



UNAP



FACULTAD DE AGRONOMÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

TESIS

**LODO DE PORCINO Y BOVINAZA Y SU EFECTO EN LA
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL LOMBRICOMPOST EN
IQUITOS, PERÚ – 2020**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

LUIS ALONSO FLORES MURCIA

ASESOR

Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.

IQUITOS, PERÚ

2021



UNAP

FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
EN GESTIÓN AMBIENTAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 035-CGYT-FA-UNAP-2021



En Iquitos, mediante la plataforma virtual de Google Meet, a los 19 días del mes de noviembre del 2021, a horas 05:00 p.m., se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "LODO DE PORCINO Y BOVINAZA Y SU EFECTO EN LA CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL LOMBRICOMPOST EN IQUITOS, PERÚ - 2020", aprobado con Resolución Decanal N° 030-CGYT-FA-UNAP-2020, presentado por el Bachiller LUIS ALONSO FLORES MURCIA, para optar el Título Profesional DE INGENIERO (A) EN GESTIÓN AMBIENTAL que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal N° 031-CGYT-FA-UNAP-2021, está integrado por:

Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.
Ing. JORGE AGUILES VARGAS FASABI, M.Sc.
Ing. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: **SATISFACTORIAMENTE.**

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La Sustentación pública y la Tesis han sido: **APROBADO** con la calificación **BUENA.**

Estando el Bachiller APTO para obtener el Título Profesional de **INGENIERO (A) EN GESTIÓN AMBIENTAL.**

Siendo las 07:00 pm, se dio por terminado el acto **ACADÉMICO.**


Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.
Presidente (a)


Ing. JORGE AGUILES VARGAS FASABI, M.Sc.
Miembro


Ing. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.
Miembro


Ing. MANUEL CALIXTO AYLA FUCOS, M.Sc.
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL DÍA 19 DE
NOVIEMBRE DEL 2021; POR EL JURADO AD-HOC NOMBRADO POR LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA, PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE:

INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL



**Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.
PRESIDENTE(a)**



**Ing. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.
MIEMBRO**



**Ing. JORGE AQUILES VARGAS FASABI, M.Sc.
MIEMBRO**



**Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.
ASESOR**



**Ing. FIDEL ASPAÑO VARELA, M.Sc.
DECANO**



DEDICATORIA

A DIOS por guiarme y ser el autor principal de haber permitido que llegara hasta este punto y por darme Salud y sabiduría para lograr este objetivo.

A mi Madre, Tía e Hija por confiar siempre en mí; a mis compañeros de estudios, maestros y amigos.

AGRADECIMIENTO

- El rotundo Agradecimiento al **Ing. MANUEL CALIXTO ÁVILA FUCOS**, Docente Auxiliar de Nuestra Prestigiosa **FACULTAD DE AGRONOMÍA** de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA**, por su Valioso y Fundamental Aporte en la orientación y ejecución del Presente trabajo de Investigación.
- A la Prestigiosa **FACULTAD DE AGRONOMÍA** de la **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana**, y a los **DOCENTES** de la misma, que me brindaron la Oportunidad para Realizarme como Profesional y así ser un Profesional de éxito.
- A mis **Amigos**, por la comprensión y el Respaldo que siempre mostraron durante nuestra **ÉPOCA UNIVERSITARIA**.

ÍNDICE

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACION	ii
JURADO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Bases teóricas	6
1.3 Definición de términos básicos	24
CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	26
2.1 Formulación de la hipótesis	26
2.2 Variables y su operacionalización	26
CAPITULO III: METODOLOGÍA	28
3.1 Tipo y diseño	28
3.2 Diseño muestral	29
3.3 Procedimientos de recolección de datos	30
3.4 Procesamiento y análisis de los datos	32

3.5 Aspectos éticos	33
CAPITULO IV: RESULTADOS	34
4.1 CARACTERÍSTICAS QUIMICAS	34
4.1.1 Materia Orgánica – MO (%)	34
4.1.2 Fosforo – P (ppm)	36
4.1.3 Potasio – K (ppm)	38
4.1.4 Calcio – Ca meq/100g	40
4.1.5 Magnesio – Mg meq/100g	42
4.1.6 pH	44
4.1.7 Nitrógeno – N (%)	46
CAPITULO V: DISCUSIONES	48
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	50
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	51
CAPITULO VIII: FUENTE DE INFORMACIÓN	52
ANEXOS	58
ANEXO Nº I: DATOS METEOROLÓGICOS 2019	59
ANEXO Nº II: DATOS DE CAMPO	60
ANEXO Nº III: ANALISIS DE SUELOS - CARACTERIZACION	63
ANEXO Nº IV: PRUEBAS DE NORMALIDAD Y DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO	81
ANEXO Nº V: GRAFICOS DE LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS	82
ANEXO Nº VI: DISEÑO DEL AREA EXPERIMENTAL	84
ANEXO Nº VII: FOTOS DEL EXPERIMENTO	85

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01: Operacionalización de la variable de investigación	26
Cuadro N° 02: Tratamientos en estudio	28
Cuadro N° 03: Análisis de varianza	28
Cuadro N° 04: Análisis de varianza del % MO	34
Cuadro N° 05: Prueba de Tukey de % MO	35
Cuadro N° 06: Análisis de varianza de P (ppm)	36
Cuadro N° 07: Prueba de Tukey de P (ppm)	36
Cuadro N° 08: Análisis de varianza de K (ppm)	38
Cuadro N° 09: Prueba de Tukey de K (ppm)	38
Cuadro N° 10: Análisis de varianza de Ca meq/100g	40
Cuadro N° 11: Prueba de Tukey de Ca meq/100g	40
Cuadro N° 12: Análisis de varianza de Mg meq/100g	42
Cuadro N° 13: Prueba de Tukey de Mg meq/100g	42
Cuadro N° 14: Análisis de varianza no paramétrica del pH	44
Cuadro N° 15: Prueba de medias para el pH	44
Cuadro N° 16: Análisis de varianza no paramétrica N (%)	46
Cuadro N° 17: Prueba de medias para N (%)	46
Cuadro N° 18: Ph	60
Cuadro N° 19: Materia Orgánica – MO (%)	60
Cuadro N° 20: Nitrógeno – N (%)	60
Cuadro N° 21: Fosforo – P (ppm)	61

Cuadro N° 22: Potasio – K (ppm)	61
Cuadro N° 23: Calcio – Ca (meq/100g)	61
Cuadro N° 24: Magnesio – Mg (meq/100g)	62

ÍNDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfico N° 01: Efecto de tres tipos de lombricompost en % de MO	35
Gráfico N° 02: Efecto de tres tipos de lombricompost en contenido de P (ppm)	37
Gráfico N° 03: Efecto de tres tipos de lombricompost en el contenido de K (ppm)	39
Gráfico N° 04: Efecto de tres tipos de lombricompost en el contenido de Ca (meq/100g)	41
Gráfico N° 05: Efecto de tres tipos de lombricompost en el contenido de Mg meq/100g	43
Gráfico N° 06: Efectos de tres tipos de lombricompost en el pH	45
Gráfico N° 07: Efectos de tres tipos de lombricompost en el contenido de N (%)	47

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana en la Facultad de Agronomía en el Taller de Vacunos en el Fundo de Zungarococha, titulado **LODO DE PORCINO Y BOVINAZA Y SU EFECTO EN LA CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL LOMBRICOMPOST EN IQUITOS, PERÚ – 2020**. Se emplearon 3 Proporciones de estiércol de vacuno, porcino y la combinación de los dos anteriores. Las evaluaciones fueron realizadas a los tres meses, en cajas de madera de 1m x 0.25 m x 0.25 m de alto, en parcelas de 0.5 m² de área y 58.5 m² de área total, la que fue bajo techo con piso de cemento. El diseño estadístico utilizado fue un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.), los tratamientos en estudio fueron: T1 (50kg/0.5m² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas), T2 (50kg/0.5m² de lodo de estiércol de Porcino + 1000 lombrices adultas) y T3 (25kg/0.5m² estiércol de bovino + 25 kilos de lodo de estiércol de porcino + 1000 lombrices adultas), obteniéndose los siguientes resultados Con el T1 se logró un pH de 8.16, se logró incrementar el porcentaje de MO (7.22 %). De igual manera el Fosforo (P) y Potasio (K), para el Potasio (K), se obtuvo 208.25 ppm y T3 con valores de 7.27 y 7.01 ppm, para las variables N y pH se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, debido a que no se cumplía con la normalidad y homogeneidad de vainazas. El nitrógeno N (%), con el T1 y T3 se encontró valores de 0.37 %

Palabra clave: materia orgánica, minerales, lombriz roja californiana

ABSTRACT

The research work was carried out at the National University of the Peruvian Amazon at the Faculty of Agronomy at the Cattle Workshop in the Zungarococha Farm, entitled SLUDGE OF PORCINE AND BOVINAZA AND ITS EFFECT ON THE CHEMICAL CHARACTERISTICS OF LOMBRICOMPOST IN IQUITOS, PERU - 2020. 3 Proportions of manure from cattle, pigs and the combination of the previous two were used. The evaluations were carried out at three months, in wooden boxes 1m x 0.25 m x 0.25 m high, in plots of 0.5 m² of area and 58.5 m² of total area, which was under a roof with a cement floor. The statistical design used was a Completely Random Design (DCA), the treatments under study were: T1 (50kg / 0.5m² bovine manure + 1000 adult worms), T2 (50kg / 0.5m² of pig manure sludge + 1000 worms adult) and T3 (25kg / 0.5m² bovine manure + 25 kilos of pig manure sludge + 1000 adult worms), obtaining the following results With T1 a pH of 8.16 was achieved, it was possible to increase the OM percentage (7.22 %). In the same way, Phosphorus (P) and Potassium (K), for Potassium (K), 208.25 ppm and T3 were obtained with values of 7.27 and 7.01 ppm, for the variables N and pH the non-parametric test of Kruskal Wallis was performed, due to the fact that the normality and homogeneity of pods was not fulfilled. Nitrogen N (%), with T1 and T3 values of 0.37% were found

Keyword: organic matter, minerals, California red worm

INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano debido al aumento de la población y a la emigración de los habitantes rurales a zonas metropolitanas ocasiona un incremento en la producción de residuos sólidos, entre los que se encuentran los lodos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales, los cuales es necesario eliminar o darles la salida más adecuada. Dichos materiales constituyen una fuente de materia orgánica alternativa a otros insumos orgánicos utilizados tradicionalmente como abonos. **Metzger y Yaron, (1).**

La materia orgánica de un suelo es el componente más global que contribuye significativamente a mantener su capacidad productiva; influye en características físicas tales como porosidad, estado de agregación de las partículas, densidad aparente, etc., y proporciona una reserva estable de nutrientes para las plantas y organismos en el medio edáfico, modificando ciertas propiedades químicas de éste durante su mineralización **Muñoz et al, (2).**

Los suelos agrícolas sufren un desequilibrio en el mantenimiento de niveles estables de materia orgánica (MO) debido a diversas razones (excesivo laboreo, producción intensiva, uso de fitosanitarios, deforestaciones irracionales, pastoreo inadecuado, etc.), ocasionando una disminución de la fertilidad natural del horizonte superficial, más acentuada en regiones con poca producción de biomasa. Como consecuencia de ello se presentan problemas ambientales tales como mayor erosión, poca infiltración y menor capacidad de almacenamiento de agua, dificultad para el desarrollo radical y

deficiente establecimiento de poblaciones microbianas benéficas. **Liebig et al. (3)**

En este sentido, **Reyes et al. (4)** ha reportado que el uso de lodos como fuente de materia orgánica mejora las propiedades tanto físicas como químicas del suelo agrícola en cuanto a incrementos en los niveles de materia orgánica, disminución de la densidad aparente, mayor formación y estabilidad de agregados, mejor retención de humedad, incremento en el tamaño de poros, etc.

Junto a los beneficios del uso de los lodos, también debe considerarse los riesgos que representan estos materiales, ya que cada material es diferente y puede contener altas concentraciones de elementos potencialmente tóxicos (EPT) para los cultivos o para los consumidores de los productos de los mismos. La posibilidad de contaminar suelos y aguas subterráneas constituye su principal limitante, de ahí que su uso no puede ser indiscriminado sin una adecuada planeación y supervisión. **Otero et al. (5).**

Una utilización incorrecta de lodos puede ocasionar efectos indeseables sobre el suelo. A pesar de que los EPT contenidos en los lodos pueden no exhibir efectos negativos sobre el desarrollo y producción de los árboles, si pueden reducir la calidad de la vegetación del sotobosque, así como del forraje que sirve de alimento a la fauna silvestre. **Otero et al. (5).**

Aunque se ha generado mucha información sobre los beneficios de la utilización de estos materiales en diferentes países, la valoración del uso de lodos como abono orgánico en los suelos de Iquitos ha sido poco explorada y

documentada. La finalidad del presente trabajo fue evaluar el uso de estos materiales como abono orgánico usando además dosis de estiércol porcino y bovino para observar la influencia que obtiene en las características físicas y químicas del lombricompost.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Tapia (6). En los últimos años, los fertilizantes de mayor consumo (urea y superfosfato triple) han tenido un aumento en sus precios, lo que ha provocado efectos sobre los costos directos en la producción agrícola, generando una racionalización de su uso. Si bien estos fertilizantes tienen pocos sustitutos, dentro de los más utilizados para reemplazarlos son el salitre y el guano. No obstante, el lodo por sus constituyentes nutricionales podría sustituir a estos fertilizantes en determinadas condiciones.

Henríquez (7). destaca que los lodos correspondientes a lotes producidos en la PTAS El Trebal, tienen pH ligeramente ácido, son lodos salinos ya que la conductividad se encuentra en valores de 9,1 a 11 dS m, presentan alto contenido de materia orgánica y un buen nivel de N y P totales. Cabe señalar la alta calidad microbiológica que presentan estos lodos, ello debido a que fueron sometidos a un proceso de biosecado. Según **EPA (8)**, las características de los lodos tratados o biosólidos juegan un papel muy importante para su aplicación agrícola. Si bien, contienen una amplia variedad de microorganismos, muchos de ellos muy benéficos, pero otros pueden ser peligrosos para la salud humana, animal o para las plantas.

Torrejón (9), el presente trabajo de investigación, pH que va des de 6.5 a 7.27, nitrógeno de 0.78 a 1.02 %, fosforo de 0.62 a 0.83%, potasio de 0.58 a 0.74%, calcio de 1.78 a 2.28% y magnesio de 0.5 a 0.7 %.

Se puede concluir que a mayor proporción de aserrín en el sustrato del vermicompost las variables dependientes van decreciendo sus valores. La incorporación del aserrín en una proporción del 10%, que es el T1 (90% estiércol de vacuno + 10% de aserrín), según la prueba de Duncan estadísticamente es similar al tratamiento T0 (100% de estiércol de vacunos). Que cualquiera de los sustratos obtenidos en el presente trabajo está dentro de los rangos que necesitan las plantas para crecer y desarrollarse.

Marquina et al. (10). El efecto de la actividad de la lombriz (*Eisenia foetida*) sobre los lodos residuales, se evaluó mediante un diseño cuasiexperimental con cuatro mezclas: m1 (Lodo residual + lombrices), m2 (Lodo residual + compost + lombrices), m3 (Lodo residual + estiércol de conejo + lombrices), y m4 (Lodo residual + compost + estiércol de conejo + lombrices) y una muestra de 1 Kg de lodo residual sin recibir el estímulo, el cual fue caracterizado. Al término del proceso de lombricultivo se observó que la m3 (Lodo residual + estiércol de conejo + lombrices), cumplió con los parámetros de pH, color del abono orgánico y la cantidad de lombrices, lo que determinó el ecosistema óptimo para el desarrollo de la lombriz "*Eisenia foetida*".

Auxilia, (11). Menciona que al realizar mezclas de lodo residual con 20% estiércol vacuno o 20% desechos vegetales (precompostados y molidos), con respecto a 100% lodo residual, los valores de nitrógeno total, fósforo y potasio (N, P, K) al igual que la conductividad eléctrica, se incrementan en el abono que se produzca aplicando lombricultura.

El abono orgánico sólido obtenido a partir de 100% lodo residual se considera comercialmente competitivo en cuanto a la producción nacional. El abono orgánico sólido obtenido correspondiente a cada sustrato con respecto a su lixiviado (abono orgánico líquido) presenta mayor contenido de macro y microelementos. Por medio de la lombricultura se obtiene un abono orgánico sólido a partir de lodo residual rico en flora bacteriana, favorable para la comercialización.

1.2. Bases teóricas

Generalidades

ABONOS ORGANICOS

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; el suelo, con la composición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas. **Trinidad (12).**

Antes de que aparecieran los fertilizantes químicos en sus diferentes formas, la única manera de abastecer de nutrimentos a las plantas y reponer aquellos extraídos del suelo por los cultivos, era mediante la utilización de abonos orgánicos. Entre los abonos orgánicos se incluyen compostas, vermicompostas, abonos verdes, residuos de cosechas, residuos orgánicos industriales, de aguas negras y sedimentos orgánicos. Los abonos orgánicos son muy variables en sus características físicas y químicas, principalmente en su contenido de nutrimentos, la aplicación

constante de ellos, con el tiempo mejora las características físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo. **Trinidad (12).**

En el Centro Agropecuario Marengo (CAM) de la Universidad Nacional de Colombia se producen aproximadamente sesenta (60) toneladas de estiércol entre estiércol bovino, porcino y avícola (Los valores son aproximados ya que pueden variar según la dieta y el estado productivo de cada animal), en general estos residuos orgánicos no son dispuestos de manera adecuada ni aprovechados; los operarios disponen el estiércol en pilas sobre el suelo o pozos cercanos a los corrales, Podemos mencionar que la contaminación producida por este tipo de residuos, es de diferente índole, alterando negativamente el agua, los suelos, el aire, el paisaje y la salud **Castro et al (13).**

VALOR NUTRICIONAL DEL ESTIÉRCOL

Considerado lo anterior respecto a los diferentes tipos de estiércol, se considera importante conocer el valor nutricional que puede aportar cada tipo de estiércol, a continuación, se muestran las composiciones de cada uno:

COMPOSICIÓN EN NUTRIENTES (SOBRE MATERIA SECA) DE DIVERSOS ESTIÉRCOLES ANIMALES

Composición (%)	Gallinaza	Oveja	Ternero	Vaca	Conejo	Cerdo (purín)
Materia seca	22	25	23	23	26	5,20
Materia orgánica	64,71	64,08	73,25	66,28	69,38	68,27
Nitrógeno (N)	1,74	2,54	2,40	1,84	2,79	4,28
Fósforo P ₂ O ₅	4,18	1,19	1,50	1,73	4,86	5,96
Potasio K ₂ O	3,79	2,83	3,14	3,10	1,88	5,17
Calcio CaO	8,90	7,76	2,99	3,74	6,62	4,04
MgO	2,90	1,51	0,91	1,08	2,10	0,96

FUENTE: Paul y Clark, 2000.

LODOS O BIOSÓLIDOS RESIDUALES.

Generalidades

Los lodos o fangos son aquellos subproductos, resultantes de los procesos de tratamiento de las estaciones depuradoras de aguas residuales. Son de gran importancia ya sea por el volumen obtenido y que se incrementa con el aumento de la población, así como por ser una fuente potencial de la materia orgánica. Energía, pero si no se le da el adecuado manejo será un grave problema. **Torres (14)**

Son ductos indeseables difíciles de tratar y que implican un costo extra en su manejo y disposición. **Oropeza (15)**. El lodo está formado principalmente por las sustancias responsables de carácter desagradable de las aguas residuales no tratadas. La fracción del lodo a evacuar, generada en el tratamiento biológico del agua residual, está compuesta

principalmente de materia orgánica y solo una pequeña parte del lodo está compuesta por materia sólida. **WINKLER (16).**

¿QUÉ SON LOS RESIDUOS SÓLIDOS? BASURA COMO MATERIA PRIMA

Un primer gran cambio de paradigma está referido a considerar el residuo sólido como un insumo para otras industrias. La nueva Ley deja de concebirlo como basura para pensarlo como materia prima en otras industrias que pueden darle valor al desperdicio de otras industrias. Este es el primer cambio conceptual que propone la nueva ley.

<http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/> (17)

COMPOSICIÓN DE LOS LODOS

La cantidad y composición de los lodos varía según las características de las aguas negras donde hayan sido retirados y depende, sobre todo del proceso de tratamiento por medio del cual hayan sido obtenidos. Usualmente los lodos son tratados con diferentes procesos en la planta ya sean filtros primarios, secundarios, digestores, sedimentadores, patios de secado entre otros, pasando por estos procesos, lodos sedimentan y se vuelven lodos más concentrados y de mejor aspecto que el normal

Hilleboe (18)

Los lodos provenientes de plantas de tratamientos de aguas servidas son buenos candidatos para el compostaje debido a que su contenido de materia orgánica oscila entre 50% y 70% del total del contenido de sólidos

Banegas et al, (19)

MANEJO DE LOS LODOS

En muchos países, la utilización del lodo requiere de una infraestructura costosa pero con fines justificados, ya que soluciona problemas de contaminación e incorpora nutrientes reciclando elementos vitales en los ciclos biológicos naturales, además de convertir un residuo peligroso en un recurso aprovechable y no peligroso. Así la denominada gestión de excelencia destina cada residuo o su tratamiento reciclaje composteo, incineración y vertedero **(15)**

POSIBLE DESTINO DE LOS LODOS

Los lodos procedentes de plantas depuradoras de aguas residuales, pueden ser utilizados en la recuperación de energía eléctrica, mecánica y calorífica, ello dependerá del poder calorífico que estos posean. Los lodos también pueden ser destinados al mar debiendo cumplir con estrictas normas de calidad para poder ser vertidos a dicho cuerpo receptor.

Oropeza (15)

Una de las formas más sustentables de disposición de lodos residuales es la aplicación sobre el suelo, lo cual constituye un método practicando desde hace años y representa una de las alternativas más atractivas ante la dificultad de obtener terrenos suficientes para hacer rellenos sanitarios, las objeciones ambientales que existen para su disposición en el mar y los altos costos que requiere la incineración. **Romero (20)**

El reciclaje de los biosólidos a través de la aplicación al terreno tiene varios propósitos.

Estos mejoran las características del suelo, tales como la estructura y la capacidad de absorción de agua, las cuales brindan condiciones más favorables para el crecimiento de las raíces e incrementan la tolerancia de la vegetación a la sequía. La aplicación de biosólidos también provee nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal, incluyendo el nitrógeno y el fósforo, así como algunos micronutrientes esenciales, tales como el níquel, el zinc y el cobre. Los biosólidos o lodos pueden servir también como una alternativa o sustituto de los costosos fertilizantes químicos.

Romero (20)

Los nutrientes contenidos en los biosólidos ofrecen diversas ventajas en comparación con los fertilizantes inorgánicos, debiendo a que son orgánicos y pueden ser incorporados lentamente por las plantas en crecimiento. Estas formas orgánicas de nutrientes son menos solubles en agua y por lo tanto, tienen una menor probabilidad de lixiviarse al agua subterránea o ser arrastrados a las aguas superficiales. Existen diversos métodos para la aplicación de biosólidos al terreno. La selección del método depende del tipo de terreno y de la consistencia de los biosólidos

EPA (21)

El lodo residual, además de actuar sobre el suelo como un fertilizante órgano-mineral, se comporta como un material encalador, por la cantidad de calcio que contiene, lo que contribuye a aumentar el pH del suelo

Acosta (22).

Y finalmente el compostaje es otro destino de los lodos estos pueden ser utilizados para compostaje sin una digestión previa. **Oropeza (15).**

COMPOSTAJE DE LODOS

El compostaje es la descomposición biológica de materia orgánica en condiciones aeróbicas. Los objetivos de compostaje son reducir los agentes patógenos por debajo de los niveles permisibles, degradar los sólidos volátiles y elaborar un producto útil, la reducción de patógenos es una función del tiempo y la temperatura. El compost de lodos es una manera de cumplir el reglamento de la agencia de protección ambiental de los estados unidos de norte américa que se basan en la reducción de patógenos. **EPA (21)**.

El compost obtenido a partir de los lodos resultantes de la depuración de aguas residuales son una enmienda orgánica idónea para los cultivos agrícolas y la jardinería. Aporta materia orgánica y macronutrientes y es un mejor ante de las propiedades físicas de los suelos, favoreciendo la retención de agua y dando porosidad, cualidades muy interesantes para evitar la desertización del suelo mantener la riqueza y capacidad de producción agrícola. **EPA (21)**.

El compostaje es uno de los tratamientos que siempre ha dado resultados para estabilizar la materia orgánica. Es un método sencillo, puede aplicarse a diferentes tipos de materiales; es un tratamiento muy económico y ecológico. El compostaje exige unas condiciones de trabajo que deben cuidarse. Cuando se aplica el compostaje es necesario preparar las condiciones para que, gracias a una actividad microbiana compleja, el residuo (o mezcla de residuos) se transforme en un producto

estable, aplicable al suelo, sobre el que producirá un efecto beneficioso.

Soliva y Huerta (23)

LOMBRICOMPOST

El "lombricompost", también llamado "vermicompost", es un tipo de abono orgánico que resulta del proceso descomponedor que llevan a cabo cierto tipo de lombrices. El proceso inicia cuando la lombriz se alimenta de cualquier sustrato o desecho orgánico biodegradable y lo transforma en humus (materia orgánica bien descompuesta). Este abono no solo aporta nutrientes a las plantas, sino que también mejora las propiedades físicas y biológicas del suelo. **Domínguez (24).**

La lombricultura es una biotecnología orientada a la utilización de la lombriz como una herramienta de trabajo para el reciclaje de todo tipo de materia orgánica que permite enfrentar los problemas de contaminación orgánica **Bollo, (25)**, es un proceso simple de compostaje y una alternativa importante para lograr la sostenibilidad en las actividades agropecuarias **Vásquez et al (26).**

LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA: EISENIA FOETIDA.

Domínguez (24), afirma que la lombriz *Eisenia foetida* es de color rojo oscuro, vive aproximadamente unos 16 años, se reproduce rápidamente en cautiverio, se alimenta de todo tipo de desechos orgánicos, residuos, es hermafrodita puesto que posee ovario y testículos, es muy prolífera madurando sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida, no se auto fecundan por lo tanto es necesario la cópula, respira por medio de su piel, pesa aproximadamente 1.4 gramos, es una "maquinita" de producción de

humus, su excremento contiene: 5 veces más nitrógeno y 7 veces más potasio, 2 veces más calcio y no soporta la luz solar.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Hickman, Ober & Garrison, (27). Clasifican taxonómicamente a la especie de la siguiente manera:

- Reino : Animal
- Phylum : Anélido
- Clase : Oligoqueto
- Orden : Opisthoro
- Familia : Lombricidae
- Género : Eisenia
- Especie : Foetida

DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

La lombriz es un gusano y por tanto, no tiene dientes. Dispone de un aparato digestivo eficiente, que cuenta con un aparato bucal succionador (que chupa), una faringe, buche y molleja. El resto es intestino Lombriz Roja Californiana de estos grupos, la lombriz que más nos interesa es la que se oculta debajo de la materia y restos orgánicos. Se y que se alimenta de ellos, produciendo con sus desperdicios humus o abono orgánico de fácil asimilación por las plantas. A este grupo pertenece la *Eisenia Foetida* o Roja Californiana, que tiene un gran apetito, lo que la hace la más deseada para producir abono en el mundo. (Dama, n.d.). En los Estados Unidos de América la cría de lombrices data desde unos 50

años, siendo la "lombriz roja californiana" denominación comercial: (red hybrid), la que revela mejores condiciones para la cría en cautiverio **Röben (28).**

Las lombrices están compuestas por dos tubos, uno dentro del otro, separados por el celoma, mismo que en coordinación con los músculos circulares y longitudinales permiten el movimiento de la lombriz en ambas direcciones, hacia adelante y hacia atrás. Participan también pequeñas estructuras externas presentes en los segmentos que se conocen como setas o quetas que le permiten adherirse o fijarse a la superficie e impulsarse. **Callejas (29).**

Según Román et al (30), la lombriz roja californiana tiene las siguientes características:

- Puede vivir hasta los 16 años.
- Pesa 1 gramo y puede alcanzar a un tamaño de 6 a 10 cm.
- Tiene 5 corazones, 6 pares de riñones y 182 conductos excretorios.
- Respira por la piel.
- Se alimenta de todo tipo de desechos orgánicos.
- El aparato digestivo de la lombriz humifica en pocas horas lo que tarda años a la naturaleza.
- Expulsa el 60% de la materia orgánica después de su digestión.
- La tierra que pasa por la lombriz tiene 5 veces más nitrógeno, 7 veces más potasio, el doble de calcio y de magnesio.
- 100,000 lombrices ocupando 2 m² son capaces de producir 2 kg de humus cada día.

- Puede vivir en poblaciones de hasta 50,000 individuos por m².
- Es hermafrodita insuficiente.
- Madura sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida.
- Se aparea y deposita cada 7 a 14 días una cápsula (cocoón) conteniendo de 2 a 20 huevos que a su vez eclosionan pasados los 21 días. Así una lombriz adulta es capaz de tener 1,500 crías en un año.

RANGO DE ADAPTACIÓN

a. Humedad.

El contenido de humedad óptimo de estas especies es del 80–85% aunque pueden tolerar un rango amplio de humedad. **Kaushal & Bisht. (31)**

b. Temperatura.

El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12-25° C; y para la formación de cocones entre 12 y 15° C. . **Kaushal & Bisht (31)**

c. pH.

El pH óptimo para su desarrollo está en un rango de 7 a 8. Es indispensable efectuar la prueba de acidez cada vez que se recibe una nueva partida de material orgánico con la finalidad de controlar su envejecimiento y su estado de descomposición. . **Kaushal & Bisht (31)**

d. Riego.

Los sistemas de riego empleados son el manual y por aspersión. El manual consta de una manguera de goma de características variables según la función de los lechos. Por su sencillez es muy difundido pero requiere un trabajador implicado exclusivamente en esta labor. . **Kaushal & Bisht (31)**

e. Aireación.

Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Dentro del lecho debe existir un adecuado intercambio gaseoso, el cual está relacionado con la textura del sustrato. **Kaushal & Bisht (31)**

f. Alimentación.

Fajardo, V. (2002), señala que las lombrices comen casi cualquier sustancia orgánica putrefacta y son muy golosas para las azúcares, las sales y la celulosa. Cuanto más fino sea el granulado de la comida, menor dificultad tendrá para ingerirla y por tanto mayor será la producción de humus; es indispensable que el granjero triture el alimento antes de suministrarlo, para acelerar el proceso de degradación y mejorar la textura. Se les puede dar viruta y aserrín de madera que proceda de árboles pobres de resina y bajos e taninos (las virutas de madera roja poseen altas cantidades), pues el exceso de esta sustancia es tóxico para las lombrices.. **Kaushal & Bisht (31)**

USOS

La lombriz roja californiana *Eisenia foetida* además de producir humus de lombriz para la nutrición de las plantas, se usa como alimento para aves de corral, peces y cerdos. Su harina se utiliza como suplemento alimenticio para animales (aves, peces, ganado y mascotas). Y por su alto contenido en proteínas en algunos países asiáticos y africanos, la lombriz se consume como alimento para el ser humano y en harinas para galleas y otros productos. **INIA (32)**.

Según **MONTOYA Y HUMBERTO (33)**; las propiedades químicas, físicas y biológicas más importantes del lombricompost son:

Propiedades químicas del lombricompost

- Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre.
- Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrógeno.
- Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón.
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.

Propiedades físicas del lombricompost

- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligando los sueltos y arenosos.
- Mejora la porosidad y, por consiguiente, la permeabilidad y ventilación.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.

Propiedades biológicas del lombricompost

- El vermicompost es fuente de energía, la cual incentiva a la actividad microbiana.
- Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.

ANÁLISIS QUÍMICO DEL LOMBRICOMPOST

Para **MONTOYA Y HUMBERTO (33)**, EL análisis químico que se realice al lombricompost, dependerá del sustrato utilizado para alimentar a las lombrices, además, al ser un producto natural, su estructura química puede modificarse. Este autor nos enseña algunos parámetros con valores más comunes, observados en otros tipos de humus de lombriz analizados.

CONCEPTO	RANGO y/o CANTIDAD
Arenas y gravas:	Exento
Calcio:	2,70% a 8%
Carbono orgánico:	14 - 30%
Contenido de cenizas:	No superior al 2%
Fósforo (P ₂ O ₅):	2% a 2,5 %
Humedad Ideal:	Entre 20 y 30%
Magnesio:	0,3% a 2,5 %
Materia orgánica:	65 - 70 %
Nitrógeno como N ₂ :	1,5% a 2,2%
pH:	Neutro, ubicándose entre 6, y 7,2
Potasio (K ₂ O):	1,0% a 1,5%
Relación C/N:	Se ubicará entre 9 y 13

FUENTE: MONTOYA Y HUMBERTO (33)

COMPOSICIÓN DE DIVERSOS LOMBRIHUMUS

Tipo de lombrihumus	N- total %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
E. bovino	2,02	0,80	0,50	2,04	0,85	1,07	217	408
E. cabra	1,31	0,71	1,77	5,01	0,55	2,55	129	236
E. conejo	1,50	1,20	0,20	2,86	0,65	2,61	124	776
E. gallinaza	1,33	1,66	0,08	10,20	0,60	1,31	644	901
Des. Hogar	2,01	0,73	1,40	5,02	0,73	1,15	567	659

Fuente: MONTOYA Y HUMBERTO (33)

En comparación a los otros abonos orgánicos tiene las siguientes ventajas:

- Es muy concentrado (1 tonelada de humus de lombriz equivale a 10 toneladas de estiércol).
- No se pierde el nitrógeno por la descomposición.
- El fósforo es asimilable; en los estiércoles no.
- Tiene un alto contenido de microorganismos y enzimas que ayudan en la desintegración de la materia orgánica (la carga bacteriana es un billón por gramo).
- Tiene un alto contenido de auxinas y hormonas vegetales que influyen de manera positiva en el crecimiento de las plantas.
- Tiene un pH estable entre 7 y 7.5.
- La materia prima puede ser cualquier tipo de residuo o desecho orgánico, también se utiliza la parte orgánica de la basura. **García y Solano (34).**

El humus de lombriz es uno de los mejores abonos orgánicos, porque posee un alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para el desarrollo de las plantas. Ofrece a las

plantas una alimentación equilibrada con los elementos básicos utilizables y asimilables por sus raíces. **Domínguez (24)**.

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), del orden anélido, clase oligoqueta y familia lombrícidae, aporta al mejoramiento del suelo manteniendo la fertilidad debido a que incrementa la disponibilidad de nitrógeno fósforo y azufre e inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que pueden afectar al cultivo. La crianza de esta lombriz se debe básicamente a la obtención como subproducto del lombrihumus que es materia orgánica digerida y excretada que sirve como un biofertilizante al momento de estar en contacto con la planta. **Pablo & Tejada (35)**.

LA MATERIA PRIMA O SUSTRATO

Para producir lombricompost se puede utilizar casi cualquier desecho orgánico que se descomponga (biodegradable). Las actividades que generan desechos orgánicos son la agropecuaria, la urbana y la industrial, según la cantidad que se produzca se pueden clasificar en:

- Pequeña Escala: 10 a 100 m²
- Mediana Escala: 100 a 1(100 m²)
- Gran Escala Mayor a 1000 m²

Dentro de los desechos generados por actividad se tienen las siguientes:

1. Urbana: desechos orgánicos domésticos y desechos de los mercados.
2. Agro-Industrial: Pulpas de papel, broza de café, cachaza, pinzote de banano, desechos de podas.
3. Pecuarios: estiércoles y otros desechos.

En las ciudades se producen grandes cantidades de desechos de origen doméstico; el 57,9% de ellos son biodegradables. Por lo cual la producción de abono orgánico con lombrices puede ser una buena alternativa para el manejo de estos residuos. En el campo agropecuario es muy beneficioso, ya que se utilizan productos de desecho que en otra circunstancia provocarían contaminación, además se reducen costos por compra de fertilizantes y se mejora considerablemente los suelos. .
Kaushal & Bisht (24).

EL PROCESO DE LOMBRICOMPOSTAJE

Según **Vásquez y Iannacone (26)**, Existen muchas formas de establecer una lombricompostera. Pueden construirse en camas sobre la tierra, cajones de madera, macetas, piletas de cemento, etc. Independientemente del método usado y de la materia prima utilizada, el proceso debe cumplir con algunas etapas para el éxito de la lombricompostera.

1. Preparación del sustrato orgánico: antes de que las lombrices se alimenten del material orgánico, es necesario que se descomponga por un tiempo para que pueda ser digerido por ellas.
2. Mezcla de lombriz con el sustrato orgánico: cuando el sustrato orgánico está un poco descompuesto, se agregan las lombrices con un poco de sustrato listo. Para proyectos que están iniciando, el número de lombrices inicialmente será pequeño, pero este irá aumentando enormemente en cuestión de meses.

3. El lombricompostaje: es el proceso de producir humus de lombriz. Durante este tiempo, la lombriz se alimenta de los sustratos orgánicos y los convierte en humus de lombriz o lombricompost. En este período, la lombriz además de alimentarse, se reproduce en el sustrato.
4. Captura de la lombriz y recolección del abono listo: una vez que el material orgánico se ha convertido en humus, debe separarse la lombriz del abono, para ello se coloca material orgánico precompostado fresco en trampitas hechas con cedazo a la par del material que contiene la lombriz, ellas se moverán hacia donde hay comida, dejando el abono o lombricompost que ya estará listo para ser utilizado.
5. Secado y tamizado del abono: luego que las lombrices han abandonado el abono o lombricompost, este puede ser secado. Posteriormente si requiere, puede ser tamizado, para darle una mejor presentación. El abono estará listo para ser aplicado a las plantas en macetas o en los cultivos en el campo. **García et al. (34).**

Todo el proceso puede durar entre 2 y 4 meses, dependiendo del material orgánico utilizado, la población de lombrices y las condiciones del proceso. **García et al. (34).**

EL PRODUCTO: LOMBRICOMPOST

Este abono orgánico es un material altamente descompuesto y estable. Posee un buen balance de nutrimentos de rápida y lenta liberación para las plantas. El lombricompost posee también una alta población microbiana benéfica, por lo que el material final debe mantenerse necesariamente entre 50 y 60% de humedad; además tiene algunas

sustancias llamadas fitohormonas, las cuales estimulan el crecimiento vegetal. Algunos ejemplos del contenido químico de lombricompost obtenido a partir de diferentes materiales son los siguientes:

Tipo de sustrato	% humedad	pH	% C	% N	% P	% K	C/N
Broza de café	61	6.5	19	1.5	0.7	0.4	13
Desechos domésticos	46	7.1	35	2.2	1.9	1.2	16
Estiércol vacuno	58	7.1	12	1.7	1.6	1.4	7

Fuente: ORTIZ, 2018.

1.3. Definición de términos básicos

Análisis de Varianza: Técnica descubierta por Fisher, es un procedimiento aritmético para descomponer una suma de cuadrados total y demás componentes asociados con reconocidas fuentes de variación.

Biosólidos: Son residuos orgánicos sólidos, semisólidos o líquidos que resultan del tratamiento de las aguas residuales procesadas

Coefficiente de Variación: Es una medida de variabilidad relativa que indica el porcentaje de la media correspondiente a la variabilidad de los datos.

Compostaje: Es un producto obtenido a partir de diferentes materiales de origen orgánico, los cuales son sometidos a un proceso biológico controlado de oxidación denominado compostaje

Diseño Experimental: Es un proceso de distribución de los tratamientos en las unidades experimentales; teniendo en cuenta ciertas restricciones al azar y con fines específicos que tiendan a determinar el error experimental.

Enmienda Orgánica: Es un producto que se le adiciona a un suelo para la corrección y mejora de al menos una condición física, química o biológica del mismo, de forma tal que las nuevas condiciones sean más adecuadas para las plantas sembradas (o por sembrar) en éste.

Enzimas: Es un catalizador biológico. Es una proteína que acelera la velocidad de una reacción química específica en la célula

La lombricultura: El uso de desechos orgánicos en las comunidades rurales es una práctica antigua y frecuente, buscando con ello mejorar el contenido de materia orgánica del suelo para mantener la fertilidad del mismo.

Producción: Término referido al nivel del producto aprovechable obtenido según la cantidad del vegetal al llegar al periodo de cosecha de una misma área utilizada.

Prueba de Tukey: Prueba de significancia estadística utilizada para realizar comparaciones precisas, se aun cuando la prueba de Fisher en el análisis de Varianza no es significativa.

Porosidad: Se denomina porosidad a la condición de poroso: que presenta poros. Un poro, en tanto, es una abertura muy pequeña.

Tratamiento: Los tratamientos vienen a constituir los diferentes procedimientos, procesos, factores o materiales y cuyos efectos van a ser medidos y comparados.

Unidad experimental: La unidad experimental, es el objeto o espacio al cual se aplica el tratamiento y donde se mide y analiza la variable que se investiga.

Vermicompost: Es una técnica que consiste en un proceso de bio-oxidación y estabilización de la materia orgánica, mediado por la acción combinada de lombrices de tierra y microorganismos, del que se obtiene un producto final estabilizado, homogéneo y de granulometría fina denominado vermicompost o humus de lombriz

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

Hipótesis general

El lodo del estiércol de porcino y la bovinaza influirá en las características químicas del lombricompost

Hipótesis específica

✓ Al menos una de los dos sustratos orgánicos y combinado influirá en el pH, N, P₂O₅, K₂O, MgO y CaO del lombricompost

2.2. Variables y su operacionalización

Cuadro N° 01. Operacionalización de las variables de investigación

Variables	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medios de Verificación
X.- dos tipos de estiércoles	Abonos orgánicos de la actividad pecuaria para mejora del suelo	Cualitativa	50kg/0.5m ² estiércol de Bovino 50kg/0.5m ² de lodo de estiércol de Porcino 25kg/0.5m ² estiércol de bovinaza + 25kg de lodo de estiércol de porcino	Nominal Nominal Nominal	Media Medio Media	25 a 50 kilos/0.5 m ² 25 a 50 kilos/0.5 m ² 25 a 50 kilos/0.5 m ²	Formato de registro de toma de datos de evaluación
Y1. Características químicas	Cantidad de nutrientes del lombricompost	Cuantitativas	- pH - Nitrógeno - Fosforo - Potasio - Magnesio - Calcio	jerárquico	Bajo Medio alto	Escala % % % % %	Formato de registro de toma de datos de evaluación

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño

3.1.1. Tipo de investigación

Es una investigación del tipo descriptivo experimental transversal

3.1.2. Diseño de la investigación

Es experimental cuantitativo transversal. Para cumplir los objetivos planteado se utilizó el Diseño Completo al Azar (D. C.A), con tres tratamientos y seis repeticiones

Cuadro N° 02. Tratamientos en estudio

Fuente	Tratamiento	Dosis
TRES TIPOS DE ABONO	T1	50kg/0.5m ² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas
	T2	50kg/0.5m ² de lodo de estiércol de Porcino + 1000 lombrices adultas
	T3	25kg/0.5m ² estiércol de bovino + 25 kilos de lodo de estiércol de porcino + 1000 lombrices adultas

Cuadro N° 03. Análisis de Varianza

Fuente Variación	G L	
tratamiento	$t - 1$	$= 3 - 1 = 2$
Error	$n - t$	$= 18 - 3 = 15$
TOTAL	$n - 1$	$= 18 - 1 = 17$

3.2. Diseño muestral

Se utilizó un diseño adecuado para las evaluaciones que permitió maximizar la cantidad de información en el presente trabajo de investigación.

3.2.1. Población

La población del trabajo de investigación es finita que fue de 18 unidades experimentales de 1m x 0.5 m, con una población de lombrices de 1000 por unidad experimental, se utilizó un paquete estadístico de inforstat.

3.2.2. Muestra

Se tomó de todas las unidades experimentales una cantidad de un kilo de lombricompost para mandar al laboratorio.

3.2.3. Muestreo

3.2.3.1. Criterios de selección

Se tomó las muestras de todas las unidades experimentales con mucho cuidado sin contaminarlo.

3.2.3.2. Inclusión

Las 18000 lombrices adultas es la población en que se incluyó el trabajo de investigación.

3.2.3.3. Exclusión

Para la evaluación de las muestras no se excluyó ninguna unidad experimental.

3.3. Procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Instrumentos de recolección de datos

En Campo

La evaluación se realizó a los 90 días de comenzado el trabajo de investigación, con 18 lechos que fueron las unidades experimentales con siembra inicial de 1000 lombrices por cada unidad experimental.

El instrumento que se utilizó para la recolección de datos fue el análisis de laboratorio

3.3.2. Características del campo experimental

a. De las parcelas.

- i. Cantidad. : 18
- ii. Largo. : 1.0 m
- iii. Ancho. : 0.5 m
- iv. Separación. : 0.5 m
- v. Área. : 0.5 m²

b. Del campo Experimental.

- i.Largo. 13.0m
- ii.Ancho. : 4.5 m
- iii.Área. : 58.5 m²

3.3.3. Manejo agronómico del cultivo

a. Trazado del campo experimental:

Consistió en que la demarcación del campo experimental estuvo de acuerdo a la distribución experimental planteada en la aleatorización de los tratamientos; delimitando el área del experimento y dividiéndole en repeticiones.

Muestreo del lombricompost:

Se procedió a realizar un muestreo de las 18 unidades experimentales en el lombricompost.v v v v

b. siembra:

La siembra de las lombrices fue de 1000 lombrices adultas por cada unidad experimental.

c. Aplicación de abonos orgánicos.

Se aplicó para el tratamiento T1 la cantidad de 50 kilos de bovinaza, para el T2 de 50 kilos de lodo de estiércol de porcino y T3 de 25 kilos de bovinaza y 25 kilos de lodo de estiércol de porcino.

d. Control de plagas:

Esta labor se efectuó en forma manual a la cuarta semana después de la siembra de lombrices. Y esto dependerá de la incidencia de plagas.

3.3.4. Instrumento y Evaluación

Características químicas del Lombricompost.

Se determinó las características químicas del lombricompost, las evaluaciones fueron: pH, nitrógeno, fosforo, potasio, magnesio y calcio se envió al laboratorio de la Universidad Nacional de San Martín que se encuentra en la ciudad de Tarapoto.

El efecto de las variables dependientes se registró con los instrumentos de medición debidamente calibrados y ajustados para optimizar los valores; el número de repeticiones permitieron minimizar el efecto del error, la precisión y exactitud se tomaron en consideración en relación a los efectos aleatorios y sistemáticos.

3.4. Procesamiento y análisis de los datos

Tomando en cuenta que todas las variables son numéricas y de razón, su procesamiento se realizó mediante técnicas estadísticas paramétricas, y se hizo con un Diseño Completo al Azar con tres tratamientos y seis repeticiones. Los datos recolectados en campo se procesaron en gabinete con el paquete estadístico Infostat, la que nos indicó mediante la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas, supuestos para emplear una prueba estadística paramétrica o no paramétrica; y la representación gráfica para todas las variables se realizó mediante el análisis de gráficos de efectos, las hipótesis de cada variable en estudio, se contrastó de la interpretación en cada gráfico

efectos en esta investigación de nivel explicativo, donde se hizo un análisis de varianza y Tukey, sino una prueba no paramétrica.

3.5. Aspectos éticos

Se respetó los lechos, las lombrices, su entorno del ambiente y la metodología, se respetó las normas éticas que señala el buen investigador. También se trabajó con total claridad con referencia a algunos autores que aportaron información al tema.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS QUIMICAS.

4.1.1. Materia Orgánica – MO (%)

En el Cuadro 04, se presenta, el valor de la prueba p-valor del análisis de varianza para el promedio de MO (%), donde se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos ($p = 0.0142$), por lo que se rechaza la hipótesis de la igualdad de medias.

El coeficiente de variabilidad de los análisis es de 6.17 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro N° 04. Análisis de varianza del % MO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MO (%)	18	0.43	0.36	6.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	2.02	2	1.01	5.73	0.0142 *
Error	2.64	15	0.18		
Total	4.66	17			

CV = 6.17 %

* Significativo, Alfa=0.05

El ANVA expresa que al menos uno de los tres tipos de abonos, es diferente a los demás en los promedios del contenido de materia orgánica MO (%), por lo que se procedió a realizar la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para corroborar tal afirmación.

Cuadro N° 05. Prueba de Tukey de % MO

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.62902

Error: 0.1759 gl: 15

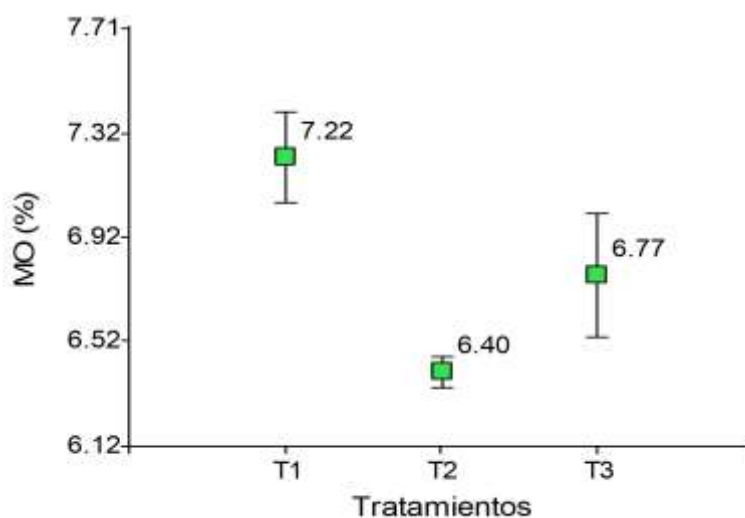
O.M	Tratamientos	Medias	n	E.E.	Significancia (5%)	
1	T1	7.22	6	0.17	A	
2	T3	6.77	6	0.17	A	B
3	T2	6.40	6	0.17		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El Cuadro N° 05, la prueba de Tukey indica la presencia de dos grupos heterogéneos, donde el T1 con un promedio de 7.22 % de MO, ocupó el primer lugar al orden de mérito y en el último lugar se encuentra el T2 con un promedio de 6.40 % de MO

Gráfico N° 01. Efecto de tres tipos de lombricompost en % de

MO



En el gráfico N° 01, se puede observar el efecto de los tres tipos de abonos en la composición química del, en este caso el % de MO donde el T1 resultó ser mejor aunque no difiere estadísticamente con el T3 (25kg/0.5m² estiércol de bovino + 25 kilos de lodo de estiércol de porcino + 1000 lombrices adultas).

4.1.2. Fosforo - P (ppm).

En el Cuadro 06, se presenta, el valor de la prueba p-valor del análisis de varianza para Fosforo - P (ppm), donde se observa que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($p = 0.002$).

Cuadro N° 06. Análisis de varianza de P (ppm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P (ppm)	18	0.56	0.5	4.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1.58	2	0.79	9.64	0.002 *
Error	1.23	15	0.08		
Total	2.81	17			

CV = 4.13 %

* Significativo, Alfa=0.05

El ANVA expresa que al menos uno de los tres tipos de abonos es significativo entre los promedios de P (ppm), por lo que se realizó la prueba de Tukey para corroborar los resultados de ANVA.

Cuadro N° 07. Prueba de Tukey de P (ppm)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.42949

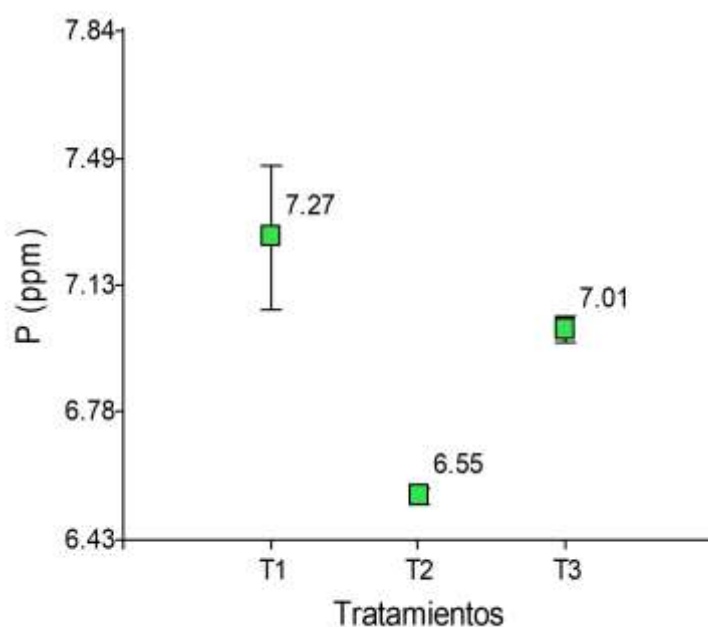
Error: 0.0820 gl: 15

O.M	Tratamientos	Medias	n	E.E.	Significancia (5%)
1	T1	7.27	6	0.12	A
2	T3	7.01	6	0.12	A
3	T2	6.55	6	0.12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el Cuadro N° 07, la prueba de Tukey indica la presencia de dos grupos, donde T1 y T3 con promedios de 7.27 y 7.01 respectivamente son estadísticamente iguales, mostrando diferencia estadística con el T2 que obtuvo un promedio en el contenido de Fosforo de 6.55 ppm.

Gráfico N° 02. Efecto de tres tipos de lombricompost en contenido de P (ppm)



En el gráfico N° 02, se puede observar el efecto de los tres tipos de abonos en la composición química del lombricompost, en la que el T1 y T3 resultaron ser los mejores en el contenido de P (ppm).

4.1.3. POTASIO - K (ppm).

En el Cuadro 08, se presenta, el valor de la prueba p-valor del análisis de varianza de K (ppm), donde se observa que existe diferencia estadística entre las medias de los tratamientos ($p=0.0005$). El coeficiente de variabilidad de los análisis es de 3.68 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro N° 08. Análisis de varianza de K (ppm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
K (ppm)	18	0.64	0.59	3.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1373.1	2	686.55	13.13	0.0005 *
Error	784.16	15	52.28		
Total	2157.27	17			

CV = 3.68 %

* Significativo, Alfa=0.05

El ANVA expresa que al menos uno de los tres tipos de abonos es significativo entre los promedios de P (ppm), por lo que se realizó la prueba de Tukey para corroborar los resultados de ANVA.

Cuadro N° 09. Prueba de Tukey de K (ppm).

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.84294

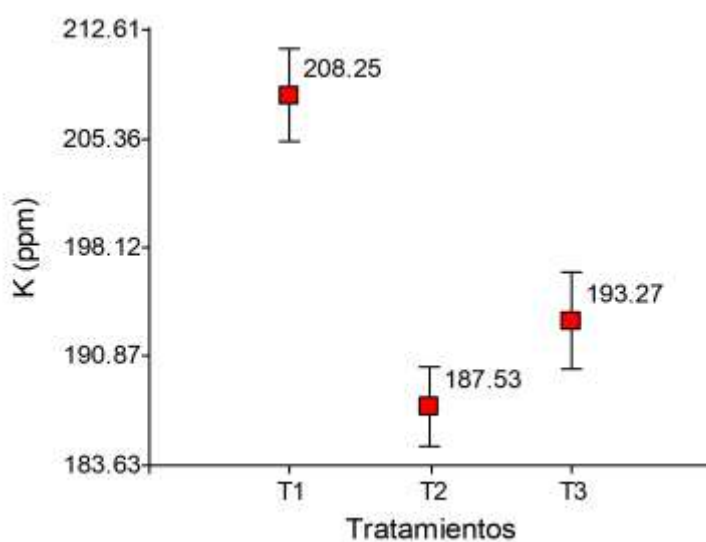
Error: 52.2774 gl: 15

O.M	Tratamientos	Medias	n	E.E.	Significancia (5%)
1	T1	208.25	6	2.95	A
2	T3	193.27	6	2.95	B
3	T2	187.53	6	2.95	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el Cuadro N° 09, la prueba de Tukey indica la presencia de dos grupos para las medias de Potasio K (ppm), donde T1 (50kg/0.5m² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas) con promedios de 208.25 ppm, es superior estadísticamente a T3 y T2 que obtuvieron promedios de 193.27 y 183.53 ppm.

Gráfico N° 03. Efecto de tres tipos de lombricompost en el contenido de K (ppm)



En el gráfico N° 03, se puede observar el efecto de los tres tipos de abonos en la composición química del lombricompost, en la que el T1 obtuvo el mejor resultado en el contenido de K (ppm).

4.1.4. Calcio - Ca meq/100g

En el Cuadro 10, se presenta, el valor de la prueba p-valor del análisis de varianza de Calcio Ca meq/100g, donde se observa que existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos ($p = 0.0001$)

El coeficiente de variabilidad de los análisis es de 4,1 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro N° 10. Análisis de varianza de Ca meq/100g

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ca meq/100g	18	0.74	0.7	4.1

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	14.29	2	7.15	20.92	<0.0001 *
Error	5.12	15	0.34		
Total	19.42	17			

CV = 4.1 %

* Significativo, Alfa=0.05

El ANVA expresa que al menos uno de los tratamientos (tipos de abono) muestra diferencia estadística significativa para la media Calcio (Ca Meq/100g), por lo que procedió a realizar la prueba de Tukey, que se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 11. Prueba de Tukey de Ca meq/100g

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.87645

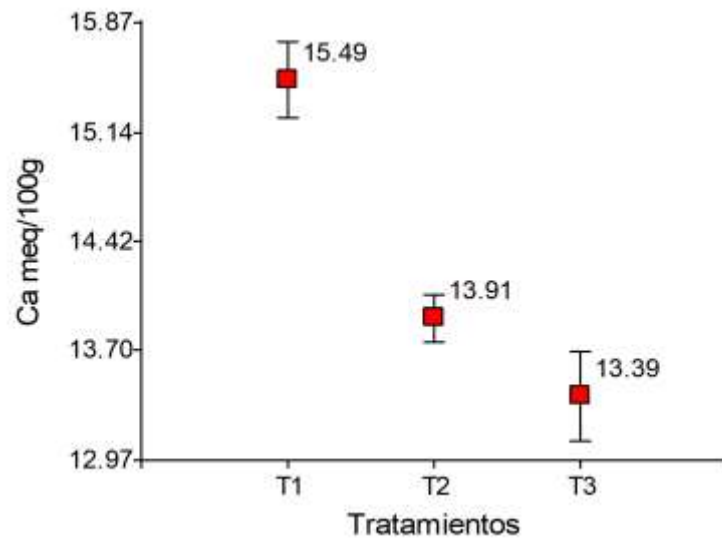
Error: 0.3416 gl: 15

O.M	Tratamientos	Medias	n	E.E.	Significancia (5%)
1	T1	15.49	6	0.24	A
2	T2	13.91	6	0.24	B
3	T3	13.40	6	0.24	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el Cuadro N° 11, se reporta la prueba de Tukey de la medias de Calcio (Ca meq/100g) donde se observa la presencia de dos grupos heterogéneos, en la que el T1 (50kg/0.5m2 estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas) con promedio de 15.49 ppm es estadísticamente superior a las medias de los tratamientos T2 y T3, 13.91 y 13.40 respectivamente.

Gráfico N° 04. Efecto de tres tipos de lombricompost en el contenido de Ca (meq/100g)



En el gráfico N° 04, se puede observar el efecto de tres tipos de abono en la composición química del lombricompost, al realizar el análisis respectivo se encontró que el T1 (50kg/0.5m2 estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas) presento mayor promedio de Calcio con 15.49 meq/100g.

4.1.5. Magnesio - Mg meq/100g

En el Cuadro 12, se presenta, el valor de la prueba p-valor del análisis de varianza de Mg meq/100g, donde se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos ($p = 0.0326$). El coeficiente de variabilidad de los análisis es de 7.16 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro N° 12. Análisis de varianza de Mg meq/100g

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mg meq/100g	18	0.37	0.28	7.16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0.17	2	0.08	4.34	0.0326 *
Error	0.29	15	0.02		
Total	0.46	17			

CV = 7.16 %

* Significativo, Alfa=0.05

El ANVA expresa que al menos uno de los tratamientos (tipos de abono) muestra diferencia estadística significativa para la media Mg Meq/100g, por lo que procedió a realizar la prueba de Tukey, que se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 13. Prueba de Tukey de Mg meq/100g

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.20797

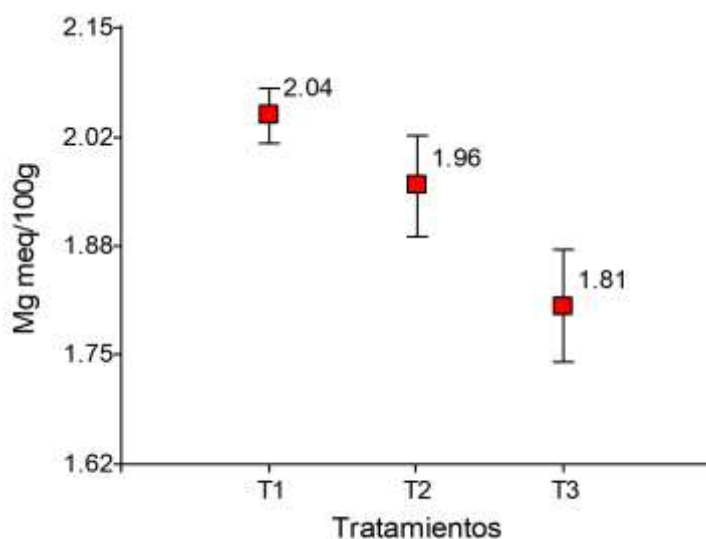
Error: 0.0192 gl: 15

O.M	Tratamientos	Medias	n	E.E.	Significancia (5%)
1	T1	2.04	6	0.06	A
2	T2	1.96	6	0.06	A B
3	T3	1.81	6	0.06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el Cuadro N° 13, se reporta la prueba de Tukey de las medias de Magnesio (Mg meq/100g) donde se observa que T1 (50kg/0.5m2 estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas) y T2 (50kg/0.5m2 de lodo de estiércol de Porcino + 1000 lombrices adultas) con promedio de 2.04 y 1.96 meq/100g, no difieren estadísticamente, pero a la ves T1 es superior estadísticamente a T3.

Gráfico N° 05. Efecto de tres tipos de lombricompost en el contenido de Mg meq/100g



En el gráfico N° 05, se puede observar el efecto de tres tipos de abono en la composición química del lombricompost, al realizar el análisis respectivo se encontró que el T1 (50kg/0.5m2 estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas) presento mayor promedio de Mg con 2.04 meq/100g.

ANÁLISIS DE VARIANZA NO PARAMÉTRICA - PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS

4.1.6.pH.

En el Cuadro 14, se presenta el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis para la variable pH, de tres tipos de abonos (Lombricompost), se puede apreciar que existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos en estudio ($p < 0.05$).

Cuadro N° 14. Análisis de varianza no paramétrica del pH

Variable	Trat.	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
pH	T1	6	8.16	0.07	8.17	15.5	11.39	0.0033 *
pH	T2	6	6.94	0.19	6.99	6.25		
pH	T3	6	6.99	0.08	7.00	6.75		

* Significativo, Alfa=0.05

El ANVA expresa que los tratamientos difieren estadísticamente entre ellos en el pH del Lombricompost, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias para corroborar dicho resultado.

Cuadro N° 15. Prueba de medias para el pH

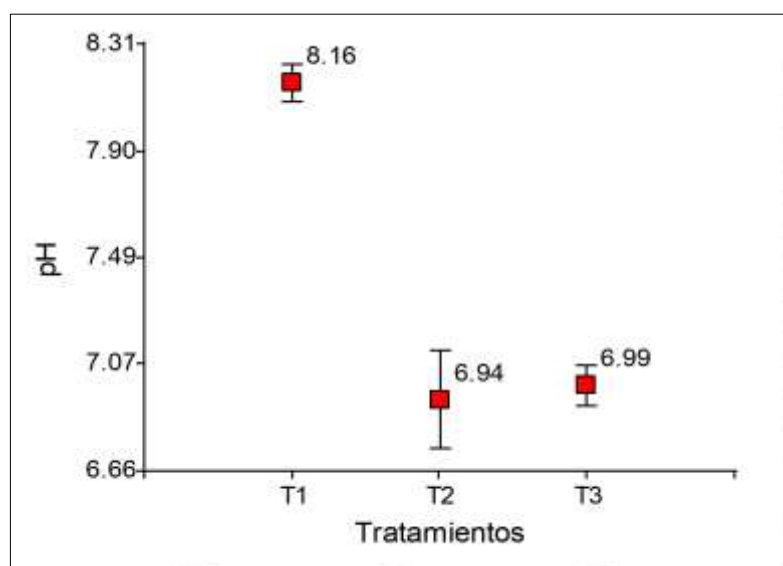
O.M	Trat.	Medias	Ranks	Significancia (5%)
1	T2	6.94	6.25	A
2	T3	6.99	6.75	A
3	T1	8.16	15.5	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el Cuadro N° 15, se muestra la prueba de medias para el pH en los tres tipos de abonos, donde se observa dos grupos en el que T2

(50kg/0.5m² de lodo de estiércol de Porcino + 1000 lombrices adultas) y T3 (25kg/0.5m² estiércol de bovino + 25 kilos de lodo de estiércol de porcino + 1000 lombrices adultas) con medias de 6.94 y 6.99 respectivamente son estadísticamente iguales, por el contrario T1 (50kg/0.5m² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas) obtuvo 8.16 de pH, y a la vez es significativo con respecto a los demás tratamientos.

Gráfico N° 06. Efectos de tres tipos de lombricompost en el pH



En el gráfico N° 06, se puede observar el efecto de tres tipos de abono en la composición química del lombricompost, al realizar el análisis respectivo se encontró que el T1 (50kg/0.5m² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas) presento mayor promedio de 8.16 de pH (neutro).

4.1.7. Nitrógeno – N (%)

En el Cuadro 16, se presenta, el valor de la prueba p-valor del análisis de varianza para **Nitrógeno (%)**, donde se observa que para la fuente de variación Tratamientos existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

Cuadro N° 16. Análisis de varianza no paramétrica de N (%)

Variable	Trat.	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
N (%)	T1	6	0.37	0.05	0.4	11.5	5.05	0.0334
N (%)	T2	6	0.3	0.00	0.3	5.5		
N (%)	T3	6	0.37	0.05	0.4	11.5		

* Significativo, Alfa=0.05

El ANVA de Kruskal Wallis expresa que al menos uno de los tipos de abono influye en el % de Nitrógeno en lombricompost, por lo que se realizó la prueba de medias.

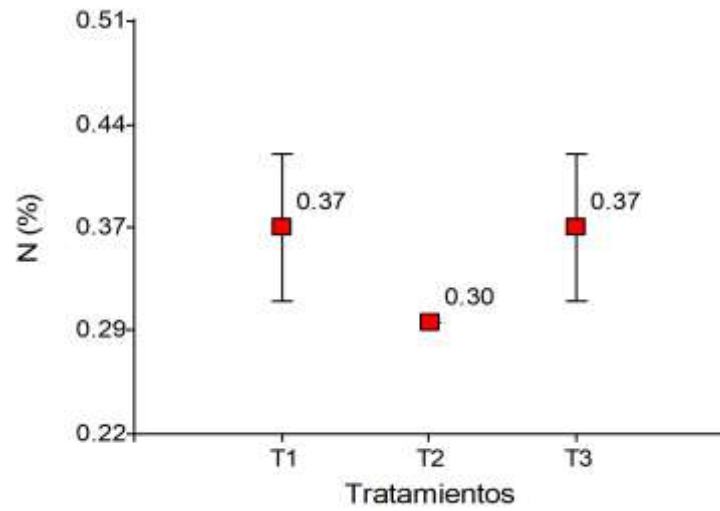
Cuadro N° 17. Prueba de medias para N (%)

O.M	Trat.	Medias	Ranks	Significancia (5%)
1	T2	0.30	5.5	A
2	T1	0.37	11.5	B
3	T3	0.37	11.5	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el Cuadro N° 17, se muestra la prueba de medias para el N (%) en los tres tipos de abonos, donde se observa que las medias están en dos grupo indicando que existe diferencia estadística lo que se contradice con el ANVA.

Gráfico N° 07. Efectos de tres tipos de lombricompost en el contenido de N (%)



En el gráfico N° 07, se puede observar el efecto de tres tipos de abono en la composición química del lombricompost, al realizar el análisis respectivo se encontró que difieren estadísticamente en contenido de N (%) en su composición.

CAPÍTULO V: DISCUSIONES

En el presente trabajo de investigación denominada LODO DE PORCINO Y BOVINAZA Y SU EFECTO EN LA CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL LOMBRICOMPOST EN IQUITOS, PERÚ – 2020, se ha encontrado en la composición química del lombricompost del pH con el tratamiento T1 (50kg/0.5m² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas) obtuvo 8.16 de pH, este resultado es superior a lo que reporta **Trinidad, (12)**, En cuanto al pH, con una aplicación de 50% de lodo, 30% de estructurante y 20% Vegetal se obtuvo un pH de 4.94.

Con el lombricompost del T1 (50kg/0.5m² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas) se obtuvo 7.27 ppm de Fosforo P, al respecto **Torrejón (12)**, reporta en su trabajo de investigación valores de fosforo que va desde 0.62 a 0.83% con 90% estiércol de vacuno + 10% de aserrín.

En la presente investigación se ha encontrado que con valores 208.25 ppm de Potasio (K) en el lombricompost de T1 (50kg/0.5m² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas). **Torrejón (12)**, en una investigación realizada aplicando 90% estiércol de vacuno + 10% de aserrín, encontró potasio de 0.58 a 0.74%.

Con el T1 (50kg/0.5m² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas) se logró el mayor promedio de Calcio con 15.49 ppm

Al compostar se logra descomponer el nitrógeno contenido en los residuos orgánicos en formas más fáciles de adsorber para las plantas, como los nitritos y los nitratos. En el compostaje se pueden utilizar

materiales como: hojas secas y verdes, tallos, ramas, estiércol de bovino, papel y lodo de plantas de tratamiento de aguas. **Porcel et al., (36)** .

El "lombricompost", también llamado "vermicompost", es un tipo de abono orgánico que resulta del proceso descomponedor que llevan a cabo cierto tipo de lombrices. El proceso inicia cuando la lombriz se alimenta de cualquier sustrato o desecho orgánico biodegradable y lo transforma en humus (materia orgánica bien descompuesta). Este abono no solo aporta nutrientes a las plantas, sino que también mejora las propiedades físicas y biológicas del suelo. **Domínguez (24)**.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados encontrados en el trabajo de investigación, titulada LODO DE PORCINO Y BOVINAZA Y SU EFECTO EN LA CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL LOMBRICOMPOST EN IQUITOS, PERÚ – 2020, se concluye lo siguiente:

1. Con el T1 (50kg/0.5m² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas), se logró un pH de 8.16, se logró incrementar el porcentaje de MO (7.22 %).
2. De igual manera el Fosforo (P) y Potasio (K) también se vieron favorecidos con la aplicación de T1 (50kg/0.5m² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas), y T3 (25kg/0.5m² estiércol de bovino + 25 kilos de lodo de estiércol de porcino + 1000 lombrices adultas) con valores de 7.27 y 7.01 ppm. Para el Potasio (K), se obtuvo 208.25 ppm con el T1.
3. Para las variables N y pH se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, debido a que no se cumplía con la normalidad y homogeneidad de vainazas.
4. El nitrógeno N (%), con el T1 (50kg/0.5m² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas), y T3 (25kg/0.5m² estiércol de bovino + 25 kilos de lodo de estiércol de porcino + 1000 lombrices adultas) se encontró valores de 0.37 %

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda aplicar el T1 (50kg/0.5m² estiércol de Bovino + 1000 lombrices adultas) para mejorar la composición química del lombricompost.
- 2.- Se recomienda realizar evaluaciones con otro tipo de abonos orgánicos disponibles en la zona.
- 3.- Aplicar este lombricompost en diferentes especies forrajeras, para ver su efecto en la nutrición de las plantas.
- 4.- Realizar trabajos con diferentes densidades de lombrices.

CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- 1.- **Metzger L, Yaron B** Influence of sludge organic matter on soil physical properties. Adv. Soil Sci. 2000. 7: 141-163
- 2.- **Muñoz GF, Polo Gómez MJ, Giradles JV** Modificación de algunas propiedades físicas de un suelo del valle de Guadalquivir enmendado con lodos de depuradora. Estudios de la zona no saturada. En Muñoz- Capena R, Ritter A, Tascón C (Eds.) Actas de las IV Jornadas sobre Investigación de la Zona no Saturada del Suelo. ICIA. Tenerife, España. 2000. pp. 115-143
- 3.- **Liebig MA, Tanaka DL, Wienhold BJ** Tillage and cropping effects on soil quality indicators in northern Great Plains. Soil Tillage Res. 2004 78: 131-141.
- 4.- **Reyes J, Martínez S, Sastré A, Bigeriego M, Porcel M** Resultados preliminares de la aplicación de lodos de depuradora como fertilizante y su implicación en la migración de nitratos a través de la zona no saturada. Geogaceta 20: 1284-1288. 2001.
- 5.- **Otero JL, Andrade ML, Marcet P** Caracterización química y evaluación agronómica de dos tipos de lodos residuales. Inv. Agric. Prod. Veg 2000. 11: 117-131.
- 6.- **Tapia F.** Valorización agrícola de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas, como fertilizante en cultivos anuales, experiencia en Chada, R.M., entre los años 2001-2003. En: SEMINARIO: USO BENÉFICO DE LODOS. Proyecto: Valorización de

lodos como fertilizantes: 10 y 11 de Agosto de 2004. Santiago, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie Actas INIA N° 27:63-72, 2005. 208p

- 7.- **Henriquez, O.** ANÁLISIS Y CRITERIOS MÍNIMOS PARA LA APLICACIÓN DE LODOS TRATADOS PROVENIENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN AGROSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE MELIPILLA, REGIÓN METROPOLITANA, CHILE. TESIS. 2011
- 8.- **EPA** Environmental Regulations and Technology: Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge. Trad. JA Vigil. Washington D.C., US, EPA. 2003.173-176 p.
- 9.- **Torrejón D.** "PROPORCIÓN DE ESTIERCOL DE VACUNO Y ASERRÍN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL VERMICOMPOST. SAN JUAN BAUTISTA. LORETO - 2015" TESIS. FACULTAD DE AGRONOMIA. 2015, 78 pág
- 10.- **Marquina et al.**. Obtención de abonos orgánicos por medio de las lombrices "Eisenia Foetida" a partir de los lodos residuales de la Planta de Tratamiento de aguas residuales San Antonio de Carapongo Lima – Perú. 2016
- 11.- **Auxilia, D.** utilización de la lombricultura en la transformación de lodo residual de una empresa productora de papel en abono orgánico (humus). *Universidad de Carabobo. Venezuela. 2005.*
- 12.- **Trinidad S.A.** Abonos organicos. (en linea). Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Instituto

de Recursos Naturales Colegio de Postgraduados, Chapingos, Mx.
Consultado 10 sept. 2012. Disponible
en: www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/.../Abonos%20organicos.pdf

- 13.- **Castro, L., Rodríguez, A., & Balcazar, H.** Mitigación de la contaminación por residuos sólidos de matadero y otros, mediante lombricultura, en la ciudad de Sucre. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. 2014, 1-11
- 14.- **Torres C, E.** Reutilización de aguas y lodos residuales: lodos residuales. (en línea). Universidad Politécnica de Madrid. España, 2000. ES. Consultado 29 oct. 2010. Disponible en: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/lodos.pdf>
- 15.- **Oropeza G, N.** Lodos residuales: tratamiento, estabilización y manejo. (en línea). Universidad de Quintana Roo, Quintana Roo, MX. Consultado 29 oct. 2010. Revista Caos 21(1): 61 – 70 Disponible en: http://dci.uqroo.mx/RevistaCaos/2006_Vol_1/Num_1/NO_Vol_I_2130_2006.pdf
- 16.- **Winkler, M. Tratamiento Biológico de Aguas de Desecho. Editor José O. Valderrama, Centro de Información Tecnológica. 2015**, edición 86 <http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>
- 17.- <http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>
- 18.- **Hilleboe, H.** Manual de Tratamiento de Aguas Negras. Tratamiento y Disposiciones de los Lodos. Trad. César F, Rev. MR Mata. México D. F., MX. Editorial Limusa. 2000. p. 115

- 19.- **Banegas et al.** El compostaje anaerobio de lodos de aguas residuales usando dos proporciones de aserrín. (en línea). Universidad Politécnica de Cartagena, CO. Volumen 27, Número 10, 2007, Pág. 1317–1327. Consultado 10 sept. 2012. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X0600273X>
- 20.- **Romero, J.A.** Tratamiento de aguas residuales. Teoría y Principio de Diseño. 1ª Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería Santa Fe de Bogotá. CO. 2000.1180 p.
- 21.- **EPA (United States Environmental Protection Agency).** Folleto informativo de tecnología de biosólidos: Aplicación de biosólidos al terreno. Washington, D.C., US. EPA. 2000. 13 p
- 22.- **Acosta G. et al. S. F.** Efectos de la aplicación del lodo residual municipal sobre suelo y plantas. (en línea). Universidad de Zulia, Estado de Falcón. VE. Consultado 10 sept. 2012. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsaidis/aresidua/peru/ventar006.pdf>
- 23.- **Solivia M, Huerta O.** compostaje de lodos resultantes de la depuración de aguas residuales urbanas. Escuela superior de agricultura. Barcelona 2004.
- 24.- **Domínguez, J.** State of the art and new perspectives on vermicomposting research. Pp. 401-424. In: C. A. Edwards (Ed.). Earthworm ecology, 2nd Ed. CRC Press, Boca Raton. 2004.
- 25.- **Bollo, T.** Lombricultura: una alternativa de reciclaje. In Lombricultura: una alternativa de reciclaje. 1999.

- 26.- **Vásquez, J. C., & Iannacone, J.** La lombricultura como aporte para la agricultura sostenible en el Perú. Cátedra Villarreal, 2017. 2(2).
- 27.- **Hickman C P, Ober WC, Garrison CW.** Principios integrales de zoología. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana; 2006.
- 28.- **Röben, E.** Manual de compostaje para municipios. Compostaje. (en línea). Ilustre municipio de Loja, EC. Consultado 25 nov. 2011. Disponible en: www.resol.com.br/Cartilha7/ManualCompostajeParaMunicipios.pdf
- 29.- **Callejas P, AM.** Estudio del compostaje aeróbico como alternativa para la estabilización de lodos procedentes de una planta de tratamiento de aguas servidas de la Región del Bío Bío. 2008 (en línea). Tesis Mag sc. Temuco, CL. Universidad de la Frontera. Consultado 10 sept. 2012. Disponible en: http://www.doctoradorrnn.ufro.cl/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=38&tmpl=component&format=raw&Itemid
- 30.- **Roman Pilar, Martínez María y Pantoja Alberto.** Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 2013.
- 31.- **Kaushal, B. R. & S. P. S. Bisht.** Growth and cocoon production of *Drawidia nepalensis* (Oligochaeta). *Biology & Fertility of Soils*. 2000. 14(3): 205–212.
- 32.- **INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria PE).** Conservación In Situ de los cultivos nativos y sus parientes silvestres, Preparación y uso

del compost. 2008. (en línea). Biblioteca Nacional del Perú. PE.
Consultado 10 sept. 2012. Disponible en:
<http://www.inia.gob.pe/genetica/insitu/Compost.pdf>

- 33.- **Montoya Navarrete, Carlos Humberto.** Manual de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnologías, Programa de Tecnología Química, 2011.
- 34.- **GARCÍA Mary y Solano Viviana.** Manual de cría de la lombriz de tierra. Una alternativa ecológica y rentable. Editorial San Pablo. Bogotá. 2005.
- 35.- **Pablo, J., & Tejada, C.** Producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y lombrihumus con estiércol de vaca , cabra , cerdo y caballo Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.. 2007.
- 36.- **Porcel MA, Walter I, Bigeriego M.** Utilización del compost de lodo como abono orgánico mineral en maíz. Jornadas Int. Aguas Residuales Urbana e Industriales. Sevilla , España. 1994. p. 4.

ANEXOS

ANEXO I: DATOS METEOROLOGICOS. 2019

Datos meteorológicos registrados durante el desarrollo del trabajo de investigación

Meses	Temperaturas		Precipitación Pluvial (mm)	Humedad relativa (%)	Temperatu ra media Mensual
	Máx.	Min.			
SETIEMBRE	33.66	23.5	269.8	95	27.8
OCTUBRE	33.38	23.4	294.3	93	27.3
NOVIEMBRE	32.29	23.3	293.9	93	27.1
DICIEMBRE	33.23	23.8	297.2	94	28.5

Fuente: Reporte realizado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI - ESTACION METEOROLÓGICA SAN ROQUE – IQUITOS 2019.

ANEXO II: DATOS DE CAMPO.

Cuadro N° 18: pH

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	8.26	7.04	7.04	22.34	7.45
2	8.20	6.62	6.89	21.71	7.24
3	8.06	6.94	6.95	21.95	7.32
4	8.10	7.06	7.08	22.24	7.41
5	8.15	6.82	6.93	21.9	7.30
6	8.18	7.14	7.05	22.37	7.46
TOTAL	48.95	41.62	41.94	132.51	44.17
PROM	8.16	6.94	6.99	22.09	7.36

Cuadro N° 19: Materia Orgánica - MO (%)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	6.76	6.56	7.01	20.33	6.78
2	7.41	6.34	7.21	20.96	6.99
3	7.21	6.21	6.02	19.44	6.48
4	6.82	6.46	7.08	20.36	6.79
5	7.91	6.54	7.25	21.7	7.23
6	7.22	6.31	6.05	19.58	6.53
TOTAL	43.33	38.42	40.62	122.37	40.79
PROM	7.22	6.40	6.77	20.40	6.80

Cuadro N° 20: Nitrógeno - N (%)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	0.3	0.3	0.4	1.00	0.33
2	0.4	0.3	0.4	1.10	0.37
3	0.4	0.3	0.3	1.00	0.33
4	0.4	0.3	0.4	1.10	0.37
5	0.3	0.3	0.4	1.00	0.33
6	0.4	0.3	0.3	1.00	0.33
TOTAL	2.20	1.80	2.20	6.20	2.07
PROM	0.37	0.30	0.37	1.03	0.34

Cuadro N° 21: Fosforo - P (ppm)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	7.6	6.5	7.1	21.2	7.07
2	7.2	6.5	6.9	20.6	6.87
3	6.4	6.6	7.01	20.01	6.67
4	7.8	6.6	7.1	21.5	7.17
5	7.2	6.5	6.9	20.6	6.87
6	7.4	6.6	7.05	21.05	7.02
TOTAL	43.60	39.30	42.06	124.96	41.65
PROM	7.27	6.55	7.01	20.83	6.94

Cuadro N° 22: Potasio - K (ppm)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	216.1	186.5	196.3	598.9	199.63
2	201.5	179.6	198.6	579.7	193.23
3	198.3	191.5	181.4	571.2	190.40
4	215.8	196.5	198.3	610.6	203.53
5	211.5	189.6	199.6	600.7	200.23
6	206.3	181.5	185.4	573.2	191.07
TOTAL	1249.50	1125.20	1159.60	3534.30	1178.10
PROM	208.25	187.53	193.27	589.05	196.35

Cuadro N° 23: Calcio – Ca (meq/100g)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	15.61	14.12	13.94	43.67	14.56
2	16.1	13.56	13.41	43.07	14.36
3	14.76	13.61	12.21	40.58	13.53
4	15.61	14.56	14.05	44.22	14.74
5	16.1	13.89	13.85	43.84	14.61
6	14.76	13.73	12.91	41.4	13.80
TOTAL	92.94	83.47	80.37	256.78	85.59
PROM	15.49	13.91	13.40	42.80	14.27

Cuadro N° 24: Magnesio - Mg (meq/100g)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	2.16	2.11	2.01	6.28	2.09
2	2.01	1.95	1.68	5.64	1.88
3	1.94	1.76	1.64	5.34	1.78
4	2.06	2.15	2.03	6.24	2.08
5	2.11	1.91	1.78	5.8	1.93
6	1.98	1.86	1.72	5.56	1.85
TOTAL	12.26	11.74	10.86	34.86	11.62
PROM	2.04	1.96	1.81	5.81	1.94



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	Arena	Arcilla	Limo									Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3	Al+3+H+1		
T11	12.5	41	46.5	A. Limoso	8.26	576.4	6.76	0.3	7.6	216.1	21	15.61	2.16	0.6	3	0	0	0	0
	pH	C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm		K ppm	Ca+2		Mg+2	Na+	Al+3	Al+3+ H+					
	8.26	576.4		6.76	0.338	7.64		216.1	15.61		2.16	3.01	0	0					
	Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Medio		Medio	Alto		Normal	Muy alto							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺¹		
T12	10.25	43.5	46.3	A. Limoso	8.2	496.6	7.41	0.4	7.2	201.5	21	16.1	2.01	0.5	2.2	0	0	0	0
	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$		% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ + H ⁺							
	8.2	496.56		7.41	0.3705	7.21	201.45	16.1	2.01	2.16	0	0							
	Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Medio	Medio	Muy alto	Normal	Muy alto									



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANEXO III: ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	Arena	Arcilla	Limo									Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺		
T13	13.5	41.6	44.9	A. Limoso	8.06	431.3	7.21	0.4	6.4	198.3	20	14.76	1.94	0.5	2.6	0	0	0	0
	pH	C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ + H ⁺							
	8.06	431.25		7.21	0.3605	6.41	198.25	14.76	1.94	2.64	0	0							
	Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Muy alto									



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. µS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3	Al+3+H+1		
T14	12.5	41	46.5	A. Limoso	8.10	577.4	6.82	0.4	7.8	215.8	21	15.61	2.16	0.6	3	0	0	0	0
	pH	C.E. µS/cm		% M.O.	% N	P ppm		K ppm	Ca+2		Mg+2	Na+	Al+3	Al+3+ H+					
	8.10	577.4		6.82	0.408	7.81		215.8	15.61		2.16	3.01	0	0					
	Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Medio		Medio	Alto		Normal	Muy alto							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺		
T15	10.25	43.5	46.3	A. Limoso	8.15	498.6	7.91	0.3	7.2	211.5	21	16.1	2.01	0.5	2.2	0	0	0	0
	pH	C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm		K ppm		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺		Al ³⁺	Al ³⁺ + H ⁺		
	8.15	498.56		7.91	0.3405	7.21		211.45		16.1		2.01		2.16		0	0		
	Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Medio		Medio		Muy alto		Normal		Muy alto					



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3	Al+3+H+1		
T16	13.5	41.6	44.9	A. Limoso	8.18	435.3	7.22	0.4	7.4	206.3	20	14.76	1.94	0.5	2.6	0	0	0	0
pH		C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca+2	Mg+2	Na+	Al+3	Al+3+ H+							
8.18		435.25		7.22	0.3615	7.41	206.25	14.76	1.94	2.64	0	0							
Moderadame nte alcalino		No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Medio	Medio	Alto	Bajo	Muy alto									



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3	Al+3+H+1		
T21	15	36	49	F. A. Limoso	7.04	364.5	6.56	0.3	6.5	186.5	18.6	14.12	2.11	0.5	1.9	0	0	0	0
	pH	C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca+2	Mg+2	Na+	Al+3	Al+3+ H+							
	7.04	364.5		6.56	0.328	6.52	186.53	14.12	2.11	1.94	0	0							
	Neutro	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Bajo	Medio	Alto	Normal	Muy alto									



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3	Al+3+H+1		
T22	16	38	46	F. A. Limoso	6.62	316.5	6.34	0.3	6.5	179.6	18.0	13.56	1.95	0.5	2	0	0	0	0
	pH	C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm		K ppm		Ca+2		Mg+2		Na+		Al+3	Al+3+ H+		
	6.62	316.5		6.34	0.317	6.54		179.56		13.56		1.95		2.01		0	0		
	Neutro	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Bajo		Medio		Normal		Bajo		Muy alto					

d.a → 1.27 t/m³



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺¹		
T23	14	32.5	53.5	F. A. Limoso	6.94	341.3	6.21	0.3	6.6	191.5	17.8	13.61	1.76	0.5	1.96	0	0	0	0
	pH		C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$		% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²			Mg ⁺²	Na ⁺		Al ⁺³	Al ⁺³ + H ⁺			
	6.94		341.25		6.21	0.3105	6.64	191.5	13.61			1.76	1.96		0	0			
	Neutro		No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Bajo	Medio	Normal			Bajo	Muy alto						



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	Arena	Arcilla	Limo									Ca+2	Mg+2	K+	Na ⁺	Al+3	Al+3+H+1		
T24	15	36	49	F. A. Limoso	7.06	369.5	6.46	0.3	6.6	196.5	18.9	14.12	2.11	0.5	1.9	0	0	0	0
	pH	C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca+2	Mg+2	Na ⁺	Al+3	Al+3+ H+							
	7.06	369.5		6.46	0.328	6.59	196.53	14.12	2.11	1.94	0	0							
	Neutro	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Bajo	Medio	Alto	Normal	Muy alto									



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3	Al+3+H+1		
T25	16	38	46	F. A. Limoso	6.82	317.5	6.54	0.3	6.5	189.6	18.3	13.56	1.95	0.5	2	0	0	0	0
	pH	C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca+2	Mg+2	Na+	Al+3	Al+3+ H+							
	6.82	317.5		6.84	0.327	6.49	189.56	13.56	1.95	2.01	0	0							
	Neutro	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Bajo	Medio	Normal	Bajo	Muy alto									



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3	Al+3+H+1		
T26	14	32.5	53.5	F. A. Limoso	7.14	345.3	6.31	0.3	6.6	181.5	18.5	13.61	1.76	0.5	1.96	0	0	0	0
	pH	C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm		K ppm	Ca+2		Mg+2	Na+	Al+3	Al+3+ H+					
	7.14	345.25		6.31	0.3052	6.63		181.5	13.61		1.76	1.96	0	0					
	Neutro	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Bajo		Medio	Normal		Bajo	Muy alto							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Ac. Inter.
	Arena %	Arcilla %	Limo %									Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3	Al+3+H+1		
T31	18	35	47	F. A. Limoso	7.04	321.5	7.01	0.4	7.1	196.3	18.6	13.94	2.01	0.5	2.16	0	0	0	0
	pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$		% M.O.	% N	P ppm		K ppm		Ca+2		Mg+2		Na+		Al+3	Al+3+ H+		
	7.04	321.5		7.01	0.3505	7.12		196.3		13.94		2.01		2.16		0	0		
	Neutro	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Medio		Medio		Normal		Normal		Muy alto					



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	Arena	Arcilla	Limo									Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺		
T32	14.5	26.35	59.2	F. A. Limoso	6.89	325.5	7.21	0.4	6.9	198.6	17.8	13.41	1.68	0.5	2.21	0	0	0	0
	pH	C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm		K ppm		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺		Al ³⁺	Al ³⁺ + H ⁺		
	6.89	325.53		7.21	0.3605	6.9		198.56		13.41		1.68		2.21		0	0		
	Neutro	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Bajo		Medio		Normal		Bajo		Muy alto					



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	Arena	Arcilla	Limo									Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3	Al+3+H+1		
T33	17.5	35.5	47	F. A. Limoso	6.95	366.6	6.02	0.3	7.01	181.4	16.1	12.21	1.64	0.5	1.76	0	0	0	0
	pH	C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca+2	Mg+2	Na+	Al+3	Al+3+ H+							
	6.95	366.6		6.02	0.301	7.01	181.41	12.21	1.64	1.76	0	0							
	Neutro	No hay problemas de sales		Alto	Alto	Medio	Medio	Normal	Bajo	Muy alto									



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	Arena %	Arcilla %	Limo %									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺¹		
T34	18	35	47	F. A. Limoso	7.08	324.5	7.08	0.4	7.1	198.3	18.8	13.94	2.01	0.5	2.16	0	0	0	0
pH		C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$		% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ + H ⁺							
7.08		324.5		7.08	0.3905	7.14	198.3	13.94	2.01	2.16	0	0							
Neutro		No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Medio	Medio	Normal	Normal	Muy alto									



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

DISTRITO: IQUITOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	Arena	Arcilla	Limo									Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3	Al+3+H+1		
T35	14.5	26.35	59.2	F. A. Limoso	6.93	329.5	7.25	0.4	6.9	199.6	17.9	13.41	1.68	0.5	2.21	0	0	0	0
	pH	C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca+2	Mg+2	Na+	Al+3	Al+3+ H+							
	6.93	329.53		7.25	0.3805	6.89	199.56	13.41	1.68	2.21	0	0							
	Neutro	No hay problemas de sales		Alto	Muy alto	Bajo	Medio	Normal	Bajo	Muy alto									



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: LUIS ALFONSO FLORES MURCIA

FECHA DE MUESTREO:

DEPARTAMENTO: LORETO

FECHA DE REPORTE: 26/08/2020

PROVINCIA: MAYNAS

CULTIVO: NO ESPECIFICA

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. μS/cm	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	Arena %	Arcilla %	Limo %									Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3	Al+3+H+1		
T36	17.5	35.5	47	F. A. Limoso	7.05	369.6	6.05	0.3	7.05	185.4	16.6	12.21	1.64	0.5	1.76	0	0	0	0
	pH	C.E. μS/cm		% M.O.	% N	P ppm		K ppm		Ca+2	Mg+2	Na+	Al+3	Al+3+ H+					
	7.05	369.6		6.05	0.341	7.05		185.41		12.21	1.64	1.76	0	0					


Ing. Carlos Verde Girbau
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas
 UNSM - TARAPOTO
 Facultad de Ciencias Agrarias

ANEXO IV. PRUEBAS DE NORMALIDAD Y DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO

FICHA

DISEÑO EXPERIMENTAL: DCA, con tres tratamientos y seis repeticiones

PRUEBA DE NORMALIDAD: SHAPIRO WILKS MODIFICADO. (RDUO) y Gráficos Q – Q Plot

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD: PRUEBA DE LEVEN (Res Abs.), diagrama de dispersión, patrón aleatorio.

SOFTWARE: INFOSTAT

RESULTADOS

VARIABLES	NORMALIDAD	HOMOGENEIDAD
pH	$p = 0.0001^*$	$p = 0.0689$
MO (%)	$p = 0.514$	$p = 0.0193$
N (%)	$p = 0.0001^*$	$p = 0.0001$
P (ppm)	$p = 0.1999$	$p = 0.0332$
K (ppm)	$p = 0.2511$	$p = 0.6576$
Ca meq/100g	$p = 0.431$	$p = 0.2973$
Mg meq/100g	$p = 0.1836$	$p = 0.1756$

CONCLUSION

Errores aleatorios con distribución normal y varianzas homogéneas para las variables, MO (%), P (ppm), K (ppm), Ca meq/100g, y Mg meq/100g

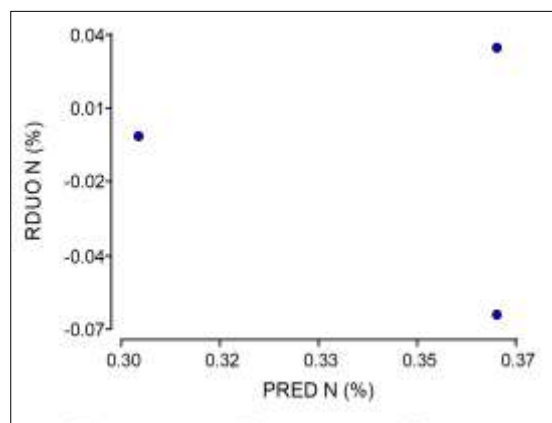
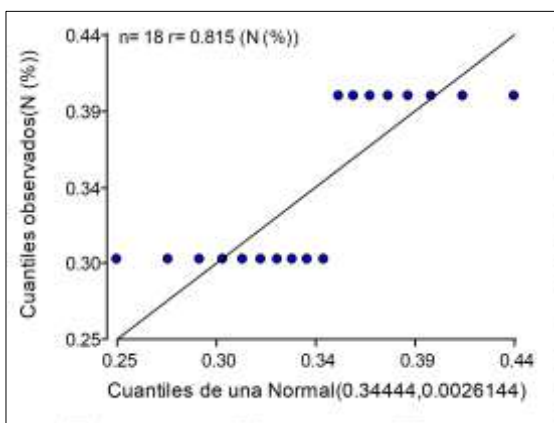
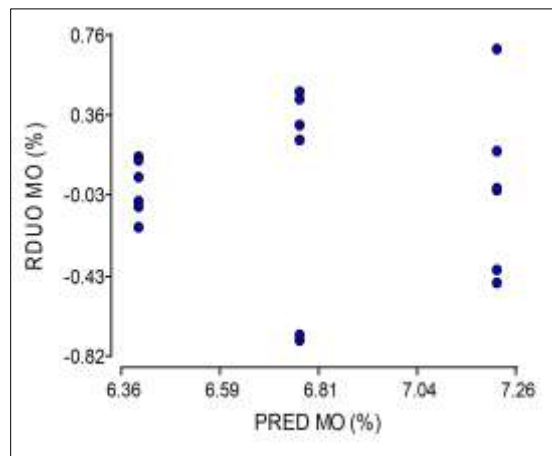
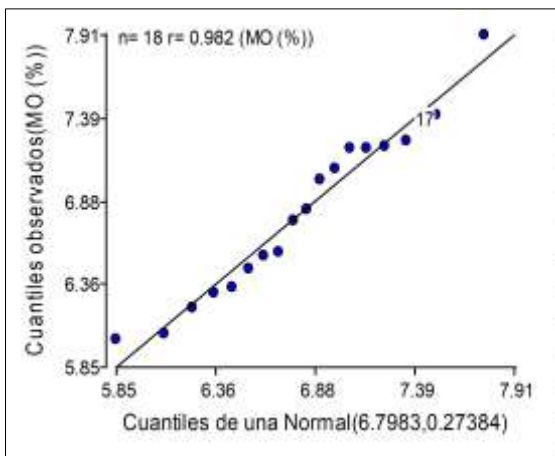
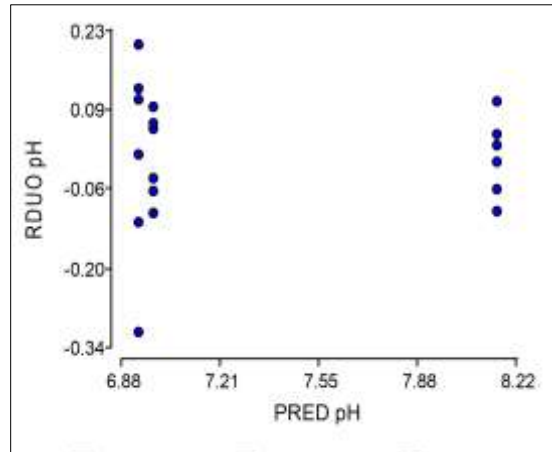
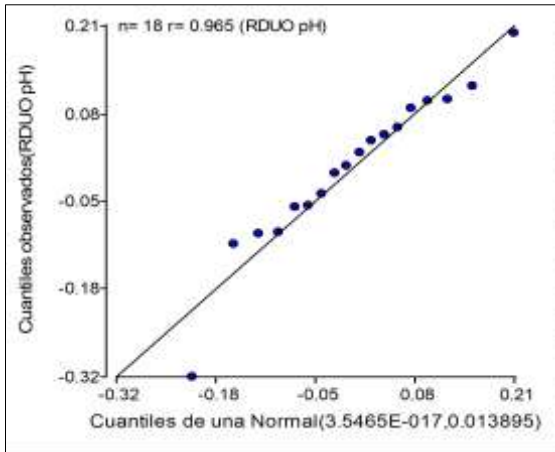
RECOMENDACIÓN

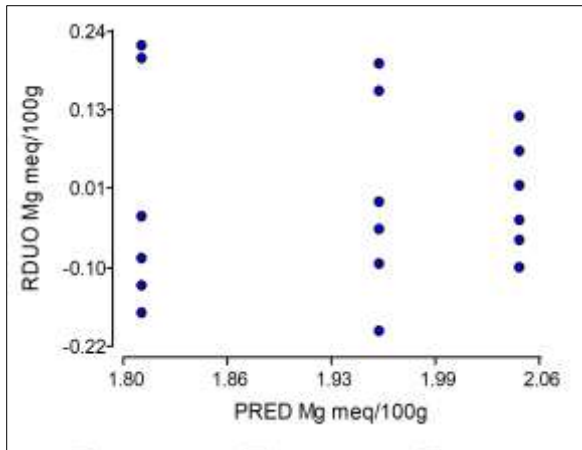
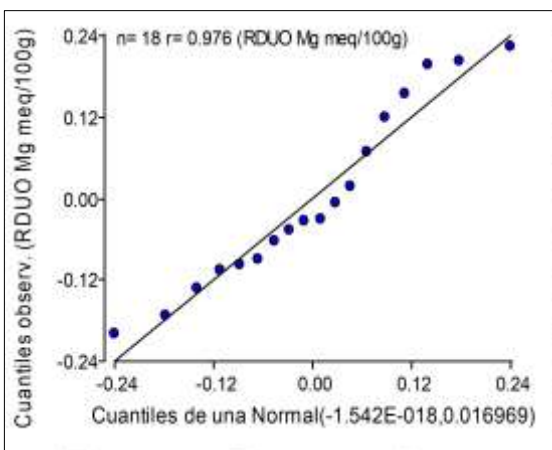
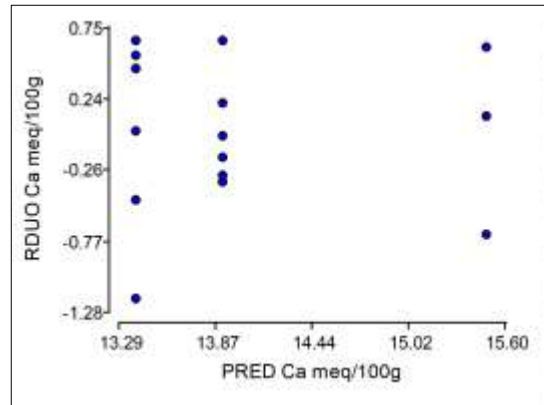
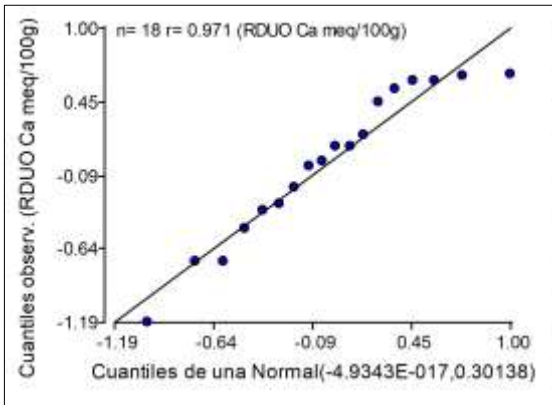
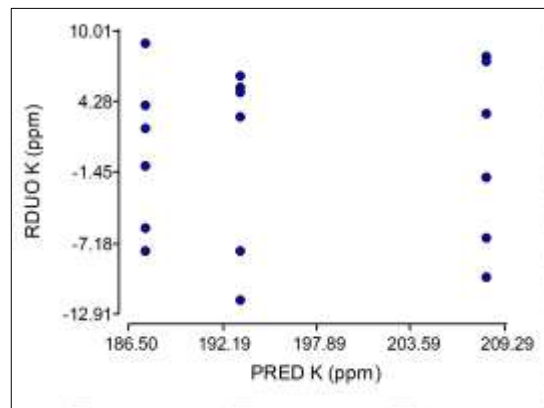
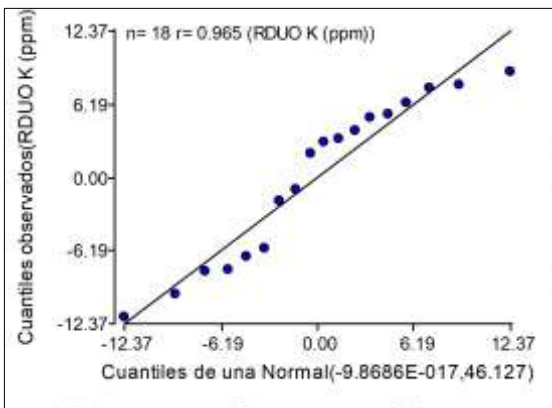
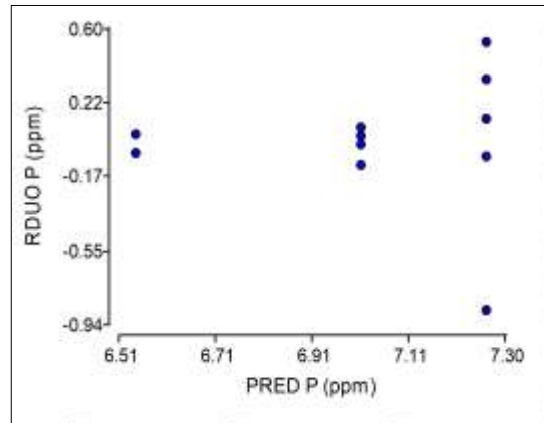
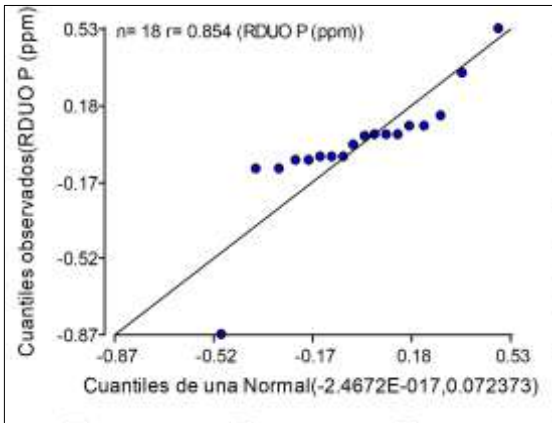
Realizar Pruebas estadísticas Paramétricas para las variables MO (%), P (ppm), K (ppm), Ca meq/100g, y Mg meq/100g.

Realizar Pruebas estadísticas no Paramétricas para las variables pH, y N (%).

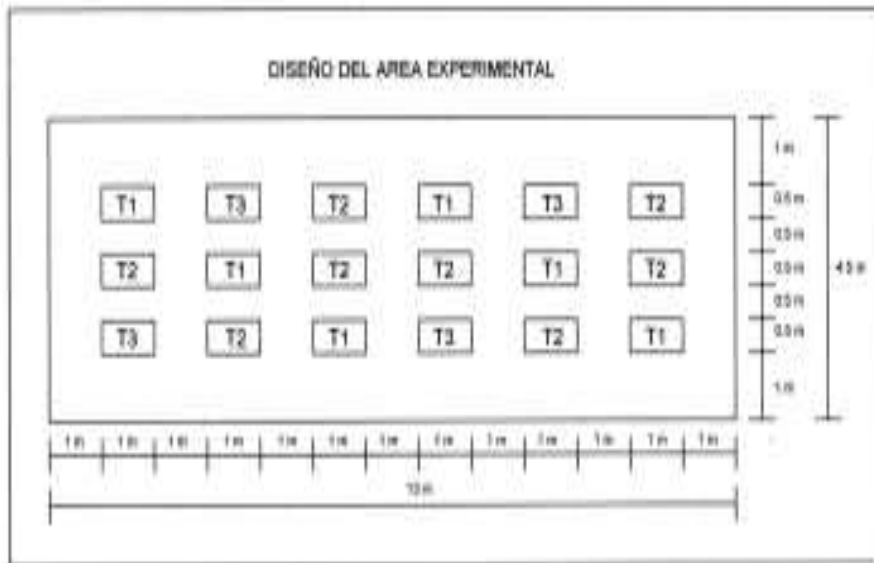
ANEXO N° V

GRAFICOS DE LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VIARINZAS.





ANEXO VI:
DISEÑO DEL AREA EXPERIMENTAL



ANEXO VII:

FOTOS DEL EXPERIMENTO

TRATAMIENTOS





RECOLECCIÓN DE LODO DE PORCINOS



MUESTREO DEL LOMBRICOMPOST