempo de retención está directamente relacionado con la temperatura ambiente y en condiciones óptimas del

proceso, con una temperatura de 30 °C, el tiempo de retención (Tr) debería ser de 20 días; sin embargo, algunos autores han sugerido para cada ambiente los respectivos tiempos de retención, que comúnmente se presentan en biodigestores, debido a la variación de la temperatura, la cual es difícil de controlar como se muestra en la tabla 3. (Olaya, 2006, p.77).

Tabla 3. Tiempo de retención

Ambiente	Tiempo de retención (Días)
Psicofísico	> 40
Mesofílico	10 – 40
Termofílico	< 10

- **Relación C/N:** La relación C/N influye sobre la producción de biogás, siendo la relación adecuada entre 20:1 y 30:1. (Alcayaga *et al.*, 1999, p.133)
- **Amoniaco:** Para un correcto funcionamiento del biodigestor, los niveles dentro del sistema deben mantenerse por debajo de los 2000 mg/l. (Álvarez *et al.*, s.f, p.53).

2.2.2. Abonos Orgánicos

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas. (Borrero, s.f, p.12).

2.2.2.1. Importancia de los abonos orgánicos

Según FONCODES (2014), los abonos orgánicos son importantes por lo siguiente:

- Mejoran la producción de los cultivos en cantidad y calidad.
- Incrementan la materia orgánica del suelo, y reponen los elementos químicos que alimentan las plantas, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, entre otros.
- Fomenta la vida en el suelo, promoviendo la actividad microbiológica y generando la formación de nutrientes disponibles para las plantas.
- Mejora la estructura del suelo, lo hace más suelto, favoreciendo la presencia del aire, lo que ayuda a las raíces de las plantas y a la infiltración del agua.
- Mejora la retención del agua, actúa como una esponja, y facilita la absorción del agua y los nutrientes por las plantas.
- Ayuda a controlar enfermedades presentes en el suelo y aumenta la capacidad de resistencia de las plantas contra las plagas, enfermedades y eventos climáticos extremos.
- Frente a fertilizantes sintéticos, los abonos orgánicos se mantienen más tiempo en el suelo porque la materia orgánica se descompone lentamente.
- Mejora la salud de las plantas, de los animales, de las personas y del planeta.
- Se utilizan materiales que se encuentran en las chacras tales como: estiércol de animales (vacunos, cuy, ovinos, cerdos, etc.); residuos de cosechas, restos de frutas, moliendas, hojas y ramas (de las podas de los árboles y cercos vivos), reduciendo los costos de producción.

2.2.2.2. Situación actual de los abonos orgánicos en el Perú

Al 2014 el mercado de los abonos orgánicos en el Perú generó US\$ 200 millones anuales, y se estima que su demanda es de 8.6 millones de toneladas al año; además se proyecta que la agro-exportación peruana superará los US\$ 10 billones en el 2020. Según los resultados del VI Censo Nacional Agropecuario, de los 5'476'977 de Ha. de superficie agrícola que existen en el Perú, 18% corresponden a una extensión aproximada de 1 millón de hectáreas,

catalogada como área mejorable, es decir que su suelo debe ser enriquecido con fertilizantes. Ministerio de Agricultura (MINAGRI, 2014)

Según INIA (2013) en el Perú el número total de productores agropecuarios que utilizan algún tipo de abono orgánico es de 1, 370 000; el cual representa el 62% del total de productores agropecuarios. Lo cual es indicativo del potencial agropecuario en el país, especialmente en zonas alto andinas. (MINAGRI, 2010, p.127).

2.2.3. Fertilización orgánica

Los abonos orgánicos de origen animal constituyen el enfoque tradicional de las prácticas de fertilización orgánica, constituyendo una de las mejores formas para elevar la actividad biológica de los suelos, además sostiene que los residuos orgánicos son atacados, transformados y descompuestos por la mesofauna del suelo, así como por microorganismos, quienes llevan a cabo la descomposición de la materia orgánica, produciendo anhídrido carbónico, agua, nitrógeno en forma amoniacal y nítrica, proceso denominado “mineralización”.

Los fertilizantes orgánicos son la base fundamental de la agricultura orgánica, existe una gran diversidad de este tipo de fertilizantes, pero los más conocidos son los estiércoles y purines de diferentes animales y el compost de residuos orgánicos, en principio, estos fertilizantes disponen de la mayoría de nutrimentos necesarios para el crecimiento de los cultivos, pero en algunos casos presentan un desequilibrio en nitrógeno, fósforo y potasio en relación a las necesidades de los cultivos. Otro de los aspectos negativos de los fertilizantes orgánicos es la pérdida de nutrimentos, sobre todo nitrógeno, que se puede producir durante su almacenaje, manipulación y aplicación. (Jácome, 2015, p.32).

2.2.4. La fertilidad del suelo

Es una cualidad que se deriva de la interrelación de las propiedades físicas, químicas, y biológicas del suelo, y que a la vez es influenciada por las prácticas de manejo que se realizan en él. La fertilidad se relaciona con la capacidad que tiene el suelo de suministrar los nutrientes esenciales y condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las praderas y/o cultivos. (Martínez & Gallardo, 2017, p.137).

2.2.5. Clasificación de los nutrientes del suelo

Para determinar si un suelo presenta un adecuado suministro de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas se evalúa su fertilidad química a través del análisis de suelo. Existen dieciséis elementos esenciales para la nutrición y correcto desarrollo de las plantas, sin los cuales no pueden completar su ciclo vegetativo ya que su deficiencia afecta sus procesos fisiológicos.

Las deficiencias (o excesos) de estos nutrientes esenciales afectan el desarrollo de las plantas y disminuye su capacidad de resistencia a plagas, enfermedades y diversos tipos de estrés (hídrico, etc.). Según Martínez & Gallardo (2017) estos elementos se dividen en dos grandes grupos, los macronutrientes y micronutrientes:

- **Macronutrientes:** Son requeridos por las plantas en proporciones mayores. Pueden derivarse del agua y dióxido de carbono, como el carbono (C), hidrógeno (H), y oxígeno (O); del material inorgánico suelo como el calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K); de material orgánico del suelo como el nitrógeno (N); y de materiales inorgánico y orgánicos del suelo como el fósforo (P) y el azufre (S).
- **Micronutrientes:** Son requeridos por las plantas en pequeñas proporciones. Estos son: boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn).

Los elementos no minerales como el carbono (C), hidrógeno (H) y el oxígeno (O) son encontrados en la atmósfera y en el agua, siendo captados por las hojas ya que participan en la fotosíntesis.

Por otra parte Martínez & Gallardo (2017) añade que los elementos minerales pueden dividirse en macronutrientes primarios, macronutrientes secundarios y micronutrientes:

- Los primarios (nitrógeno -N-, fósforo -P- y potasio -K-) son los primeros en presentar limitaciones en el suelo, ya que las plantas los requieren en mayores proporciones, siendo los más importantes para el desarrollo de las mismas. Su carencia en la planta se manifiesta primero que la de los demás elementos.

- Los elementos secundarios son el calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S); estos al igual que los micronutrientes se requieren en cantidades menores, siendo menos deficitarios en el suelo.

Es importante resaltar que tanto los nutrientes primarios, secundarios como los micronutrientes son necesarios para mantener una adecuada fertilidad del suelo.

Las plantas pueden captar y absorber los nutrientes contenidos en aire y suelo a través de sus hojas y raíces. En el suelo estos nutrientes se derivan principalmente de rocas madre (material parental) que han sido desgastadas por el proceso de meteorización, dejándolos en forma más disponibles para las plantas. Estos compuestos al entrar en contacto con el agua del suelo se disocian en cationes (iones positivos) y aniones (iones negativos), quedando libres o siendo adsorbidos por los coloides del suelo (micro partículas de materia orgánico o humus). Sin embargo, es necesario resaltar que solo una pequeña porción de cada nutriente en el suelo se encuentra disponible para las plantas (2-4%), mientras que el resto se encuentra en forma no disponible, asociados a la fracción mineral y orgánica del suelo (96-98%). (Martínez & Gallardo, 2017, p.137).

2.2.6. Biofertilizantes líquidos

Según Arana (2011), estos también son denominados como biol abono líquido, es un tipo de abono orgánico que es producto de la fermentación anaeróbica de materiales orgánicos provenientes de animales y vegetales, como estiércol o restos vegetales. Esta degradación se lleva a cabo en depósitos herméticamente cerrados que tienen el nombre de biodigestores. (Peralta, 2010, p.27)

El biol es una fuente orgánica de fitoreguladores que a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas. Influye sobre actividades agronómicas como el enraizado (aumentando y fortaleciendo la base radicular), acción sobre el follaje (ampliando la base foliar), mejora la floración y el poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de la cosecha. (Susquilanda, 1995, p.254).

2.2.7. Biol

El biol es un abono foliar orgánico líquido, preparado a base de estiércol fresco y otros ingredientes orgánicos, los cuales son fermentados en recipientes herméticamente cerrados, donde no debe ingresar aire. El biol por lo general se aplica al follaje (hojas y tallos) de las plantas. FONCODES (2014).

Tabla 4. Composición química de los Bioles

Nutrientes	Composición química de los bioles		
	Biol de estiércol de vaca(1)	Biol de estiércol de cuy(2)	Biol de estiércol de gallinaza(3)
N mg/l	1094	980	1700
P mg/l	225	121	3800
K mg/l	2930	6760	5200
Ca mg/l	1132	220.4	3500
Mg mg/l	544	53.4	1200
Na mg/l	922	542	-

Fuente:

- (1) Biol de estiércol de vaca, proporción excretas y agua de 1/4, (Bucheli , 2014).
- (2) Biol Casa Blanca de estiércol de cuy, (Roman, 2012).
- (3) Avibiol (Salam- La Calera) biol de gallinaza, (Carhuancho, 2012).

2.2.7.1. Utilidad del Biol

El biol estimula el crecimiento de las plantas y permite la protección contra las plagas y enfermedades, además ayuda a mantener el vigor de las plantas y soportar eventos extremos del clima. Es especialmente útil, luego de heladas y granizadas. FONCODES (2014).

2.2.7.2. Ventajas del Biol

Según FONCODES (2014), las ventajas del biol son:

- ✓ No contamina el suelo, el agua, el aire, ni los cultivos.
- ✓ Es de fácil preparación y puede adecuarse a diversos tipos de envase.
- ✓ Es de bajo costo, se produce en la misma parcela y emplea insumos que encontramos en la chacra.
- ✓ Permite incrementar la producción.
- ✓ Revitaliza las plantas que tienen estrés, por el ataque de plagas y enfermedades, sequías, heladas o granizadas, si aplicamos en el momento adecuado. Tiene sustancias (fitohormonas) que aceleran el crecimiento de la planta.

2.2.7.3. Desventajas del Biol

Según FONCODES (2014), las desventajas del biol son:

- ✓ No contar con insumos para su preparación.
- ✓ Su preparación es lenta, demora entre 3 a 4 meses, dependerá de la temperatura del ambiente, por lo que se debe planificar su producción antes del inicio de la campaña agrícola.
- ✓ Necesita un ambiente oscuro y fresco para el almacenaje, de lo contrario perderá sus propiedades biológicas y nutritivas.
- ✓ Sólo se puede usar entre 3 a 6 meses de su cosecha, después disminuye sus propiedades.
- ✓ Se necesita contar con una mochila para su aplicación.
- ✓ El mal manejo durante su aplicación puede quemar las plantas.

2.2.7.4. Aplicación del Biol

El biol se aplica preferentemente a las hojas y tallo mezclado con agua, el aplicarlo solo es muy fuerte y puede quemar las plantas. También puede aplicarse directamente al cuello de la raíz y al suelo.

La proporción de biol en relación al agua va del 5% al 25%. Para una mochila de 15 litros se puede usar desde 1 hasta 3 litros de biol aproximadamente; dependerá del tipo de cultivo, su estado de crecimiento y de la época de aplicación ver tabla 5. (Claros *et al*, 2010, p.44).

Se usa una mochila fumigadora y de preferencia en las primeras horas de la mañana o en la tarde.

Tabla 5. Dosis de biol recomendadas para aplicación

Cultivo	Dosis para mochila de 15 litros (litros)	Agua (litros)	Intervalo de aplicación (días)
Frutales <i>Durazno, ciruelos, otros.</i>	2 a 3	13 a 12	10 a 15
Leguminosas <i>Haba, arveja, alfalfa, otros.</i>	1,5 a 2	13,5 a 13	15
Tubérculos <i>Papa, olluco, oca, otros.</i>	2 a 3	13 a 12	10 a 15
Hortalizas <i>Zanahoria, cebolla, rábano, otros.</i>	1,5	13,5	10
Cereales <i>Trigo, cebada, avena, otros</i>	3	12	15
Maíz	2	13	10

Fuente: "Manual de Elaboración de productos naturales para la fertilidad de suelos y control de plagas y enfermedades". AGRUCO

2.2.8. Cenizas de fibra de palma

Producto resultante de la combustión de la mezcla de fibra y cuesco en la caldera de las plantas de beneficio. El uso de las cenizas en el sector palmero se ha enfocado a la aplicación directa en el suelo de las plantaciones y a complementar los procesos de producción de compost, por sus importantes contenidos de potasio. Por cada tonelada de racimo de fruta fresca procesado, se obtienen entre 4 y 6 kg de ceniza, cuya estructura es granular y porosa, de tamaño fino en su mayor parte, pero también se encuentran partículas grandes. (Garzón *et al.*, 2011, p.74).



Figura 1. Cenizas de fibra

2.2.8.1. Caracterización

Debido a su notable contenido de potasio y en menor proporción de nitrógeno, fósforo, magnesio y calcio, se podría utilizar como fertilizante. En estudios realizados por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos, se encontró que los límites de lixiviación de cadmio, plomo, cobre y níquel son de 1, 5, 100 y 100 mg/l, respectivamente.

Yang Yin (2008), indica que estos indicadores hace referencia a que la ceniza no es tóxica en términos de metales pesados lixiviables, ya que sus concentraciones son inferiores a 0,2 mg/l. Las cenizas tienen un efecto encalante e históricamente se han usado para mejorar suelos en extremo ácidos (no solo en palma). La composición nutricional de la ceniza encontrada en 10 plantas de beneficio de Malasia se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Composición de ceniza en base seca.

Elementos nutricionales	Porcentaje (%)
Potasio	1,02 - 4,31
Calcio	0,39 - 3,24
Magnesio	0,29 - 2,60
Fósforo	0,28 - 1,33
Nitrógeno	trazas

Fuente: Rusnani Abd (1999).

2.2.8.2. Recomendaciones para el aprovechamiento de la ceniza.

(Garzón *et al.*, 2011) recomienda lo siguiente:

- Al retirar la ceniza del hogar de la caldera, del ciclón o multiciclones: Realizar una aspersión con agua para facilitar su manejo y no permitir su dispersión en el ambiente.
- Recolección y almacenamiento: Colectar la ceniza junto a la caldera en recipientes que impidan su derrame dentro de la planta de beneficio. En caso de ser necesaria la acumulación de ceniza en la planta de beneficio, almacenarla en un lugar cerrado donde se evite que las lluvias o el viento puedan arrastrarla (se recomienda una zona con piso impermeable y techo).
- Determinación porcentual de la relación másica: Pesar la ceniza producida en la planta y posteriormente transportarla en vagones o contenedores cubiertos hasta la parcela o lote para su aplicación.
- Dosis y aplicación: Después de tener el plan de aplicación de cenizas conforme a un programa de complementación de la fertilización del cultivo, se recomienda priorizar suelos ácidos con valores de pH menores de 5,5 en áreas para siembras nuevas y de renovación, en las cuales las dosis oscilan entre 1 y 2 t/ha. Para aplicación localizada de ceniza en palmas con déficit de potasio y magnesio se recomiendan dosis de 1-3 kg por palma aplicada en toda el área del plato, sin que entre en contacto directo con los tejidos vegetales. Incorporar la ceniza al suelo en las calles de palera mediante la utilización de una rastra muy superficial que permita el contacto de la ceniza con el suelo para un mayor aprovechamiento. Es posible utilizar la ceniza en palmas de vivero como suplemento nutricional.

2.2.8.3. Usos y beneficios de las cenizas en los cultivos.

En la actualidad, la ceniza procedente de la incineración de la fibra y el cuesco en las calderas de las plantas de beneficio se utiliza como fuente de fertilizante para ser distribuidas en el cultivo de palma de aceite, por su alto contenido de potasio, calcio, magnesio y fósforo. (Yang Yin, 2008, p.83).

En estudios consultados se encuentra que la ceniza es usada como reemplazo de cemento, hormigón, aditivos, absorbente de gases contaminantes, absorbente de metales pesados y para pulimiento de efluentes de las plantas de beneficio de aceite de palma. (Yang Yin, 2008, p.83).

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Calcio**

El calcio es uno de los elementos nutritivos más importantes en la determinación de la calidad de los frutos y tiene un rol fundamental en los aspectos de conservación de los mismos ya que es un componente importante en la pared celular. En general la acumulación del nutriente se da sólo en la primera fase de crecimiento del fruto, por lo que es relevante asegurar un suministro adecuado en dicha etapa. (Docampo & Silva, s.f, p.219).

Si bien en general los suelos no presentan problemas para el suministro de este nutriente, la demanda es muy concentrada y la absorción y movilidad del Ca en la planta está muy condicionada tanto por las cantidades presentes, como por el nivel de humedad del suelo y la demanda atmosférica. Por ello, en general, es necesario suplementar vía foliar la disponibilidad y estar atento a las dificultades que se pueden presentar, como ya fue señalado para el K, por los desbalances en la planta o en el suelo entre calcio, potasio y magnesio. (Docampo & Silva, s.f, p.219).

- **Cobre**

Activa las enzimas y muchas veces forma parte de ella, protege las plantas participando en la formación de la vitamina C, participa en el metabolismo de las plantas, ayuda a que el nitrógeno se fije bien en las plantas, regula la transpiración de la planta ya que equilibra los bioelementos.

Sin embargo la función más importante y que muchos desconocen es la de protección contra plagas y enfermedades ¿Cómo? Se forma lignina que funciona como una barrera que detiene la entrada de agentes patógenos y al producir algunas sustancias melanóticas se incrementa la resistencia inmunitaria de las plantas. Es por ello que en las proporciones adecuadas es esencial para conservar la salud de las plantas. (FLor de planta, 2012, p.7).

- **Fósforo**

Si bien el fósforo es requerido en menores cantidades que otros macronutrientes, se debe dar especial atención a este nutriente dado los

relevantes roles fisiológicos que cumple (principalmente en el ciclo energético) y la inmovilidad que posee en el suelo. En función de esta característica, es fundamental determinar previo a la plantación el potencial de suministro de P por el suelo y establecer las medidas correctivas necesarias para su suministro en el largo plazo. (Docampo & Silva, s.f, p.218).

- **Hierro**

El hierro es un constituyente de varias enzimas y algunos pigmentos; ayuda a reducir los nitratos y sulfatos y a la producción de energía dentro de la planta. Aunque el hierro no se usa en las síntesis de la clorofila (el pigmento verde de las hojas), es esencial para su formación. Esto explica porque la deficiencia de hierro manifiesta clorosis en las hojas nuevas. (Agriculturers, 2017, p.11).

- **Magnesio**

Ser constituyente de la molécula de clorofila por sí sólo marca la esencialidad e importancia del elemento, pero a ello se deben sumar una importante serie de roles metabólicos. (Docampo & Silva, s.f, p.219).

Si los frutales de hoja caduca tienen un suministro escaso de Mg, los frutos quedarán pequeños. (Docampo & Silva, s.f, p.219).

- **Manganeso**

El manganeso también está relacionado con la fotosíntesis, actuando durante el proceso de liberación de oxígeno. (Noriega, 2011, p.37).

Los síntomas de deficiencia de manganeso varían bastante de unas especies a otras, pero el más frecuente es una clorosis intervenal, pudiendo también aparecer manchas necróticas en las hojas. Generalmente los síntomas suelen aparecer primero en las hojas más jóvenes, aunque también se dan casos de aparición anterior en las hojas viejas. (Noriega, 2011, p.37).

En este elemento al igual que el hierro suelen ser deficientes los suelos calizos. Cuando el manganeso se encuentra en concentraciones elevadas puede inducir una deficiencia de hierro, debido a los efectos competitivos que se establecen entre ambos. (Noriega, 2011, p.37).

- **Nitrógeno**

Es el elemento de mayor contribución al crecimiento de las plantas, derivando en un impacto positivo a nivel productivo. Por lo tanto se debe asegurar su suministro en tiempo y forma. (Docampo & Silva, s.f, p.218)

De acuerdo con Gratacós (2008) la mayor parte del nitrógeno necesario para la primera etapa de crecimiento proviene de las reservas. La mayor reserva de N se da en las ramas de estructura, siguiéndole aquel aportado por las raíces, los brotes nuevos y el tronco. En las etapas siguientes como crecimiento de ramas y desarrollo de fruto, el suministro principal de N proviene de la absorción desde el suelo.

- **Potasio**

El potasio se acumula principalmente en los tejidos de los frutos, por lo que su deficiencia puede determinar una reducción en el tamaño de los mismos y por consiguiente, del rendimiento.

(Docampo & Silva, s.f, p.218).

- **Zinc**

Está relacionado directamente con el crecimiento vegetal debido a su participación en la biosíntesis de algunas fitohormonas, las auxinas. Las plantas deficientes en zinc presentan bajos niveles de ácido indolacético. También interviene como activador de diversas enzimas. Su deficiencia también inhibe la síntesis de proteínas.

(Noriega, 2011, p.36).

Los primeros síntomas corresponden a una clorosis localizada entre los nervios de las hojas más viejas, que se suelen iniciar en el ápice y en los bordes. Se produce un retardo en el crecimiento que se manifiesta en forma de hojas más pequeñas y entrenudos más cortos. El aspecto irregular de las hojas es quizás el síntoma más fácil de reconocer. En casos extremos, la floración y el fructificación son frecuentemente afectados. La planta entera adquiere un aspecto achaparrado. Las deficiencias de zinc se presentan fundamentalmente en suelos calizos, debido a que el zinc solo es soluble a pH ácido. (Noriega, 2011, p.36).

La deficiencia del zinc se presenta en hojas nuevas pequeñas, angostas, deformes, con clorosis intervenal, con manchas color marrón grisáceo o bronceadas en hojas de crecimiento intermedio. (Noriega, 2011, p.36).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se utilizó es de investigación experimental.

Es experimental porque consistió en evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de cenizas en palma aceitera en el Biol generado en la PTARI de OLAMSA, mediante 3 prototipos de biodigestores de 3 litros con tres tratamientos distintos: 2,4 l de Biol y 0 g de cenizas de palma aceitera; 2,4 l de Biol y 100 g de cenizas de palma aceitera; 2,4 l de Biol y 200 g de cenizas de palma aceitera. La ceniza de palma aceitera se utilizó para aportar mayor proporción de macro y micro nutrientes al Biol generado en la PTARI de Olamsa.

3.1.1. Diseño de investigación

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), ya que la cantidad de Biol fueron iguales para todos los tratamientos; siendo el componente que puso todas las variabilidades, la ceniza de palma aceitera.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Para el estudio se consideró la generación de 47,04 Tn de cenizas de palma aceitera y de 460 m³ de Biol generado en la PTARI al día en la planta extractora de aceite crudo de palma C.F.B Km 59.800 de Oleaginosas Amazónicas S.A.

3.2.2. Muestra

La muestra es la cantidad de insumos que fue objeto de estudio, es 900 g de cenizas de palma aceitera y 21,6 litros de Biol generado en la PTARI de Olamsa.

La muestra está compuesta por los volúmenes de insumos utilizados en los tres tratamientos con tres repeticiones: Tratamiento 0 (T₀) 2,4 litros de Biol generado en la PTARI de Olamsa + 0 g de cenizas de palma aceitera; Tratamiento 1 (T₁) 2,4 litros de Biol generado en la PTARI de Olamsa + 100 g de cenizas de palma aceitera; Tratamiento 2 (T₂) 2,4 litros de Biol generado en la PTARI de Olamsa + 200 g de cenizas de palma aceitera.

3.3. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Los procedimientos de recolección de datos se describen a continuación:

3.3.1. Identificación del punto de muestreo

Los puntos de muestreo se identificaron en la planta extractora de aceite crudo de palma C.F.B. Km 59.800 de Oleaginosas Amazónicas S.A, las cenizas de palma aceitera se obtuvo del caldero que suministra vapor en el proceso de extracción de aceite crudo de palma y el Biol se obtuvo del rebose del biodigestor de la PTARI.

3.3.2. Toma de muestra de la ceniza de palma aceitera

Las cenizas provienen de la fibra extraída de la pepa de racimo de fruto fresco de palma aceitera.

Las cenizas se extrajeron del caldero y luego se dejó reposar para que estas sean enfriadas a temperatura ambiente, una vez fría se tomó 1 kg de cenizas para la instalación de los tratamientos.



Figura 2. Muestreo de cenizas de palma aceitera

3.3.3. Toma de muestra del Biol

El Biol proviene de los efluentes emitidos por la planta extractora, estos pasan por un proceso biológico anaerobio a través de un biodigestor de 13 mil m³ de capacidad.

Para la instalación de los tratamientos de la investigación, se muestreó 22 litros de Biol ubicados en el rebose del biodigestor.



Figura 3. Toma de muestra de Biol

3.3.4. Instalación de tratamientos

Para la instalación de los tratamientos se acondicionó recipientes de plástico para la simulación de biodigestores. A los recipientes de plástico de tapa rosca se los pintó con pintura negra esmalte para la protección de la acción de los rayos ultravioleta, luego para asegurar un mayor control hermético se tuvo que adherir teflón a la boca del recipiente.

Para la emisión de los gases generados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica a la tapa se perforó un agujero para la instalación de una manguera transparente asegurando con silicona para evitar la fuga de gases. Al extremo se instaló una botella de plástico de 500 ml con agua para verificar la presencia de gases.



Figura 4. Instalación de tratamientos

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

- **Análisis de laboratorio:** Técnica que permitió recolectar datos directos de las muestras con respecto a los parámetros evaluados.

3.4.2. Instrumentos

- Balanza digital.
- 9 Recipientes de plástico de 3 l.

- 5 m de manguera de presión transparente.
- 9 Botellas de plástico de 500 ml.
- 9 frascos de plástico con tapa hermética de 1 l.
- Silicona líquida.
- Agitador manual de madera.
- Guantes de nitrilo descartable.
- 4 Teflón.
- Rótulos.
- Plumón indeleble.
- Tablero de campo.
- Lapiceros.

3.5. PROCESAMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

El plan de análisis utilizó gráfico de barras de los resultados obtenidos del análisis de macro y micronutrientes de los tratamientos elaborados en la investigación.

La investigación cuenta con 3 tratamientos, distribuidos en 9 unidades experimentales. Según se aprecia en la tabla 7.

Tabla 7. Combinaciones de 3 tratamientos

TRATAMIENTOS	COMBINACIONES	REPETICIONES
T ₀	B ¹	3
T ₁	B ¹ C1 ²	3
T ₂	B ¹ C2 ³	3
TOTAL		9 Unidades experimentales

- (1) B : Biol generado en la PTARI Olamsa
 (2) C1: 100 g de Cenizas de palma aceitera.
 (3) C2: 200 g de Cenizas de palma aceitera.

En la tabla 8 se muestra los componentes de los tratamientos de acuerdo al diseño completamente aleatorio.

Tabla 8. Combinaciones de 3 tratamientos en el DCA

TRATAMIENTOS	Biol PTARI Olamsa	Cenizas de palma aceitera
Tratamiento 0 (T ₀)	2,4 l	0 g
Tratamiento 1 (T ₁)	2,4 l	100 g
Tratamiento 2 (T ₂)	2,4 l	200 g

- Tratamiento 0 (T₀): 2,4 litros de Biol generado en la PTARI de Olamsa + 0 g de cenizas de palma aceitera.

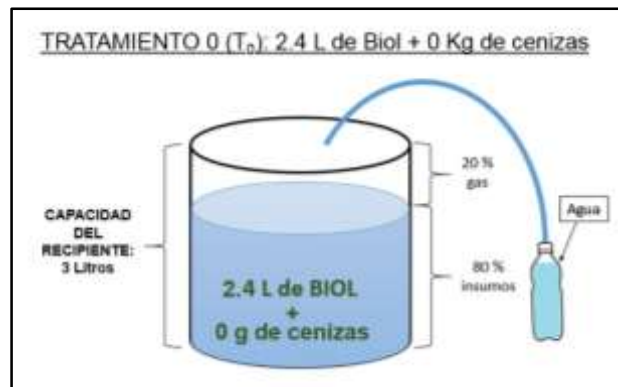


Figura 5. Tratamiento 0

- Tratamiento 1 (T₁): 2,4 litros de Biol generado en la PTARI de Olamsa + 100 g de cenizas de palma aceitera.

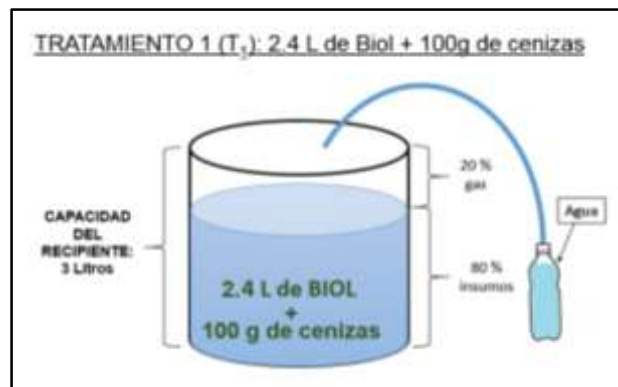


Figura 6. Tratamiento 1

- Tratamiento 2 (T₂): 2,4 litros de Biol generado en la PTARI de Olamsa + 200 g de cenizas de palma aceitera.

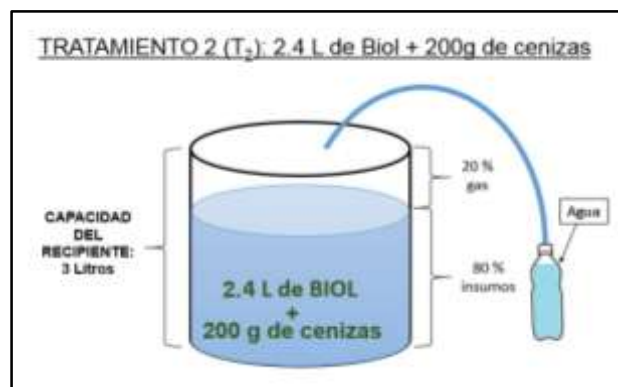


Figura 7. Tratamiento 2

3.6. TRATAMIENTO DE DATOS

Los datos fueron procesados en el programa IBM SPSS STATISTICS 23, mediante el cual fueron sometidos a un análisis de varianza para determinar las diferencias de medias entre los tratamientos realizados en la etapa de campo, con un porcentaje de probabilidad del 95%.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Macronutriente

- Nitrógeno

En la figura 8 se muestran los promedios del efecto de la concentración de Nitrógeno mediante la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en PTARI de Olamsa.

En la cual se puede observar que la aplicación de 200 g de cenizas de palma aceitera aportó en 196 mg/l de concentración de nitrógeno en el Biol generado en PTARI de Olamsa, mientras que la aplicación de 100 g de cenizas de palma aceitera solo aportó en 58,33 mg/l.

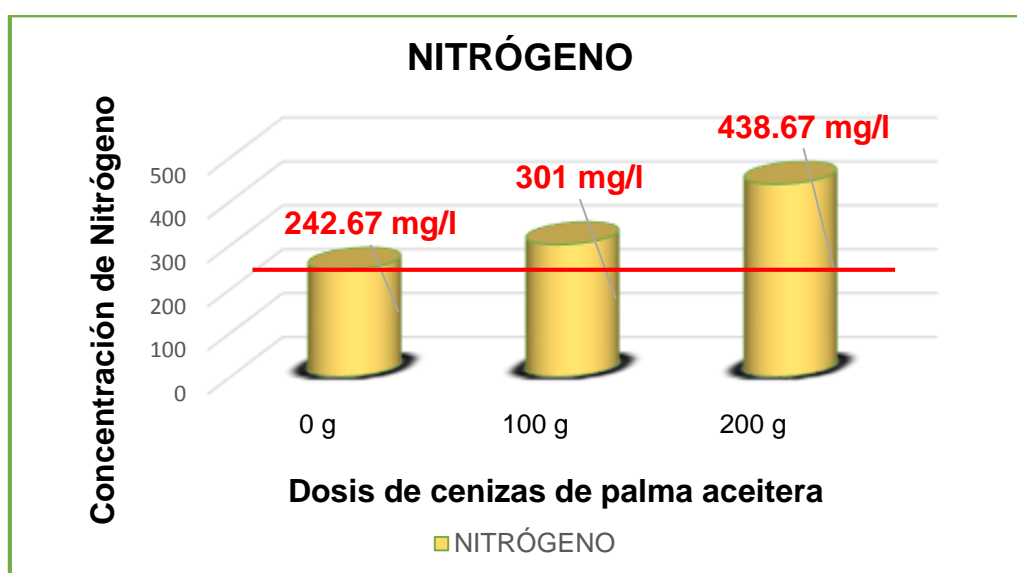


Figura 8. Efecto de la concentración de Nitrógeno con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa

- Fósforo

En la figura 9 se muestran los promedios del efecto de la concentración de Fósforo mediante la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en PTARI de Olamsa.

En la cual se puede observar que la aplicación de 200 g de cenizas de palma aceitera aportó en 7,33 mg/l de concentración de fósforo en el Biol generado en PTARI de Olamsa, mientras que la aplicación de 100 g de cenizas de palma aceitera solo aportó en 6,22 mg/l.

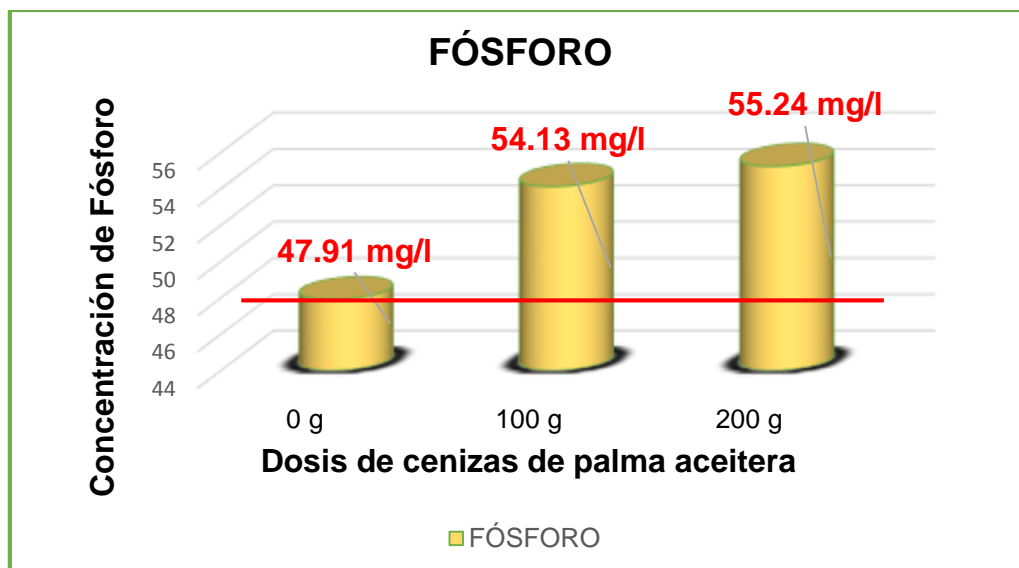


Figura 9. Efecto de la concentración de Fósforo con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa

- Potasio

En la figura 10 se muestran los promedios del efecto de la concentración de Potasio mediante la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en PTARI de Olamsa.

En la cual se puede observar que la aplicación de 100 g de cenizas de palma aceitera aportó en 271,66 mg/l de concentración de Potasio en el Biol generado en PTARI de Olamsa, mientras que la aplicación de 200 g de cenizas de palma aceitera solo aportó en 44,16 mg/l.

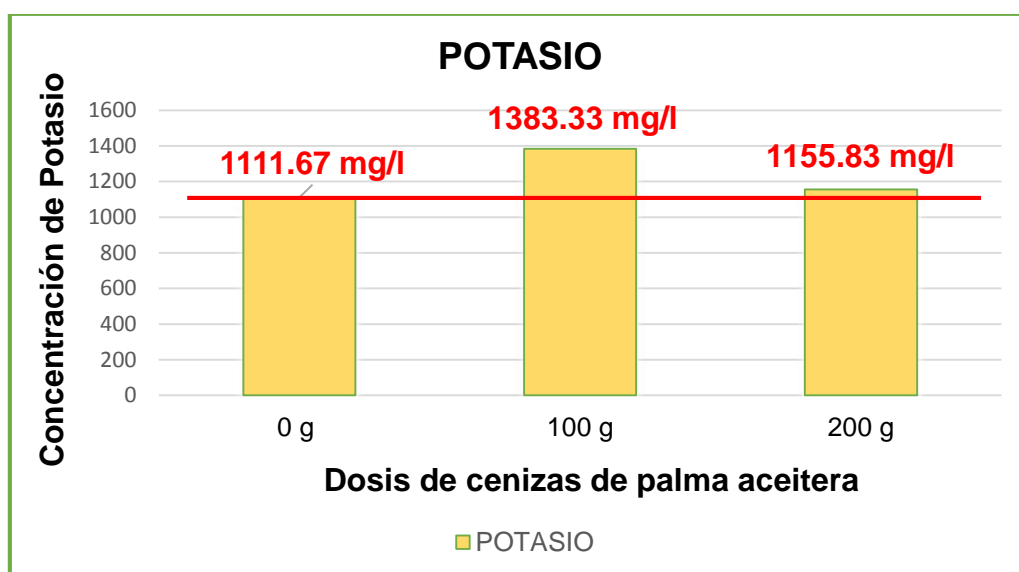


Figura 10. Efecto de la concentración de Potasio con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa

- Calcio

En la figura 11 se muestran los promedios del efecto de la concentración de Calcio mediante la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en PTARI de Olamsa.

En la cual se puede observar que solo la aplicación de 100 g de cenizas de palma aceitera aportó en la de concentración de Calcio en el Biol generado en PTARI de Olamsa con 40 mg/l.

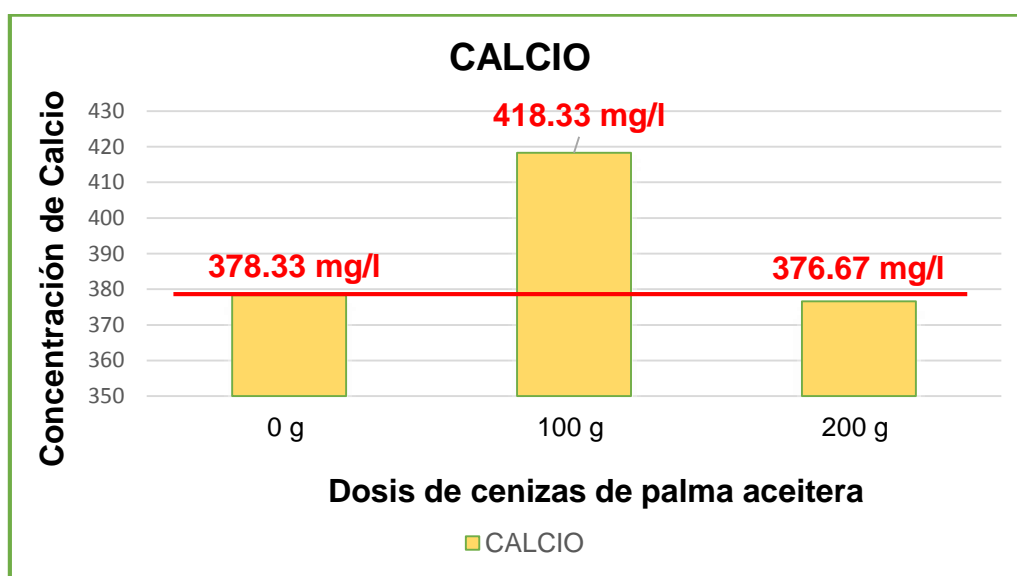


Figura 11. Efecto de la concentración de Calcio con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa

- Magnesio

En la figura 12 se muestran los promedios del efecto de la concentración de Magnesio mediante la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en PTARI de Olamsa.

En la cual se puede observar que la aplicación de 100 g de cenizas de palma aceitera aportó en 127,5 mg/l de concentración de Magnesio en el Biol generado en PTARI de Olamsa, mientras que la aplicación de 200 g de cenizas de palma aceitera solo aportó en 103,33 mg/l.

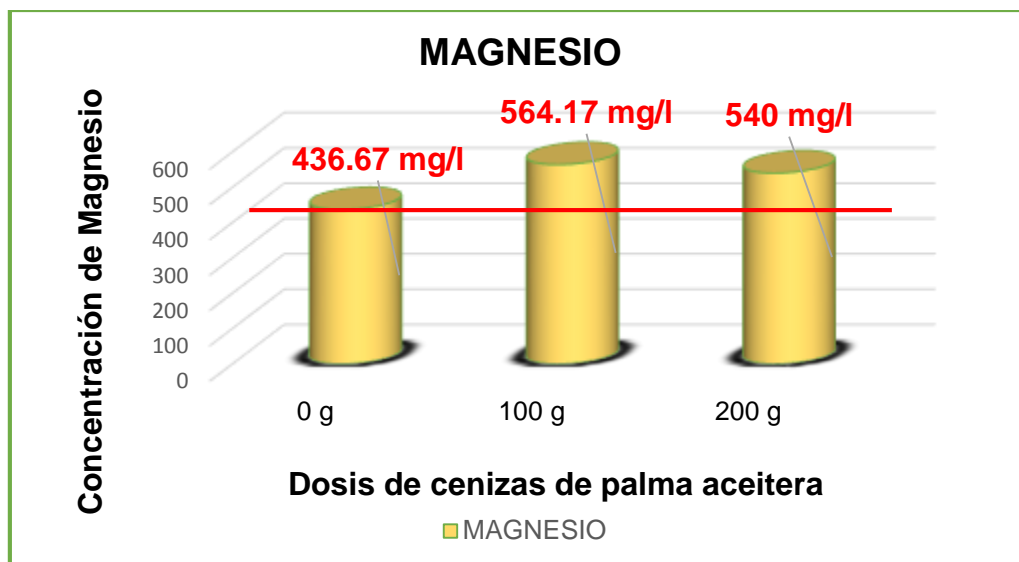


Figura 12. Efecto de la concentración de Magnesio con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa

4.1.2. Micronutriente

- Hierro

En la figura 13 se muestran los promedios del efecto de la concentración de Hierro mediante la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en PTARI de Olamsa.

En la cual se puede observar que la aplicación de 100 g de cenizas de palma aceitera aportó en 1,27 mg/l de concentración de Hierro en el Biol generado en PTARI de Olamsa, mientras que la aplicación de 200 g de cenizas de palma aceitera solo aportó en 0,91 mg/l.

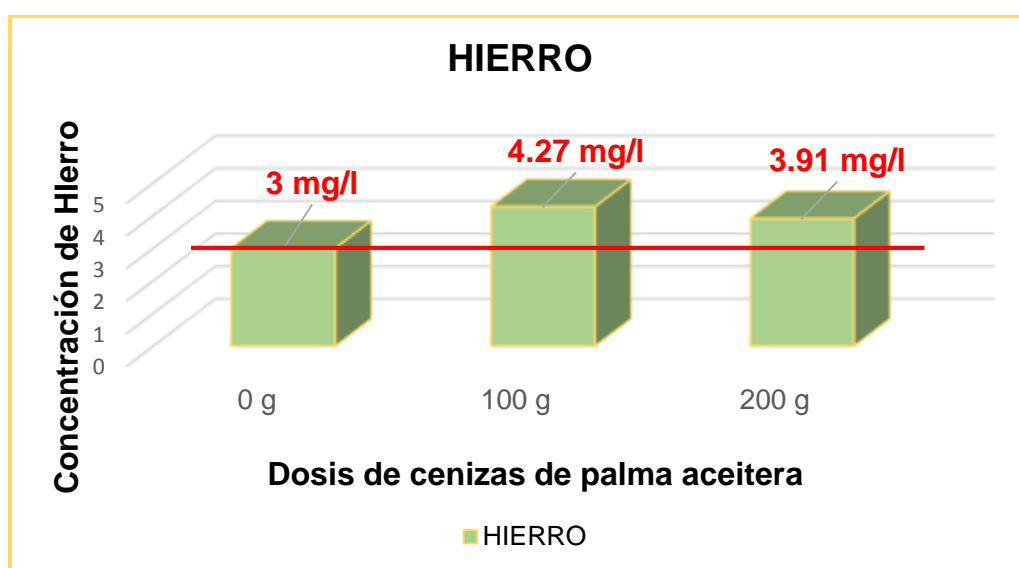


Figura 13. Efecto de la concentración de Hierro con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa

- **Cobre**

En la figura 14 se muestran los promedios del efecto de la concentración de Cobre mediante la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en PTARI de Olamsa.

En la cual se puede observar que la aplicación de 200 g de cenizas de palma aceitera aportó en 0,16 mg/l de concentración de Cobre en el Biol generado en PTARI de Olamsa, mientras que la aplicación de 100 g de cenizas de palma aceitera solo aportó en 0,9 mg/l.

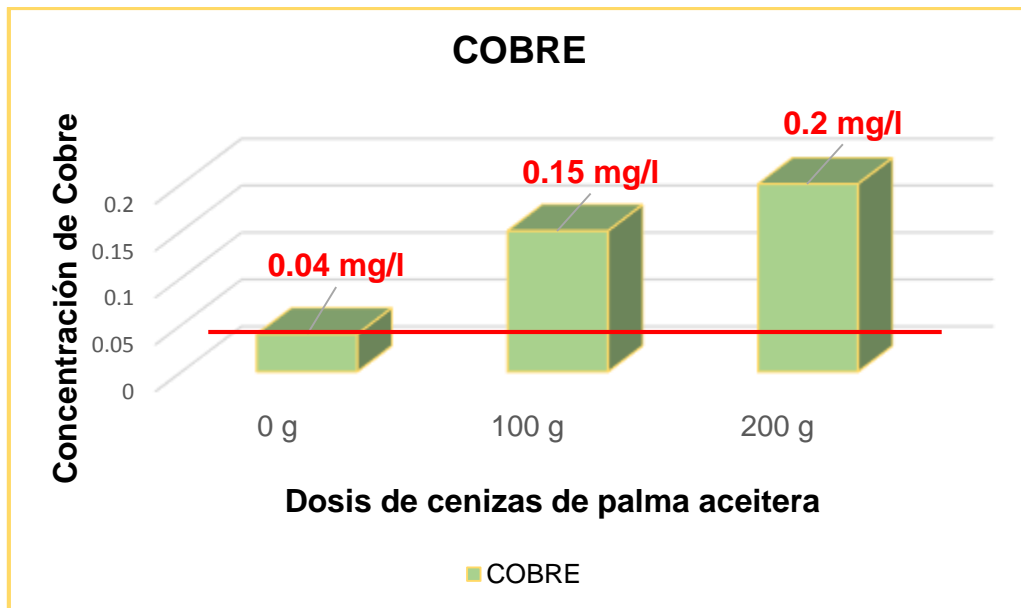


Figura 14. Efecto de la concentración de Cobre con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa

- **Zinc**

En la figura 15 se muestran los promedios del efecto de la concentración de Zinc mediante la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en PTARI de Olamsa.

En la cual se puede observar que ninguna de las dosis de cenizas de palma aceitera aportó concentraciones de Zinc en el Biol generado en PTARI de Olamsa.

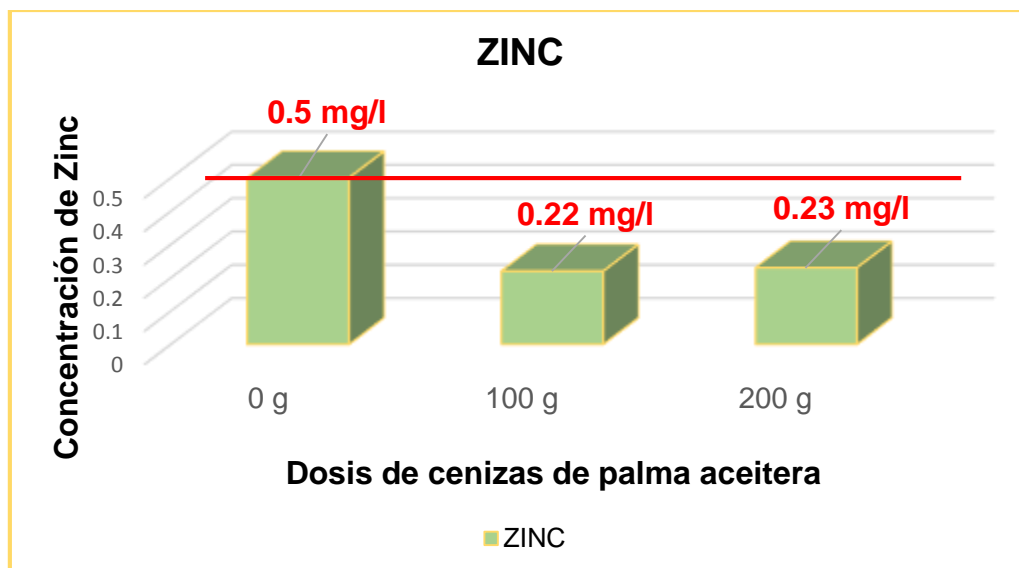


Figura 15. Efecto de la concentración de Zinc con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa

- **Manganeso**

En la figura 16 se muestran los promedios del efecto de la concentración de Manganeso mediante la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en PTARI de Olamsa.

En la cual se puede observar que la aplicación de 200 g de cenizas de palma aceitera aportó en 0,59 mg/l de concentración de Manganeso en el Biol generado en PTARI de Olamsa, mientras que la aplicación de 100 g de cenizas de palma aceitera solo aportó en 0,54 mg/l.

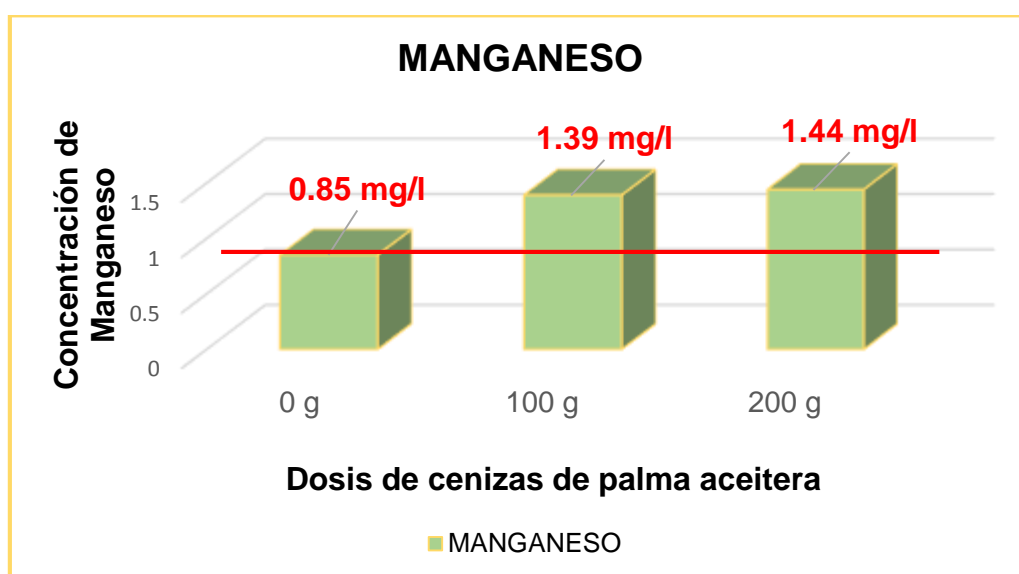


Figura 16. Efecto de la concentración de Manganeso con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTARI Olamsa

4.2. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se determinó el efecto de las concentraciones de macro y micro nutrientes mediante la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTRAI de Olamsa.

Según Yang Yin (2008) indica que las cenizas de palma aceitera contienen los siguientes elementos nutricionales como el Potasio, Calcio, Magnesio, y Fósforo, por lo que los resultados obtenidos en la investigación determinaron un mayor efecto en las concentraciones de estos elementos, eso quiere decir que las cenizas cumplieron un rol muy importante en aportar tales nutrientes en el Biol generado en la PTARI de Olamsa.

En la investigación se utilizó las cenizas de palma aceitera para enriquecer de nutrientes al Biol generado en la PTARI de Olamsa mediante la aplicación de tres tratamientos con diferentes dosis de cenizas siendo el Tratamiento 0 con 0 g, Tratamiento 1 con 100 g y Tratamiento 2 con 200 g, en la cual se obtuvo que tanto el Tratamiento 1 y 2 aportan mayores concentraciones de macro y micro nutrientes al Biol. Saavedra, K (2014) elaboró el trabajo de investigación “Concentraciones de eisenia foetida (lombriz roja californiana) y su efecto en la calidad de Biol” en Loreto, utilizando la lombriz roja californiana como un aporte nutricional de nutrientes al Biol mediante cuatro tratamientos siendo el Tratamiento 0 con el 0% de lombriz, Tratamiento 1 con 5% de lombriz, Tratamiento 2 con 10% de lombriz y el Tratamiento 3 con 15% de lombriz. Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación indicaron que a mayor concentración de lombrices de *Eisenia foetida* en la concentración de Biol los nutrientes se incrementan.

Brindar un aporte nutricional al Biol mediante insumos orgánicos, es una buena alternativa ambiental para enriquecer los fertilizantes orgánicos y de esa manera poder contribuir en la agricultura con productos naturales y así mitigar el uso de fertilizantes químicos.

A comparación con otros estudios referentes al Biol, Carhuancho (2012) determinó que el Biol a base de gallinaza en piso contiene las

siguientes características de macro y micro nutrientes N total 1813 mg/l, P total 164,76 mg/l, K total 2500 mg/l, Ca total 2534 mg/l, Mg total 460 mg/l, Fe total 101 mg/l, Cu total 0,82 mg/l, Zn total 3,92 mg/l y Mn total 10,7mg/l. Además FONCODES (2014) indica que la composición química del Biol de estiércol de gallinaza es N total 1700 mg/l, P total 3800 mg/l, K total 5200 mg/l, Ca total 3500 mg/l y Mg total 1200 mg/l siendo estas superiores a los resultados obtenidos en el presente estudio cuya composición química ascendió en N total 438,67 mg/l, P total 55,24 mg/l, K total 1383,33 mg/l, Ca total 418,33 mg/l, Mg total 564,17 mg/l, Fe total 4,27 mg/l, Cu total 0,19 mg/l y Mn total 1,44 mg/l.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. Se determinó el efecto de las concentraciones de macro y micro nutrientes mediante la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera en el Biol generado en la PTRAI de Olamsa.
2. El Biol generado en la PTARI de Olamsa contiene las siguientes concentraciones de macronutrientes: Nitrógeno 242,76 mg/l, Fósforo 47,91 mg/l, Potasio 1111,67 mg/l, Calcio 378,33 mg/l y Magnesio 436,67 mg/l.
3. El Biol generado en la PTARI de Olamsa contiene las siguientes concentraciones de micronutrientes: Hierro 3 mg/l, Cobre 0,04 mg/l, Zinc 0,49 mg/l y Manganeso 0,85 mg/l.
4. Con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera, el Tratamiento 1 de 2,4 l de Biol + 100 g de cenizas de palma aceitera tuvo un mayor efecto en las concentraciones de macro nutrientes en el Potasio con 1383,33 mg/l, Calcio con 418,33 mg/l y en el Magnesio con 564,17 mg/l.
En tanto al Tratamiento 2 de 2,4 l de Biol + 200 g de cenizas de palma aceitera tuvo un mayor efecto en las concentraciones de macro nutrientes en el Nitrógeno con 438,67 mg/l y en el Fósforo con 55,24 mg/l.
5. Con la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera, el Tratamiento 1 de 2,4 l de Biol + 100 g de cenizas de palma aceitera tuvo un mayor efecto en las concentraciones de micro nutrientes en el Hierro con 4,27 mg/l.
En tanto al Tratamiento 2 de 2,4 l de Biol + 200 g de cenizas de palma aceitera tuvo un mayor efecto en las concentraciones de micro nutrientes en el Cobre con 0,19 mg/l y en el Manganeso con 1,44 mg/l.

5.2. RECOMENDACIONES

1. La investigación se ejecutó por medio de un proceso anaerobio por lo que se recomienda que los tratamientos instalados se encuentren cerrados lo más hermético posible, para garantizar la ausencia de oxígeno y así las bacterias no se miren afectados y estas puedan cumplir con sus funciones eficientemente en descomponer la materia orgánica.
2. Se recomienda el uso de los Tratamientos 1 y 2 según las condiciones del cultivo que se quiera fortalecer de nutrientes ya que ambas tienen diferentes propiedades en cuanto a las concentraciones de macro y micronutrientes.
3. Se recomienda realizar un balance de concentraciones de nutrientes según la necesidad del usuario o características de la plantación a aplicar.
4. Se recomienda el uso de Biofertilizantes orgánicos como propuesta ambiental ante el uso indiscriminado de fertilizantes químicos ya que son amigables con el medio ambiente y más económicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraria. (2013). Uso de fertilizantes químicos en el Perú. *AGRARIA*. Obtenido de <http://agraria.pe/noticias/en-18-anos-el-uso-de-fertilizantes-quimicos-se-incremento-50>
- Agricola, E. (18 de Octubre de 2016). *El impacto de los fertilizantes químicos en la fertilidad del suelo*. Obtenido de ERP AGRICOLA: <http://sistemaagricola.com.mx/blog/el-impacto-de-los-fertilizantes-quimicos-en-la-fertilidad-del-suelo/>
- Agriculturers. (6 de Abril de 2017). *Rol del hierro en el cultivo de plantas*. Obtenido de Agriculturers: <http://agriculturers.com/rol-del-hierro-en-el-cultivo-de-plantas/>
- AguaSistec. (2018). *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - PTAR*. Obtenido de AguaSistec: <http://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales.php>
- Alcayaga, S., Glaría, J., & Guerrero, L. (1999). Regulaciones de temperatura y potencial de hidrógeno en un biodigestor anaerobio de lecho de lodo granular expandida. (*Tesis de pre grado*). Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaiso, Chile. Recuperado el Enero de 2009, de <http://profesores.elo.utfsm.cl/~jgb/ALCAYAGA1c.pdf>
- Almeida, M. (2007). Viabilidad del proceso de biodigestion utilizando excretas de cerdo al parque porcino de Ventanilla. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Álvarez, J. M., Caneta, L., & Moyano, C. (s.f). Biomasa y biogás. *Trabajo de Curso (Máquinas Térmicas II)*. Universidad Nacional del Nordeste.
- Arana, C. (2011). Manual de elaboración del Biol. *Soluciones Prácticas, Tecnologías desafiando la pobreza*.
- Borrero , C. (s.f.). *Abonos Orgánicos*. Recuperado el 08 de Noviembre de 2018, de [AGRI-NOVA SCIENCE: http://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp](http://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp)
- Bucheli, T. (2014). Producción de biofertilizante de bagazo de cebada, excretas de vacuno y suero de quesería mediante fermentación homoláctica. (*Tesis de Investigación*). Universidad Nacional Agraria La Molina., Lima, Perú.
- Carhuancho, F. (2012). Aprovechamiento del Estiércol de Gallina para la Elaboración de Biol en Biodigestores Tipo Batch como Propuesta al Manejo de Residuo Avícola. (*Tesis de pre grado*). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

- Checa, M. (2015). Obtención de Biol a Partir de Desechos Orgánicos Generados por la Empresa Pública Municipal Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba. (*Tesis de pre grado*). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Chung, B. (2008). Control de los contaminantes químicos en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 413-418. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n4/a12v25n4.pdf>
- Claros, J., Chungara, A., & Zeballos, G. (2010). "Manual de Elaboración de productos naturales para la fertilidad de suelos y control de plagas y enfermedades". *AGRUCO – Agroecología Universidad Cochabamba.*, 44.
- Docampo, R., & Silva, A. (s.f). Manejo del suelo y la nutrición mineral. *Manual del Duraznero. La planta y la cosecha*. INIA las brujas, Monte Video, Uruguay.
- EcoForce: Agricultura ecológica avanzada. (2 de Octubre de 2014). *Melaza de caña en la agricultura*. Obtenido de EcoForce: Agricultura ecológica avanzada: <https://fertilizantesecoforce.es/agroconsejo/melaza-de-cana-en-la-agricultura/>
- FAO. (2002). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s00.htm#TopOfPage>
- Fernández, L. (2003). Estudio de mercado sobre fertilizantes en el Perú. *Perú*, 8-12.
- Ferrer, M. (2008). Study of the effect of process parameters on the thermophilic anaerobic digestion of sewage sludge, evaluation of a thermal sludge pre - treatment and overall energetic assessment. (*Tesis de post grado*). Universidad Autónoma de Barcelona., Bercelona, España.
- Fertilizantes químicos usos y consecuencias en la agricultura y a la salud*. (13 de Noviembre de 2013). Obtenido de Bio Fabrica siglo XXI: <http://www.biofabrica.com.mx/blog/?p=1228>
- Flor de planta. (5 de Enero de 2012). Micronutrientes: Propiedades Y Funciones Del Cobre En Las Plantas. Obtenido de Flor de planta: <https://www.flordeplanta.com.ar/fertilizantes-suelos/micronutrientes-propiedades-y-funciones-del-cobre-en-las-plantas/>
- Foncodes. (Diciembre de 2014). Producción y uso de abonos orgánicos: Biol, Compost y Humus. *Manual técnico*. Fondo De Cooperacion Para El Desarrollo Social, Lima, Perú. Obtenido de Fondo de Cooperacion para el Desarrollo Social: <http://www.paccperu.org.pe/publicaciones/pdf/126.pdf>

- Freire Rosales, E. (2013). Implementación de un Biodigestor para la obtención de un Biol mediante procesos anaerobios. *Tesis de pre grado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Garzón González, E. M., Ramírez Contreras, N. E., Silva Ramírez, Á. S., & Yáñez Angarita, E. E. (2011). Caracterización y manejo de subproductos del beneficio del fruto de palma de aceite. *Boletín Técnico No. 30*. Centro de Investigación en Palma de Aceite - Cenipalma, Bogota.
- González, F. (1 de Enero de 2011). *Contaminación por fertilizantes: "Un serio problema ambiental"*. Obtenido de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible: <http://fgonzalesh.blogspot.com/2011/01/contaminacion-por-fertilizantes-un.html>
- Gratacós, P. (2008). El cultivo de duraznero *Prunus persica* (L) Batsch. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía., Valparaiso, Chile. Obtenido de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/211462.pdf>
- Guevara, A. (1996). Fundamentos básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales. *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.*, 12-21.
- Guevara, V. (1996). Fundamentos básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales. *Producción de gas y saneamiento de efluentes*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente - Organización Panamericana de la Salud, Lima, Perú.
- Hilbert, J. (2006). Manual para producción de biogás. *I.N.T.A Castelar*, 4-14.
- Idris, A. (1995). Manejo de efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma - proceso de la más avanzada tecnología. *PALMAS*, 16. Recuperado el Noviembre de 2018
- INIA. (4 de Diciembre de 2013). *Programa de Bovinos y Ovinos*. Obtenido de INIA : <http://www.inia.gob.pe/programas/bovinos-y-ovinos>
- Jácome, M. (2015). Aprovechamiento del estiércol de ganado Vacuno como Abono Líquido. (*Tesis De Investigación*). Universidad Central Del Ecuador, Facultad De Ingeniería Química, Carrera De Ingeniería Química, Quito.
- Martí, N. (2006). Phosphorus precipitation in Anarobic DigestionProcess. *Boca Raton*, 4-15.
- Martínez, J., & Gallardo , R. (2017). *Manejando fertilidad del suelo*. Obtenido de Instituto De Investigaciones Agropecuarias Inia Remehue: <http://biblioteca.inia.cl/medios/fichas-tecnicas/suelos/FICHA10-REMEHUE.pdf>

- Martinez, R. (21 de Febrero de 2018). Los peligros de los fertilizantes químicos. Obtenido de BIO ECO ACTUAL: <https://www.bioecoactual.com/2018/02/21/los-peligros-los-fertilizantes-quimicos/>
- Medina, A., Quipuzco, L., & Juscamaita, J. (2014). Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores. (*Tesis de pre grado*). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Minag. (2010). Plan estratégico sectorial Multianual Actualizado del Ministerio de Agricultura 2007-2011. Obtenido de MINAGRI.
- Minagri. (2014). Sistema Integrado de Estadística Agraria. *Estadística mensual. Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos (OEEE)*.
- Noriega, V. (2011). Cadena agroproductiva de papa. Manejo y fertilidad de los suelos. *Guía técnica de orientación al productor*. Ministerio de agricultura, Perú.
- Olaya , Y. (2006). Diseño de un biodigestor de cúpula fija. (*Tesis de pre grado*). Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Palmira.
- Othman, G. (2005). Bunch ash: an efficient and cost-effective K fertilizer source for mature oil palm on peate under high rainfall environment. *mpob Information Series*, 254.
- Peralta, R. (2010). Determinación de parámetros óptimos en la producción de fast biol usando las excretas del ganado lechero del establo de la UNALM. (*Tesis de investigación*). Universidad Nacional Agraria La Molina., Lima.
- Pomboza, P., León, A., Villacis , L., Vega, J., & Aldáz, J. (2016). Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de Lactuca sativa L. variedad Iceberg. (*Tesis de pre grado*). Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Técnica de Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- Porras, D. (2013). Obtención de Bioabono mediante biodegradación de desechos orgánicos generados en la ciudad de Latacunga. *Tesis de pre grado*. Universidad Central del Ecuador, Latacunga, Ecuador.
- Rivera, V. (2010). Estudio cinético de la digestión anaeróbica termofílica de pollinaza a escala piloto. (*Tesis de post grado*). Instituto Politécnico Nacional., La laguna de Ticoman, México.
- Rojas Torres, D. (23 de Octubre de 2018). Proceso de extracción de aceite crudo de palma de OLAMSA. (H. Romero Ruiz, Entrevistador) Campo Verde, Coronel Portillo, Perú.

- Roman, B. (2012). Tratamiento biológico de la cuyinaza a través de un proceso de fermentación homoláctica. (*Tesis de investigación*). Universidad Nacional Agraria La Molina., Lima, Perú.
- Rusnani Abd, M. (1999). Properties of boiler fly ash from various palm oil mills. *porim Bulletin*, 38.
- Saavedra Garcia , K. E. (2014). Concentraciones de Eisenia foetida “Lombriz Roja Californiana” y su efecto en la calidad de biol. "*Tesis de pre grado*". Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Zungarococha, Loreto, Perú.
- Susquilanda, J. (1995). El Biol. Fitoestimulanteorganico. *Fundeagro*.
- Vargas, O. (2006). Introducción a las energías alternativas con experimentos sencillos. La Paz.
- Yang Yin, C. (2008). An investigation into physicochemical characteristics of ash produced from combustion of oil palm biomass. *Fuel Processing Technology*, 693-696.

ANEXOS

ANEXO 1

- Macro nutrientes

Tabla 9. Análisis de medias de las concentraciones de Nitrógeno

NITRÓGENO

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	3	242,6667	77,10599	44,51716	51,1248	434,2086	168,00	322,00
100	3	301,0000	72,74613	42,00000	120,2886	481,7114	217,00	343,00
200	3	438,6667	99,07741	57,20237	192,5447	684,7886	378,00	553,00
Total	9	327,4444	113,40096	37,80032	240,2768	414,6121	168,00	553,00

Tabla 10. Análisis de medias de las concentraciones de Fósforo

FÓSFORO

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	3	47,9100	,86470	,49923	45,7620	50,0580	47,22	48,88
100	3	54,1333	4,80764	2,77569	42,1905	66,0762	49,71	59,25
200	3	55,2400	3,57529	2,06419	46,3585	64,1215	51,37	58,42
Total	9	52,4278	4,56852	1,52284	48,9161	55,9395	47,22	59,25

Tabla 11. Análisis de medias de las concentraciones de Potasio

POTASIO

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	3	1111,6667	96,83534	55,90791	871,1143	1352,2190	1027,50	1217,50
100	3	1383,3333	123,32207	71,20003	1076,9843	1689,6823	1300,00	1525,00
200	3	1155,8333	116,89561	67,48971	865,4485	1446,2181	1025,00	1250,00
Total	9	1216,9444	159,69100	53,23033	1094,1951	1339,6938	1025,00	1525,00

Tabla 12. Análisis de medias de las concentraciones de Calcio**CALCIO**

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	3	378,3333	79,73916	46,03742	180,2503	576,4164	325,00	470,00
100	3	418,3333	10,10363	5,833333	393,2345	443,4321	407,50	427,50
200	3	376,6667	26,49686	15,29797	310,8448	442,4885	352,50	405,00
Total	9	391,1111	46,98921	15,66307	354,9920	427,2302	325,00	470,00

Tabla 13. Análisis de medias de las concentraciones de Magnesio**MAGNESIO**

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	3	436,6667	28,97556	16,72905	364,6874	508,6460	410,00	467,50
100	3	564,1667	21,26225	12,27577	511,3483	616,9850	540,00	580,00
200	3	540,0000	18,87459	10,89725	493,1129	586,8871	520,00	557,50
Total	9	513,6111	62,06236	20,68745	465,9058	561,3165	410,00	580,00

- Micro nutrientes**Tabla 14.** Análisis de medias de las concentraciones de Hierro**Hierro**

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	3	3,0000	,48280	,27875	1,8006	4,1994	2,49	3,45
100	3	4,2733	1,21410	,70096	1,2573	7,2893	3,47	5,67
200	3	3,9133	,31974	,18460	3,1191	4,7076	3,63	4,26
Total	9	3,7289	,88062	,29354	3,0520	4,4058	2,49	5,67

Tabla 15. Análisis de medias de las concentraciones de Cobre

COBRE

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	3	,0433	,01155	,00667	,0146	,0720	,03	,05
100	3	,1533	,12702	,07333	-,1622	,4689	,08	,30
200	3	,1967	,05774	,03333	,0532	,3401	,13	,23
Total	9	,1311	,09791	,03264	,0559	,2064	,03	,30

Tabla 16. Análisis de medias de las concentraciones de Zinc

ZINC

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	3	,4967	,48809	,28180	-,7158	1,7092	,20	1,06
100	3	,2167	,03786	,02186	,1226	,3107	,19	,26
200	3	,2333	,04163	,02404	,1299	,3368	,20	,28
Total	9	,3156	,28081	,09360	,0997	,5314	,19	1,06

Tabla 17. Análisis de medias de las concentraciones de Manganeso

MANGANESO

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	3	,8467	,03512	,02028	,7594	,9339	,81	,88
100	3	1,3900	,40361	,23302	,3874	2,3926	1,06	1,84
200	3	1,4433	,08386	,04842	1,2350	1,6517	1,39	1,54
Total	9	1,2267	,35292	,11764	,9554	1,4979	,81	1,84

ANEXO 2

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : HANS KAYQUE ROMERO RUIZ
PROCEDENCIA : UCAYALI
MUESTRA DE : ABONO ORGANICO LIQUIDO
REFERENCIA : H.R. 68593
BOLETA : 3045
FECHA : 11/06/19

Nº LAB	CLAVES	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L
508	Muestra 01, T0 R1	322.00	47.22	1027.50	340.00	410.00
509	Muestra 02, T0 R2	238.00	47.63	1217.50	470.00	432.50
510	Muestra 03, T0 R3	168.00	48.88	1090.00	325.00	467.50
511	Muestra 04, T1 R1	343.00	49.71	1300.00	427.50	540.00
512	Muestra 05, T1 R2	217.00	53.44	1525.00	407.50	580.00
513	Muestra 06, T1 R3	343.00	59.25	1325.00	420.00	572.50

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L
508	Muestra 01, T0 R1	3.45	0.05	0.23	0.88
509	Muestra 02, T0 R2	3.06	0.05	1.06	0.81
510	Muestra 03, T0 R3	2.49	0.03	0.20	0.85
511	Muestra 04, T1 R1	3.68	0.08	0.19	1.06
512	Muestra 05, T1 R2	3.47	0.08	0.20	1.27
513	Muestra 06, T1 R3	5.67	0.30	0.26	1.84



Dr. Sady García Bendejón
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : HANS KAYQUE ROMERO RUIZ
PROCEDENCIA : UCAYALI
MUESTRA DE : ABONO ORGANICO LIQUIDO
REFERENCIA : H.R. 68593
BOLETA : 3045
FECHA : 11/06/19

Nº LAB	CLAVES	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L
514	Muestra 07, T2 R1	385.00	58.42	1192.50	372.50	657.50
515	Muestra 08, T2 R2	553.00	51.37	1250.00	352.50	620.00
516	Muestra 09, T2 R3	378.00	55.93	1025.00	405.00	542.50

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L
514	Muestra 07, T2 R1	3.85	0.23	0.22	1.39
515	Muestra 08, T2 R2	3.63	0.23	0.28	1.40
516	Muestra 09, T2 R3	4.26	0.13	0.20	1.54



Dr. Sedy García Bendezu
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Figura 17. Análisis de macro y micro nutrientes de los tratamientos

ANEXO 3
PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 18. Toma de muestras de Biol en el Rebose del Biodigestor de la PTARI Olamsa



Figura 19. Toma de muestras de cenizas de palma aceitera en el caldero



Figura 20. Agregado de insumos



Figura 21. Tratamientos y repeticiones



Figura 22. Presencia de gases durante la digestión anaerobia



Figura 23. Toma de muestras para análisis en laboratorio