

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

Y AMBIENTAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**APROVECHAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS
PARA LA OBTENCIÓN DE ABONO ORGÁNICO DE LAS
LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE LA PROVINCIA
DE JAÉN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL AMBIENTAL**

**Autores : Bach. Delgado Medina, Rossy Yocely
Bach. Esteves Flores, Katterine Veronica**

Asesor : Dr. Colmenares Mayanga, Wagner

**Linea de investigación: Innovación tecnológica para el desempeño y competitividad
para la calidad Ambiental**

Jaén – 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

APROVECHAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS PARA LA OBTENCIÓN DE ABONO ORGÁNICO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZAC

AUTOR

Rossy Yocely Delgado Medina & Katterin e Veronica Esteves Flores

RECuento DE PALABRAS

10987 Words

RECuento DE CARACTERES

56366 Characters

RECuento DE PÁGINAS

58 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

12.6MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 24, 2024 3:54 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 24, 2024 3:56 PM GMT-5

● **3% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 19 de Agosto del año 2024, siendo las 11:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Juan Manuel Garay Román
Secretario : Mg. María Marlene Torres Cruz
Vocal : Dr. Lupe Leonidas Vargas Ponce, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
- (X) Tesis
- () Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "Aprovechamiento de lodos activados para la obtención de abono orgánico de las lagunas de estabilización de la Provincia de Jaén."



Presentado por estudiante/egresado o Bachiller Katherine Verónica Estroves Flores, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- a) Excelente 18, 19, 20 ()
- b) Muy bueno 16, 17 (16)
- c) Bueno 14, 15 ()
- d) Regular 13 ()
- e) Desaprobado 12 o menos ()

Siendo las 12:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE

RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	07
II. MATERIAL Y MÉTODOS	12
2.1 Materiales	12
2.2 Ubicación y descripción del área de estudio	12
2.3 Población, muestra y muestreo	12
2.3.1 Población	12
2.3.2 Muestra	12
2.3.3 Muestreo	13
2.4 Métodos, técnicas e instrumentos y procedimiento	13
2.4.1 Método	13
2.4.2 Técnica	14
2.4.3 Procedimiento	15
III. RESULTADOS	18
IV. DISCUSIÓN	33
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
DEDICATORIAS	42
AGRADECIMIENTOS	44
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

	<i>Pág.</i>
Tabla 1 <i>Composición del análisis químico del abono 1 de la investigación</i>	18
Tabla 2 <i>Composición del análisis químico del abono 2 de la investigación</i>	19
Tabla 3 <i>Comparación entre la materia orgánica entre abono 1 y 2</i>	19
Tabla 4 <i>Comparación % de n de abonos 1 y 2 VS fertilizantes convencionales</i>	20
Tabla 5 <i>Comparación nutritiva de nitrógeno 1 y 2 versus abonos convencionales</i>	21
Tabla 6 <i>Plantones (P) que recibieron abono 1, al finalizar el día 90</i>	23
Tabla 7 <i>Plantones (P) que recibieron abono 2, al finalizar el día 90</i>	24
Tabla 8 <i>Plantones testigo (PT) que no recibieron abono durante la investigación</i>	25
Tabla 9 <i>Comparación final entre los plantones de eucalipto según el abono y testigo</i>	26
Tabla 10 <i>Coefficientes estadísticos a 30 días</i>	27
Tabla 11 <i>Análisis de varianza a 30 días</i>	27
Tabla 12 <i>Coefficientes estadísticos a 60 días</i>	28
Tabla 13 <i>Análisis de varianza a 60 días</i>	28
Tabla 14 <i>Coefficientes estadísticos a 90 días</i>	29
Tabla 15 <i>Análisis de varianza a 90 días</i>	29
Tabla 16 <i>Plantones (P) que recibieron abono 1, día 30</i>	48
Tabla 17 <i>Plantones (P) que recibieron abono 1, día 60</i>	48
Tabla 18 <i>Plantones (P) que recibieron abono 2, día 30</i>	49
Tabla 19 <i>Plantones (P) que recibieron abono 2, día 60</i>	49
Tabla 20 <i>Control de los parámetros físico químicos de las camas compostaje</i>	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Esquema de los ingredientes del trabajo de investigación</i>	13
Figura 2 <i>Diagrama de flujo del proceso para la producción del abono orgánico</i>	17
Figura 3 <i>Comparación gráfica entre el abono 1 y 2 y las unidades de pH</i>	20
Figura 4 <i>Fracción porcentual del nitrógeno con los fertilizantes comerciales</i>	21
Figura 5 <i>Comparación % N entre abono 1, 2 y abonos convencionales</i>	22
Figura 6 <i>Comparación entre los plantones de eucalipto de altura y raíces, día 90</i>	31
Figura 7 <i>Comparación entre los plantones de eucalipto según el abono y testigo</i>	32
Figura 8 <i>Plano de ubicación del PTAR – Jaén</i>	47
Figura 9 <i>Informe del laboratorio de NPK Labor. en Suelos y Aguas – CEASA</i>	50
Figura 10 <i>Panel fotográfico de la elaboración de las camas de compostaje</i>	53
Figura 11 <i>Panel fotográfico del seguimiento biológico de plantones de eucalipto</i>	54
Figura 12 <i>Ficha técnica de fertilizante químico</i>	55
Figura 13 <i>Vista panorámica de la planta PTAR- Jaén</i>	56
Figura 14 <i>Vista panorámica de la laguna colmatada de lodos activados (biológicos)</i>	56
Figura 15 <i>Solicitud presentada a Centro Experimental de Yanayacu-Jaén</i>	57

RESUMEN

Se aprovechó lodos activados de la PTAR- Jaén, con residuos domésticos, estiércol de ganado, cuyes y gallinaza. Metodología: Se elaboraron dos composteras, T1: 25 kg residuos domiciliarios, 25 kg. gallinaza y 25 kg lodos activados; y, T2: 25 kg cascarilla arroz, 25 kg lodo activado y 25 kg estiércol ganado-cuy (1:1). Fue regado y removido. A 90 días se tuvo abono 1 y 2, se agregó 10 g para 40 plántones de eucalipto (*Eucalitus globulus*) (20 para T1 y 20 para T2). Resultado: Desarrollo biológico, el abono 1: Altura del plantón 39 cm y una longitud radicular de 15 cm, número de ramas 16 y 17 hojas verdes. El abono 2: Altura 49 cm y una longitud radicular de 21 cm, número de ramas 19 y 23 hojas verdes; Plantón testigo: Altura plantón 28 cm y longitud radicular de 12 cm, N° de ramas 13 y 15 hojas verdes. El análisis arrojó Abono1: N 0.78%, P 130.2 % y K 338.728 ppm. 0.9 % C, 0.55 % MO, 273 mS/m, pH 7.136. Abono 2: N 5.09 %, P 86.2 % y K 430.04 ppm. 5.9 % C, 10.17 % MO, 27.8 mS/m, pH 7.504. Conclusiones: % N abono 2, similar al Fosfossil.

Palabras claves: Abono, fertilizante, lodo activado,

ABSTRACT

Activated sludge from the Jaén WWTP was used, with domestic manure from cattle, guinea pigs and chicken manure. Methodology: Two compost bins were created, T1: 25 kg household waste, 25 kg. chicken manure and 25 kg activated sludge; and, T2: 25 kg rice husk, 25 kg activated sludge and 25 kg guinea pig manure (1:1). It was watered and removed. At 90 days there was fertilizer 1 and 2, 10 g was added for 40 eucalyptus (*Eucalitus globulus*) seedlings (20 for T1 and 20 for T2). Result: Biological development, fertilizer 1: Height of the seedling 39 cm and a root length of 15 cm, number of branches 16 and 17 green leaves. Fertilizer 2: Height 49 cm and root length 21 cm, number of branches 19 and 23 green leaves; Control seedling: Seedling height 28 cm and root length 12 cm, number of branches 13 and 15 green leaves. The analysis showed Fertilizer1: N 0.78%, P 130.2% and K 338.728 ppm. 0.9% C, 0.55% MO, 273 mS/m, pH 7.136. Fertilizer 2: N 5.09%, P 86.2% and K 430.04 ppm. 5.9% C, 10.17% MO, 27.8 mS/m, pH 7.504. Conclusions: % N fertilizer 2, similar to Fosfossil.

Keywords: Compost, fertilizer, activated sludge,

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene un gran interés en manejar los lodos activados. Uno de los principales desafíos a nivel global en el tratamiento de los sedimentos de aguas residuales domésticas radica en su acumulación, lo que puede reducir la eficacia de las lagunas de estabilización y provocar una descolmatación inmediata. La investigación se centró en los lodos biológicos (activados) de la PTAR-Jaén en dirección N.E hacia Linderos a 5 Km de Jaén, kilómetro 23+200 en la margen derecha de la Carretera Jaén – San Ignacio, cuyo acceso es una trocha en mal estado. La planta contó con dos áreas definidas, en las cuales se hallaron las lagunas de estabilización, compuesto por 03 lagunas anaeróbicas y 03 lagunas facultativas, según Cabrera y Zevallos, (2019) dio cuenta de una carga promedio de aguas residuales de 442.98 L/s hasta los 792.93 L/s, lo cual permite extrapolar volúmenes orgánicos que no son aprovechables a la actualidad y que la presente investigación ha tenido como objetivo formular una alternativa ecológica para el medio ambiente, a fin de mermar el uso de fertilizantes para la agricultura. Parte de la solución implica la transformación de este material inútil rico en materia orgánica (nutrientes: N, P, K, Ca, otros) en abono orgánico (Zhang *et al.*, 2023)). Sin embargo, esto representa un desafío por la presencia de metales pesados, y el alto contenido de contaminantes orgánicos e inorgánicos, además de la presencia de patógenos por la alta carga bacteriana (Macías, 2018). En tanto que Alfaro (2023) destacó la efectividad del tratamiento aeróbico de los lodos activados. Investigó muestras de lodos y efluentes en dos plantas de tratamiento. Los resultados categorizaron los lodos activados como buenos, lo cual coincidió con los análisis de calidad de los efluentes. Con base en estos hallazgos, recomendó implementar un análisis de rutina en todas las plantas de tratamiento de aguas residuales con sistemas de lodos activados. Por otra parte, Chipana (2022) investigó el aprovechamiento de lodos residuales de la PTAR "La Escalerilla" en la agricultura. Durante el 2021, produjeron 115,87 toneladas de lodo, con un promedio mensual de 12,87 toneladas. Los lodos fueron categorizados como bio-sólidos de

tipo A, aptos para comercialización. Según la NTP 311.557:2013 los niveles de nitrógeno, P_2O_5 y K_2O en los bio-sólidos cumplieron con los requisitos, demostrando su potencial como abonos orgánicos y fertilizantes. Por otra parte, Toapaxi (2022) recomendó la elaboración de compost a partir de lodos residuales. Para ello utilizó el compostaje en seis pilas con volteo mecánico, cinco de las cuales contenían diferentes cantidades de lodo residual y aserrín, mientras que una pila contenía solo lodo residual. La metodología fue un diseño experimental completamente al azar. La evaluación determinó que la pila compuesta por 7000 kg de lodo residual y 3000 kg de aserrín fue la más efectiva al producir un compost de alta calidad, estable y maduro, rico en nutrientes esenciales para la agricultura.

Zhang *et al.* (2023) ante el aumento de tratamiento de aguas residuales investigaron el tratamiento, eliminación y reciclaje seguros de los lodos municipales. Analizaron que los lodos municipales tienen un alto contenido de carbono y nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas; de ahí que haya ganado interés entre los investigadores como fertilizante del suelo. su artículo: “*Investigación reciente sobre lodos municipales como fertilizante para el suelo en China: una revisión*” concluyó que estos lodos tienen un uso potencial como fertilizante de suelo al poseer nitrógeno (N), fósforo (P) y oligoelementos) junto con sus deficiencias e inconvenientes (elementos potencialmente tóxicos (PTE), materia orgánica (MO), patógenos); además, que el uso de lodos municipales como fertilizante del suelo es una práctica de gestión sostenible y una única aplicación de lodos no daña el medio ambiente.

Chojnacka *et al.* (2023) evaluaron como alternativa para resolver los problemas de disponibilidad de nitrógeno en los fertilizantes a las plantas de tratamiento biológico de aguas residuales, que pueden tratarse como minas biológicas de nitrógeno renovables. Los lodos activados contienen hasta un 6-8% de nitrógeno, en su publicación analizaron las soluciones tecnológicas de recuperación de nitrógeno con fines de fertilización a partir de plantas de tratamiento biológico de aguas residuales en el contexto de una nueva y difícil situación de recursos. Además, los métodos convencionales y nuevos de recuperación de nitrógeno concordantes a la posibilidad de implementar estrategias de la economía circular mediante la recuperación de recursos renovables de nitrógeno de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.

Seleiman *et al.* (2020) concluyeron que el lodo digerido es una buena fuente de nutrientes para las plantas. Sin embargo, dependiendo de la materia prima, puede contener metales pesados, metaloides, compuestos orgánicos, patógenos y productos farmacéuticos, que pueden causar efectos adversos en el crecimiento de los cultivos y contaminar las aguas subterráneas, el suelo y la cadena alimentaria.

Jamil *et al.* (2006) realizaron un experimento de campo para estudiar el efecto de diferentes niveles de lodos de depurados sobre las propiedades del suelo y rendimiento del cultivo de trigo. Adicionaron lodo activo y midieron pH del suelo, aumento de materia orgánica, CE, NPK, Ca + Mg y metales traza (Fe, Cu, Mn y Zn) con sus niveles crecientes. Los efectos se compararon con tratamientos no tratados (control); así, la altura máxima significativa de la planta (107 cm), número de trilladoras (433 m) y paja se obtuvo un rendimiento (9,82 TM/ha) donde se aplicaron 80 TM/ha de lodo activo (cloacal) mientras que la longitud de la punta, el número de las siembras productivas, el número de espigas de granos, el peso de 1000 granos y el rendimiento de granos fueron máximos en el tratamiento enmendado con 40 TM/ha de lodos de la depuradora.

Maciel *et al.*, (2020) evaluaron la disponibilidad de nitrógeno en dos bio-sólidos generados por sistemas de tratamiento diferentes. Utilizaron tres fuentes de nitrógeno (sulfato de amonio, bio-sólidos de lagunas de oxidación y biosólidos de lodos activados) y tres dosis, incluyendo un testigo sin nitrógeno. Los resultados mostraron que la materia seca fue similar entre tratamientos, excepto en el testigo. La disponibilidad de nitrógeno fue del 40.4% para bio-sólidos de lodos activados y 34.8% para bio-sólidos de lagunas de oxidación. Castro (2019) recomendó aprovechar los residuos sólidos orgánicos desechos de la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L. El compost resultante fue destinado a cultivos. Su objetivo fue abastecer a pequeños agricultores orgánicos, cubriendo el 0,50% de la demanda insatisfecha en el primer año. El estudio económico determinó una inversión total de S/ 39,373, con un VAN de S/ 9,790,727 y un TIR de 60,68%, demostrando alta rentabilidad.

Martínez (2019) explicó que es importante abonar los terrenos de cultivo, para incrementar la productividad, pero el hacerlo con lodos activados crea reticencia, por estar expuesto directamente a la contaminación de organismos patógenos, metales pesados o por sustancias medicamentosas como productos emergentes, esto es generado por la falta de control en el

uso de los lodos. Pinzón y Pinzón (2018) explicaron que los lodos activados mejoran la productividad de terrenos de cultivo, pero también se debe considerar que, al hacer uso de estos, la carga bacteriana está en constante aumento, no solo en el terreno si no en vehículos, rutas por donde transita y la población generando un costo adicional en su descontaminación. Cupe y Juscamaita (2018) investigaron la elaboración de abonos orgánicos de la planta de tratamiento de aguas residuales de la industria cervecera, empleando un diseño estadístico el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 5x5. Como resultado reportaron a T9 por mejor tratamiento y compuesto por un abono líquido acelerado (ALA) del 12.94% de materia orgánica, 1825 ppm de nitrógeno, 600 ppm de fosforo y 5800 ppm de potasio, en tanto los metales pesados no pasaban los límites permitidos, concluyeron que el abono orgánico producido cumple con las condiciones de calidad. Caballero (2022) investigó un fertilizante orgánico a partir de los lodos residuales en mezcla con aserrín de madera. Su técnica constó de cinco tratamientos con lodos depurados y mezclados con aserrín de madera. Concluyeron que el compostaje fue confiable y con porcentajes de lodos el 66 – 72% y en aserrín de 28 – 33 %. Bolaños (2021) investigaron las implicancias de los lodos activados al obstruir conductos restringiendo el desplazamiento de aguas. Emplearon una de enfoque cualitativo inductivo y experimental. Determinaron el nitrógeno por el método Kjeldahl, y para metales pesados la absorción atómica. Concluyeron que el factor climático influyó en la producción y concentración de lodos, además, que los valores nitritos fue 250 ppm, y metales pesados (Al: 1,08 ppm; Ba: 275 ppm; Cu: 2 ppm; Cr: 9,08 ppm y Mn: 41,25 ppm). Agüero (2019) tuvo como objetivo tratar lodos generados en una investigación tipo experimental. Tomó una muestra de 1000 Kg de lodos, mediante la observación y recolección de datos, cámara fotográfica, GPS, tuvo resultados que los lodos no son aptos para la faena agrícola al inicio de su manipulación. Pero al realizar la lombricultura por 8 semanas mejoraron los niveles de nitrógeno, amoniaco, sulfatos. Llegó a la conclusión que la producción de abono se logró a T° de 28 a 30°C aproximadamente. Huamán (2019) desarrolló tecnologías limpias en el tratamiento de lodos residuales, con un proceso anaeróbico con el fin de convertirlo en un producto ecológico y comercializable. Tuvieron como resultado que el mejor compostaje está formado por el 50% de materia orgánica, 10% de frutas y 40 % de estiércol vacuno, esto se produjo en cajas de madera de 40 cm de largo, 30 cm de ancho y 15 cm de altura.

Ramos (2017) determinó el aprovechamiento agrícola de los lodos activados. Empleó el

diseño estadístico completamente al azar (DCA), tuvo como variables la salida de la plántula, la altura, el grosor del tallo, materia orgánica, los cuales se reflejaron en el crecimiento de la planta tomando como muestra al maíz. Los resultados mostraron una alta significancia entre las variables de estudio llegando a la conclusión que tanto el lodo seco como el lodo compostado pueden dar un beneficio.

Esta investigación despertó el interés ambiental, biodiversidad y cambio climático, porque el uso y beneficio de lodos activados, producen abono orgánico, incluyendo procesos como la lombricomposteo, en la extracción de humus mejorando la fertilidad del terreno, disminuyendo el impacto social negativo. El aprovechamiento de lodos activados promueve la gestión sostenible de residuos, valoriza recursos y mejora la fertilidad del suelo. El propósito de la investigación es obtener abono orgánico a partir de los lodos activados de las lagunas de estabilización de la Provincia de Jaén. Y como objetivos específicos: Determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) del abono orgánico. Comparar las concentraciones de N del abono orgánico de las lagunas de estabilización, con los fertilizantes convencionales. Y evaluar el desarrollo biológico en plantas, haciendo uso del abono orgánico en plántulas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Materiales

Materiales: Lodos activados, cáscara de arroz, estiércol de ganado, estiércol de gallinaza, estiércol de cuy y residuos domésticos, camas composteras de madera, palas, Wincha, tamiz, reloj, malla fina, sacos de polietileno, termómetros, reloj y termo-higrómetro, balanza de plataforma, analizador de humedad, balanza gravimétrica, conductímetro, pH metro, Turbidímetro, un titulador y un equipo Kjeldahl.

2.2 Ubicación y descripción del área de estudio

Las lagunas de oxidación se ubicaron en las coordenadas: 746054 E y 9371674 S en el distrito de Jaén, departamento de Cajamarca, Estas lagunas conocidas como lagunas de estabilización, utilizan procesos naturales de oxidación y de descomposición biológica para purificar las aguas residuales antes de su descarga en el medio ambiente. Su funcionamiento contribuye a mitigar los impactos negativos de contaminación en los ecosistemas acuáticos.

2.3 Población, muestra y muestreo.

2.3.1 Población

Está definida claramente por los lodos activos resultado del tratamiento de las aguas residuales domésticas de la PTAR- Jaén. Estos lodos biológicos están sedimentados en las pozas llamadas colmatadas y esperando ser retiradas por la municipalidad de Jaén para recibir nuevamente aguas residuales a tratar.

2.3.2 Muestra

Se tomó muestra de lodos activados y con la ayuda de una palana, se tomó las consideraciones para la toma de muestra lo registrado en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelos, mediante el D. S. N°002-2013-MINAM.

2.3.3 Muestreo

Se llevó a cabo en una de las lagunas de oxidación la cual se halló en etapa de futura descolmatación, con la ayuda de una palana se realizó el acopio de los lodos activados secos, tal como se muestra en la figura 10. y para ello se siguió el procedimiento de la referencia anterior del MINAM, en el sentido que habiéndose fijado un área de 1000 m², se tomaron cinco puntos: cuatro puntos en cada lateral del rectángulo y un punto al centro del área. De esta forma en cada punto referencial se extrajo 10 kg de lodo seco, que en total de los cinco puntos resultó un lodo muestreado de 50 kilogramos.

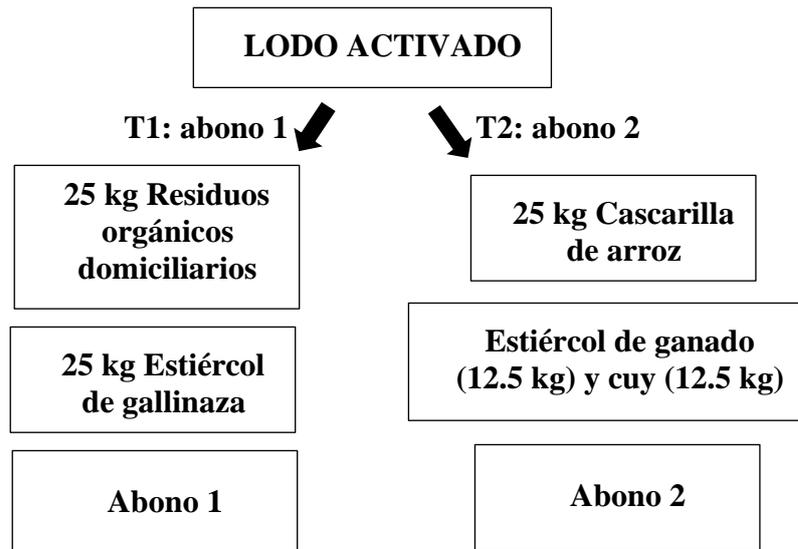
2.4 Métodos, técnicas e instrumentos y procedimiento

2.4.1 Método

Para la obtención de abono orgánico a partir de los lodos activados de PTAR-Jaén, se acondicionó dos camas (plataformas 1 y 2) especiales para la descomposición y conversión en abono orgánico, dividida en estratos cada una. Se realizó una mezcla diferente de lodos activados, cáscara de arroz, estiércol de vaca, gallinaza, estiércol de cuy y residuos domésticos, con el objetivo de evaluar distintos tratamientos. Este proceso, inicio el 15 de febrero del 2024 con una duración de 90 días aproximadamente, esto contribuyó a mejorar la descomposición de la materia orgánica, fertilidad del suelo y crecimiento vegetal.

Figura 1

Esquema de los ingredientes del trabajo de investigación



El diseño consistió en evaluar el impacto de diferentes compostajes en bases a lodos activados de la PTAR-Jaén, sobre el crecimiento de plantones de eucalipto, utilizando un

diseño experimental con enfoque cuantitativo y análisis estadístico ANOVA. Se seleccionaron 50 plántones eucalipto (*Eucalyptus globulus*) de tamaño uniforme adquiridos de INIA-Jaén y se abonaron los plántones de eucalipto cada 15 días con 10 gramos de abono producido. 20 plántones abonados con T1, 20 plántones con T2 y 10 plántones para testigo. El tratamiento T1 consistió 25 kg de residuos orgánicos domiciliarios (cáscaras de verduras, frutas, etc.), 25 kg. de gallinaza y 25 kg de lodos activados, en tanto el T2 consistió en 25 kg de cascarilla de arroz, 25 kg de lodo activado y 12.5 kg de estiércol de ganado y 12.5 kg de estiércol de cuy. Cada abono fue agregado a cada plánton bajo las mismas condiciones: 10 gramos de abono T1 y 10 gramos de abono T2.

Los plántones se mantuvieron bajo condiciones del medio ambiente, bajo riego semanal y observación al crecimiento de los plántones. Durante tres meses se llevó un control del desarrollo biológico (altura) y finalmente, se midió su desarrollo radicular.

2.4.2 Técnica.

La técnica descrita es un método general de compostaje en pilas, y puede haber variaciones en los detalles de implementación según los materiales utilizados y las condiciones locales, para la presente investigación se basó en lodos activados.

Estiércol fresco de vacuno

Para su acopio se recorrió el camal de Jaén, y se recogió un aproximado de un quintal. Se procedió a secar al sol para facilitar su trituración manual.

Estiércol fresco de cuy

Este insumo se obtuvo de la zona de San Agustín a veinte minutos de Jaén. El estado del estiércol se dejó secar para facilitar su desmenuzamiento. Se acopio un promedio de un quintal de estiércol de cuy.

Residuos orgánicos domiciliarios

Para conseguir este insumo, se procedió a visitar el mercado central de abastos y previa coordinación con Juguerías se pudo acopiar cáscaras de frutas, entre otros. Se procedió a realizar cortes sobre las cáscaras a efecto de reducir su tamaño y facilitar el contacto microbiológico con los materiales orgánicos. Igualmente, de forma similar se acopio en promedio un quintal de residuos domésticos.

Cascarilla de arroz

Este insumo se adquirió de un molino de arroz de Jaén. Su comercio y adquisición fue muy sencilla. Se acopió dos quintales de este subproducto del pilado de arroz para favorecer la

descomposición orgánica por su aporte de carbono.

Parámetros de control en las camas de compostaje:

Acidez:

El pH de cada compostera fue analizada al finalizar el tratamiento de descomposición. Al iniciarse el pH se manifestó alrededor de la neutralidad (sobre la base 7.0). Esto fue concordante con un abono típico que regularmente es neutro. La evaluación del pH fue medida semanalmente mediante la lectura de cintas de pH. Con el paso de las semanas el pH fue decreciendo hasta alcanzar un máximo de 5.5 en promedio.

Temperatura:

Fue notorio desde la segunda semana un incremento de la temperatura ambiental. Al ser evaluada la temperatura en cada compostera se evidenció incremento de la temperatura (máximo de 38 °C). Este aumento indicó la necesidad de remover continuamente cada compostera, además del riego por aspersión sobre cada compostera. La evaluación de la temperatura fue determinada semanalmente mediante la lectura de un termómetro ambiental. Cada evaluación durante el primer mes registraba elevación de la temperatura al interior de las camas de compostaje. Después de la labranza al interior de las camas la temperatura se regulaba a la temperatura ambiental agregando riego con agua de quebrada previamente acopiada.

Humedad:

La humedad fue mantenida a cierto porcentaje que permitió la degradación de la materia orgánica, para lo cual por aspersión de agua de quebrada sin indicios de cloro se procedió a humedecer cada compostera con una regadera. La humedad se mantuvo en promedio entre un 25 y 50 % de humedad de acuerdo al tacto manual según Rocha, (2004), que expresó que para un suelo de Textura mediana (Franco arcillo arenoso y limoso) al 25 – 50 % humedad, se considera ligeramente húmedo: Se forma una esfera débil con superficie áspera; la humedad no mancha los dedos y algunos agregados de suelo se separan.

2.4.3 Procedimiento

Tras 90 días de descomposición, el abono formado se aplicó a cada plantón de eucalipto de la investigación. A continuación, se describe el procedimiento para la elaboración del abono.

Lodo activado:

Fueron lodos extraídos de la planta de tratamiento de agua residual PTAR-Jaén. Se caracterizaron por su alto contenido de materia orgánica y presencia microbiológica, lo que

lo convirtió en una materia prima ideal para la elaboración de abono orgánico.

1. Mezclado:

Para el proceso de compostaje, se construyeron dos plataformas de madera en base de un marco de madera de 200 cm de largo, 120 cm de ancho y 15 cm de alto, con el fin de contener la materia prima e insumos sin que se dispersaran. Se utilizaron cuatro listones de 200 cm y cuatro de 120 cm, sujetos con clavos. Ensamblados, se verificó la solidez y se ubicó en un lugar plano con buen drenaje hídrico. La altura del marco permitió albergar la cantidad adecuada de material y facilitar su manejo durante el proceso.

Tratamiento T1

Se procedió de forma similar al tratamiento dos, excepto que se mezclaron 25 kg de residuos orgánicos domiciliarios (cáscaras de verduras, frutas, etc.), 25 kg. de gallinaza y 25 kg de lodos activados. Finalmente, sobre la superficie se volvió agregar una pequeña capa de residuos orgánicos domiciliarios. Igualmente, se forró la cama del compostaje con una lámina de PVC (envases de urea).

Tratamiento T2

Consistió en armar un compostaje mezclando equitativamente 25 kg de cascarilla de arroz, 25 kg de lodo activado y 12.5 kg de estiércol de ganado y 12.5 kg de estiércol de cuy. Estos ingredientes se mezclaron hasta su homogeneidad. Y, se vertió sobre la primera cama de madera. A continuación, sobre la superficie se volvió agregar una pequeña capa de cascarilla de arroz. Para favorecer reacciones bioquímicas al interior de este compostaje, se forró la cama de compostaje con una lámina de polietileno (envases de urea).

2. Maduración:

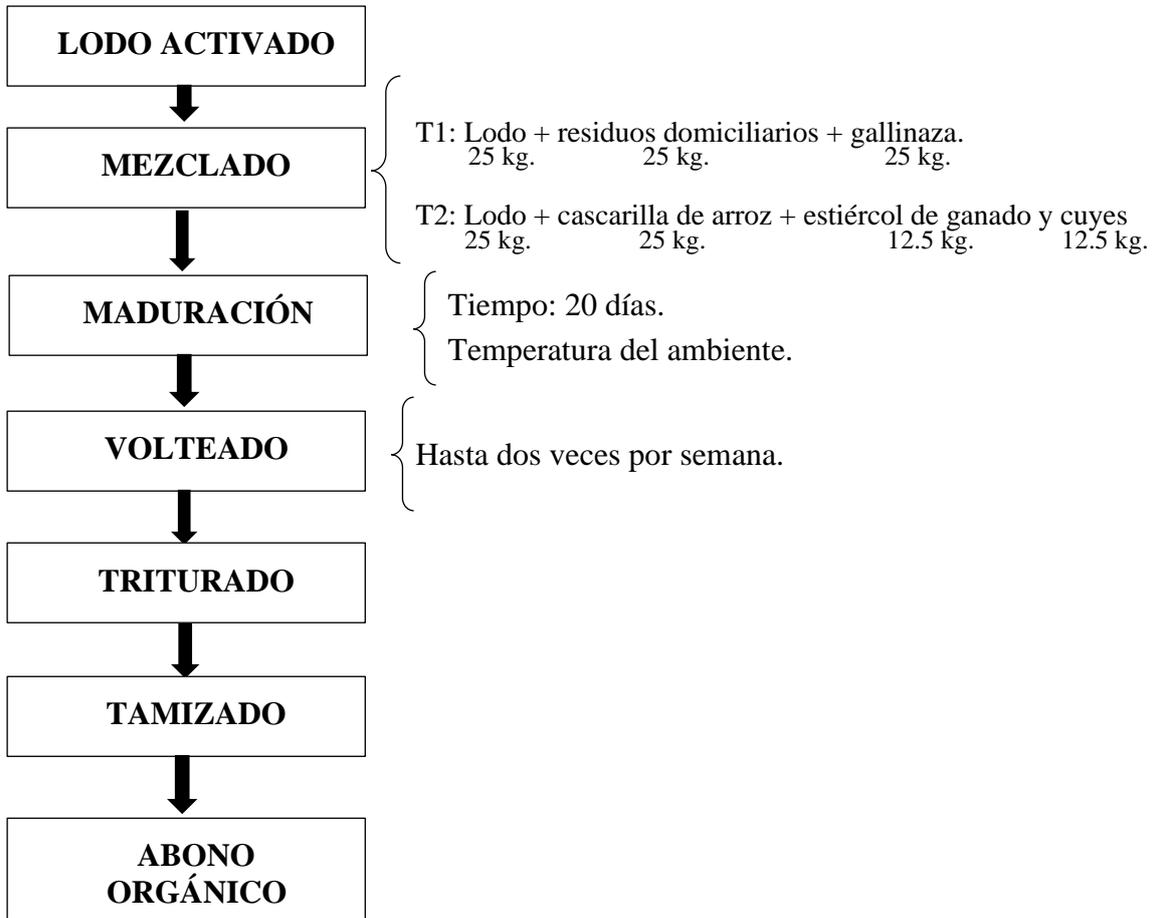
Este proceso consistió que durante los primeros 20 días, la mezcla se mantuvo en condiciones de relativa humedad (40 y 50 %) y temperatura se regulaba removiendo cada compostera después de la segunda semana. Para favorecer la descomposición inicial de la materia orgánica, se regó hasta constatación de humedad homogénea en toda la compostera.

3. Volteado:

A partir del día 21, se fue notando un color diferente de la mezcla. Inclusive los olores se redujeron gradualmente. Mientras que el volteo se realizó una vez por semana. Durante esta etapa, la actividad microbiana continuó descomponiendo la materia orgánica y transformándola en abono.

Figura 2

Diagrama de flujo del proceso para la producción del abono orgánico



4. Triturado:

Una vez finalizada la etapa de maduración que duró aproximadamente 90 días en total, el compost se trituró con ayuda de una pala para obtener un material más fino y homogéneo. Este paso facilitó su uso y distribución en los plantones de eucalipto.

5. Tamizado:

El compost triturado se tamizó con una malla casera de 0.4 cm de diámetro el orificio de pase así se evitó cualquier residuo sólido grande que pudiera dificultar su aplicación. El material tamizado es el abono orgánico final.

6. Abono agrícola:

El abono orgánico obtenido fue utilizado en el abonamiento de los 40 plantones de eucalipto en investigación. Esta aplicación permitió evaluar su eficacia en el desarrollo biológico de los plantones. Sobre todo, diferenciándose con claridad la eficiencia nutritiva de cada abono, según el reporte de análisis de laboratorio de la Universidad.

III. RESULTADOS

Objetivo 1: Determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) del abono orgánico.

Después de haber realizado todos los procedimientos indicados se realizó el análisis químico de los nutrientes del abono: Nitrógeno, Fósforo y Potasio (NPK), además de carbono orgánico, materia orgánica, pH y conductividad eléctrica, los cuales indicaron la pertinencia de ser utilizados como fertilizante agrícola. Los resultados fueron analizados por el Centro de análisis de suelos y Aguas – CEASA, de la Universidad Nacional de Jaén, cuyo informe de ensayo CEASA N° 000240524-EL-020, se adjunta en anexos (Figura 9).

Tabla 1

Composición del análisis químico del abono 1 de la investigación

Parámetro de análisis	Unidades	Medida
Nitrógeno disponible	%	0.78
Fósforo disponible	ppm	130.2
Potasio disponible	ppm	338.728
Carbono orgánico	%	0.9
Materia orgánica	%	0.55
pH		7.136
Conductividad eléctrica	mS/m	273

Fuente: Centro de análisis de suelos y aguas – CEASA.

Interpretación:

El abono 1, fue resultado de la descomposición microbiológica de residuos orgánicos domiciliarios (cáscaras de verduras, frutas, etc.), gallinaza y lodos activados; y sobre la superficie se reforzó una pequeña capa de residuos orgánicos domiciliarios. Mostró valores muy bajos para ser utilizados en la fertilización de los cultivos. Así se determinó un 0.55 % de materia orgánica, Carbono orgánico 0.9, y respecto al contenido nutricional arrojó 0.78 % de nitrógeno, 130.2 ppm de fósforo disponible y 338.728 ppm de potasio disponible.

Respecto al pH evidenció neutralidad y una mayor conductividad eléctrica respecto al abono 2, explicada por la falta de descomposición orgánica de las sustancias orgánicas presentes en las fuentes de gallinaza, residuos orgánicos domiciliarios (cáscaras de verduras, frutas, etc. y lodo activado).

Tabla 2

Composición del análisis químico del abono 2 de la investigación

Parámetro de análisis	Unidades	Medida
Nitrógeno disponible	%	5.09
Fósforo disponible	ppm	86.2
Potasio disponible	ppm	430.04
Carbono orgánico	%	5.9
Materia orgánica	%	10.17
pH	-	7.504
Conductividad eléctrica	mS/m	27.8

Fuente: Centro de análisis de suelos y aguas – CEASA.

Interpretación:

El abono 2, conformado por la descomposición microbiológica de cascarilla de arroz, lodo activado y estiércol de ganado-cuy; y sobre la superficie se reforzó con cascarilla de arroz. Mostró valores aceptables para la fertilidad del suelo al proveer un 10.17 % de materia orgánica, 5.9 % de carbono orgánico, y respecto al contenido nutricional arrojó 5.09 % de nitrógeno, 86.2 ppm de fósforo disponible y 430.04 ppm de potasio disponible. Respecto al pH evidenció cierta neutralidad (7.504) y una baja conductividad eléctrica, explicada por la descomposición de las sustancias presentes en las fuentes de estiércol y lodo activado.

Tabla 3

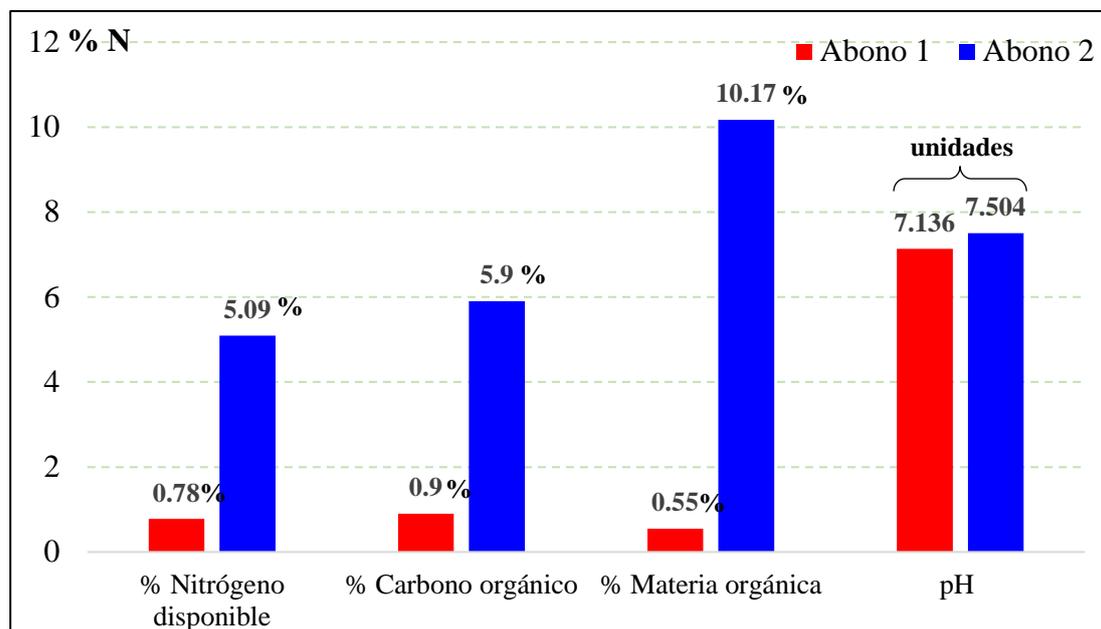
Comparación entre la materia orgánica entre abono 1 y 2

Parámetro de análisis	Abono 1	Abono 2
% Nitrógeno disponible	0.78	5.09
% Carbono orgánico	0.9	5.9
% Materia orgánica	0.55	10.17
pH	7.136	7.504

Fuente: Centro de análisis de suelos y aguas – CEASA.

Figura 3

Comparación gráfica entre el abono 1 y 2 y las unidades de pH



Interpretación:

El gráfico visualiza que el abono 2 tiene mayor concentración en todos los niveles de nitrógeno disponible, % de carbono orgánico y % materia orgánica. Respecto al pH la acidez de ambos abonos es muy similar, ambas tienen cercanía a la neutralidad.

Objetivo 2: Comparar las concentraciones de N del abono orgánico de las lagunas de estabilización, con los fertilizantes convencionales

Tabla 4

Comparación % de N de abonos 1 y 2 VS fertilizantes convencionales

Parámetro	% Nitrógeno
Abono 1	0.78
Abono 2	5.09
Nitrato de calcio	15
Fosfoso calcio	5.25
Sulfato de amonio	21
Cloruro amónico	25
Nitrato de amonio	33
Nitrato de sulfato de amonio	26
Nitrato de calcio y amonio	35

Fuente: Adaptación de las tesis.

Interpretación:

El abono 2 tiene un contenido nutritivo (5.09 %) muy cercano al producto fertilizante denominado Fosfósil calcio (5.25 %). Pero, al mismo tiempo tiene un contenido de nitrógeno mucho menor que cualquier fertilizante comercial. De forma, que se puede concluir el abono 2 es útil como fertilizante biológico y por debajo de un fertilizante mineral.

Figura 4

Fracción porcentual del nitrógeno con los fertilizantes comerciales

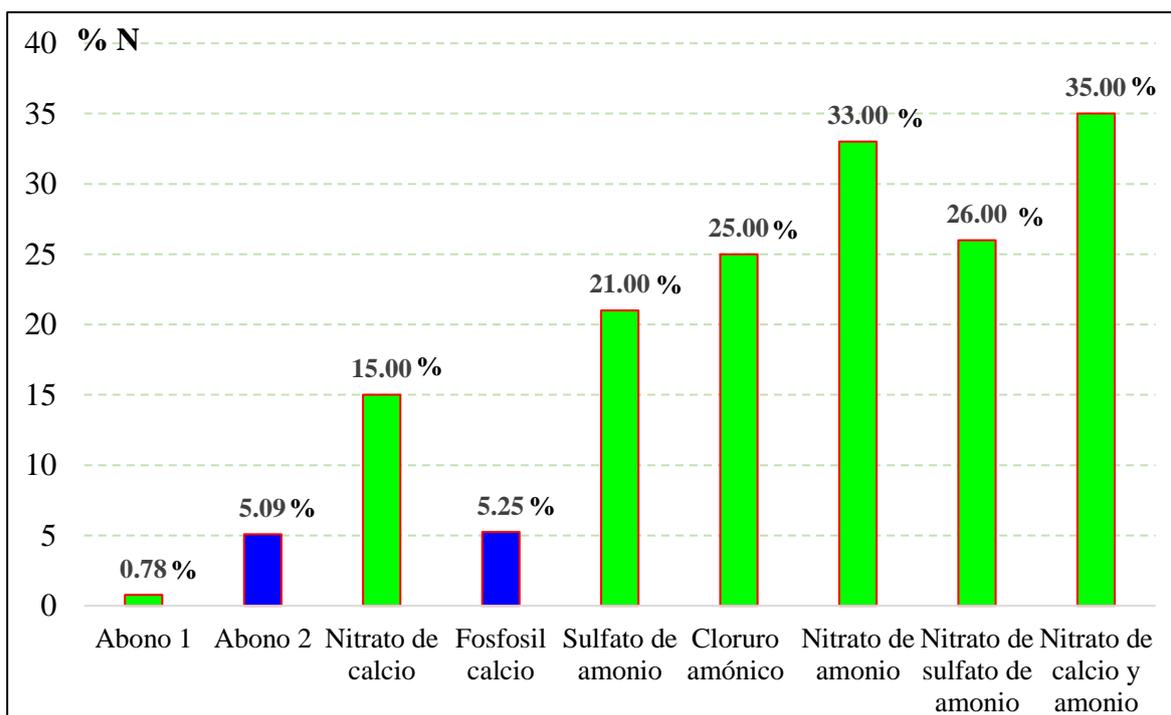


Tabla 5

Comparación nutritiva de nitrógeno 1 y 2 versus abonos convencionales

Parámetro	% Nitrógeno
Abono 1	0.78
Abono 2	5.09
Estiércol de ganado	0.40
Estiércol de oveja y cabra	0.75
Estiércol de aves	3.03
Estiércol de caballo	2.00
Estiércol de cerdo	1.10
Abono de Jacinto de agua	2.00
Paja de arroz	1.50

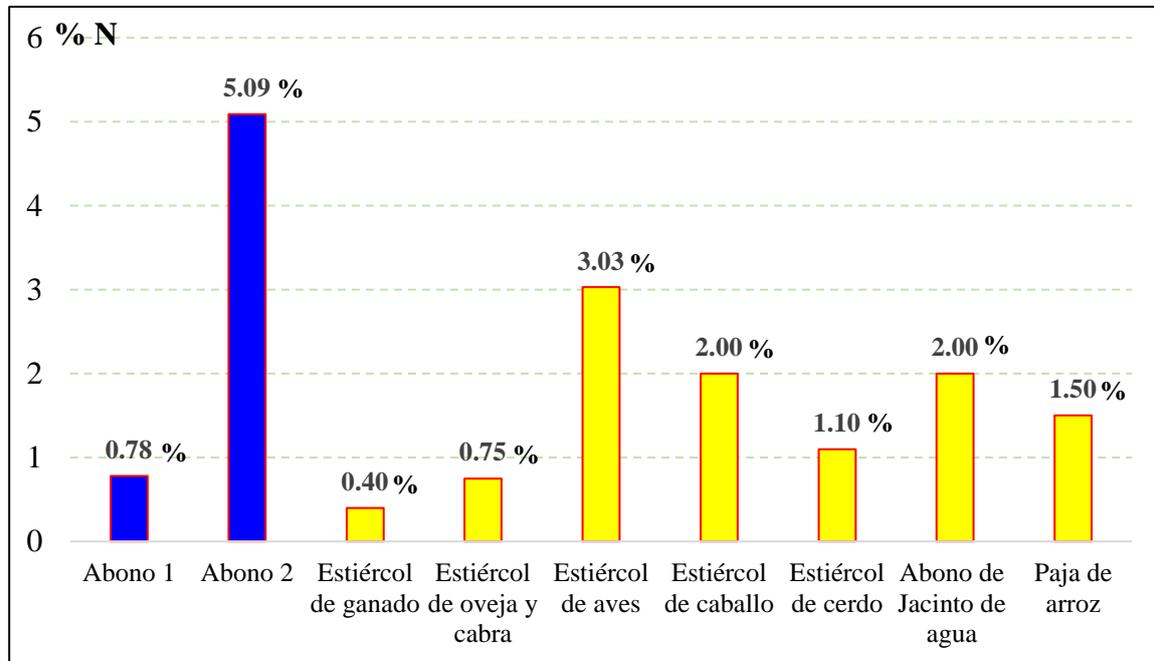
Fuente: Adaptación de las tesis.

Interpretación:

El abono 2 tiene un mayor porcentaje de nitrógeno frente a otros abonos orgánicos.

Figura 5

Comparación porcentual de nitrógeno entre abono 1, 2 y abonos convencionales



Interpretación:

El abono 2 descompuesto, tiene un contenido porcentual de nitrógeno mucho mayor comparado con el estiércol de aves, ovejas, cabras y ganado. A diferencia del Jacinto de agua y la paja de arroz, el abono 2 lleva consigo una microbiota activa para el suelo.

Objetivo 3: Evaluar el desarrollo biológico en plantas, haciendo uso del abono orgánico en plantones de eucalipto (*Eucalitus globulus*)

Tabla 6

Plantones (P) que recibieron abono 1, al finalizar el día 90

Descripción del plantón	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	Promedio
Número de ramas	17	15	18	15	16	15	16	17	15	15	16	15	16	15	17	16	16	18	17	16	16
Altura longitudinal (cm)	38	39	41	39	40	38	41	39	38	40	39	38	39	38	40	39	39	40	41	39	39
Número de hojas verdes	20	17	18	20	18	17	19	17	18	20	20	18	17	18	17	17	18	18	19	17	18
Longitud de raíces (cm)	15	16	17	15	14	15	13	15	13	17	15	16	17	15	14	15	14	16	16	15	15

Interpretación:

Las tablas 16, 17 y 6 mostraron la evolución del desarrollo biológico de los plantones con el abono 1. El dato más significativo fue la altura del plantón que incrementó de 20 cm a 39 cm. Sobre el número de ramas, este se incrementó de 8 a 16. Y, la longitud de las raíces llegó a medir 15 cm en promedio al final de los 90 días.

Tabla 7*Plantones (P) que recibieron abono 2, al finalizar el día 90*

Descripción del plantón	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	Promedio
Número de ramas	18	19	18	19	19	20	17	17	18	18	18	19	20	18	19	19	21	20	19	20	19
Altura longitudinal (cm)	50	49	47	48	49	50	51	48	48	47	50	49	51	49	52	48	51	49	50	48	49
Número de hojas verdes	23	22	23	21	22	21	23	22	21	23	23	22	21	20	22	20	22	23	23	22	22
Longitud de raíces (cm)	22	21	20	22	20	21	22	22	20	21	22	20	21	22	22	20	21	20	20	21	21

Interpretación:

Las tablas 18, 19 y 7 mostraron una evolución del desarrollo biológico con el abono 2. El dato más significativo fue la altura del plantón que incrementó de 28 cm a 49 cm. Sobre el número de ramas este se incrementó de 11 a 19. Y, la longitud de las raíces llegó a medir 21 cm en promedio al final de la investigación.

Tabla 8*Plantones testigo (PT) que no recibieron abono durante la investigación*

Descripción del plantón	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5	PT 6	PT 7	PT 8	PT 9	PT 10	PT 11	PT 12	PT 13	PT 14	PT 15	PT 16	PT 17	PT 18	PT 19	PT 20	Promedio
Número de ramas	12	14	13	12	14	13	14	14	13	14	14	13	12	12	14	13	13	12	12	14	13
Altura longitudinal (cm)	27	29	27	28	27	28	28	29	27	28	27	29	28	27	28	30	29	31	28	29	28
Número de hojas verdes	14	15	14	16	17	14	15	13	14	15	13	17	15	17	16	14	15	15	16	14	15
Longitud de raíces (cm)	11	13	12	10	11	13	12	11	13	10	12	13	11	12	13	11	10	12	12	13	12

Interpretación:

La tabla 8 mostró una altura longitudinal de crecimiento de 28 cm, el número de ramas al cabo de 90 días fue 13, el número de hojas verdes fue 15 y la longitud de las raíces fue 12 cm. En todos los casos, los valores fueron menores a los alcanzados con los abonos 1 y 2 al concluir los 90 días de la investigación.

Tabla 9

Comparación final entre los plantones de eucalipto según el abono y testigo

Parámetro de medición	Sin abono día 90	Con abono 1			Con abono 2		
		día 30	día 60	día 90	día 30	día 60	día 90
Número de ramas	13	8	12	16	11	15	19
Altura Longitudinal (cm)	28	20	31	39	28	41	49
Número de hojas Verdes	15	13	15	17	18	21	23
Profundidad raíz (cm)	12	-	-	15	-	-	21

Interpretación: Se observó que en todos los parámetros de evaluación: Altura longitudinal, número de ramas, número de hojas verdes y profundidad de raíces los mayores valores de desarrollo biológico se observaron los plantones abonados con el abono 2, en segundo lugar se obtuvo con el abono 1 y finalmente los plantones que no fueron abonados.

Análisis estadístico:

1. Desarrollo biológico del plantón a 30 días:

- **Hipótesis nula H_0 :** No hay diferencias significativas en el desarrollo de los plantones entre los tratamientos de camas 1 y 2.
- **Hipótesis alternativa H_1 :** Hay diferencias significativas en el desarrollo de los plantones entre los tratamientos de camas 1 y 2.

Regresión Simple: Abono 1:30 días *versus* Abono 2: 30 días

Variable dependiente: Abono 1:30 días

Variable independiente: Abono 2: 30 días

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Tabla 10

Coefficientes estadísticos a 30 días

Parámetro	Est. mínimos cuadrados	Error estándar	Estadístico T	Valor-P
Intercepto	0.262557	0.080039	3.28036	0.1884
Pendiente	0.705479	0.00395445	178.401	0.0036

Tabla 11

Análisis de varianza a 30 días

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	72.6644	1	72.6644	31827.00	0.0036
Residuo	0.00228311	1	0.00228311		
Total (Corr.)	72.6667	2			

Coefficiente de Correlación = 0.999984

R-cuadrada = 99.9969 %

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99.9937 %

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Abono 1:30 días y Abono 2: 30 días. La ecuación del modelo ajustado es:

Abono 1:30 días = $0.262557 + 0.705479 \cdot \text{abono 2: 30 días}$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, es decir (Valor-P: **0.0036 < 0.05**), existe una relación estadísticamente significativa entre Abono 1:30 días y Abono 2: 30 días con un nivel de confianza del 95.0 %. Es decir, el desarrollo biológico tiene un efecto estadísticamente significativo. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

2. Desarrollo biológico del plantón a 60 días:

- **Hipótesis nula H_0 :** No hay diferencias significativas en el desarrollo de los plantones entre los tratamientos de camas 1 y 2.
- **Hipótesis alternativa H_1 :** Hay diferencias significativas en el desarrollo de los plantones entre los tratamientos de camas 1 y 2.

Regresión Simple: Abono 1:60 días versus Abono 2: 60 días

Variable dependiente: Abono 1:60 días

Variable independiente: Abono 2: 60 días

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Tabla 12

Coefficientes estadísticos a 60 días

Parámetro	Est. mínimos cuadrados	Error estándar	Estadístico T	Valor-P
Intercepto	0.129496	1.56839	0.0825664	0.9476
Pendiente	0.748201	0.0560736	13.3432	0.0476

Tabla 13

Análisis de varianza a 60 días

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	207.501	1	207.501	178.04	0.0476
Residuo	1.16547	1	1.16547		
Total (Corr.)	208.667	2			

Coefficiente de Correlación = 0.997203

R-cuadrada = 99.4415 %

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 98.8829 %

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Abono 1: 60 días y abono 2: 60 días. La ecuación del modelo ajustado es:

Abono 1: 60 días = $0.129496 + 0.748201 \cdot \text{abono 2: 60 días}$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, es decir (Valor-P: **0.0476 < 0.05**), existe una relación estadísticamente significativa entre Abono 1:60 días y Abono 2: 60 días con un nivel de confianza del 95.0 %. Es decir, el desarrollo biológico tiene un efecto estadísticamente significativo. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

3. Desarrollo biológico del plantón a 90 días:

- **Hipótesis nula H_0 :** No hay diferencias significativas en el desarrollo de los plantones entre los tratamientos de camas 1 y 2.
- **Hipótesis alternativa H_1 :** Hay diferencias significativas en el desarrollo de los plantones entre los tratamientos de camas 1 y 2.

Regresión Simple: Abono 1:90 días versus Abono 2: 90 días

Variable dependiente: Abono 1:90 días

Variable independiente: Abono 2: 90 días

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Tabla 14

Coefficientes estadísticos a 90 días

Parámetro	Est. mínimos cuadrados	Error estándar	Estadístico T	Valor-P
Intercepto	-0.121859	2.23415	-0.0545439	0.9653
Pendiente	0.795226	0.0674542	11.7891	0.0539

Tabla 15

Análisis de varianza a 90 días

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	335.585	1	335.585	138.98	0.0499
Residuo	2.41457	1	2.41457		
Total (Corr.)	338.0	2			

Coefficiente de Correlación = 0.996422

R-cuadrada = 99.2856 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 98.5713 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Abono 1: 90 días y abono 2: 90 días. La ecuación del modelo ajustado es:

Abono 1: 90 días = $-0.121859 + 0.795226 \cdot \text{abono 2: 90 días}$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, es decir (Valor-P: **0.0499 < 0.05**), existe una relación estadísticamente significativa entre Abono 1:90 días y Abono 2: 90 días con un nivel de confianza del 95.0 %. Es decir, el desarrollo biológico tiene un efecto estadísticamente significativo. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Conclusiones del análisis de datos:

El análisis de varianza (ANOVA) mostró que hubo diferencias significativas en el

crecimiento de los plantones de eucalipto entre los diferentes tratamientos de abono orgánico. 1 y 2.

El tratamiento T2, con 5.09 % de nitrógeno, 86.2 ppm de fósforo y 430.04 ppm de potasio, resultó ser el más efectivo, produciendo los mayores incrementos en altura y mejor desarrollo radicular. Estos resultados permiten concluir que el tratamiento T2 (abono 2) proporcionó una combinación óptima de nutrientes para el crecimiento de los plantones de eucalipto en comparación con el tratamiento 1 (abono 1).

Figura 6

Comparación entre los plantones de eucalipto de altura y raíces, día 90

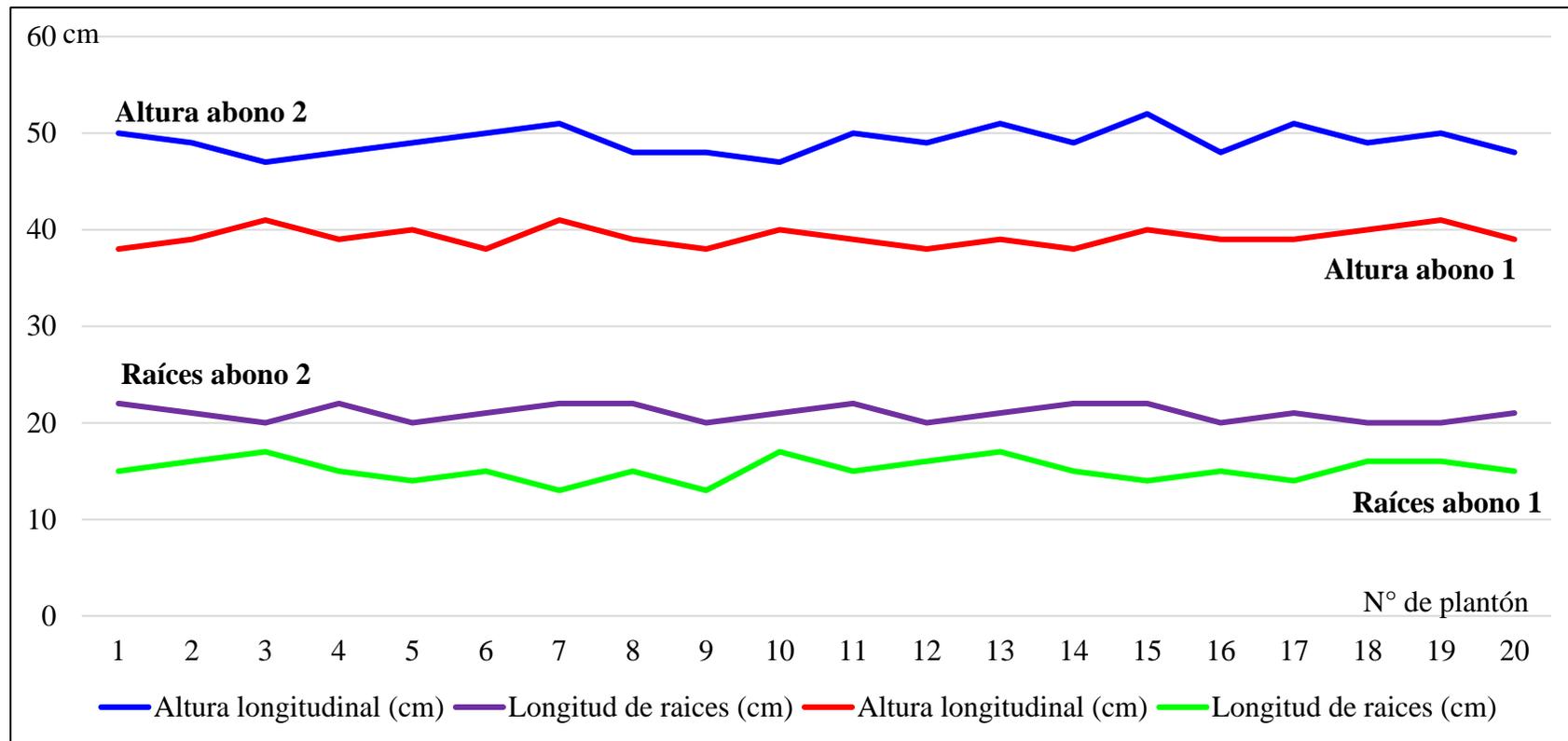
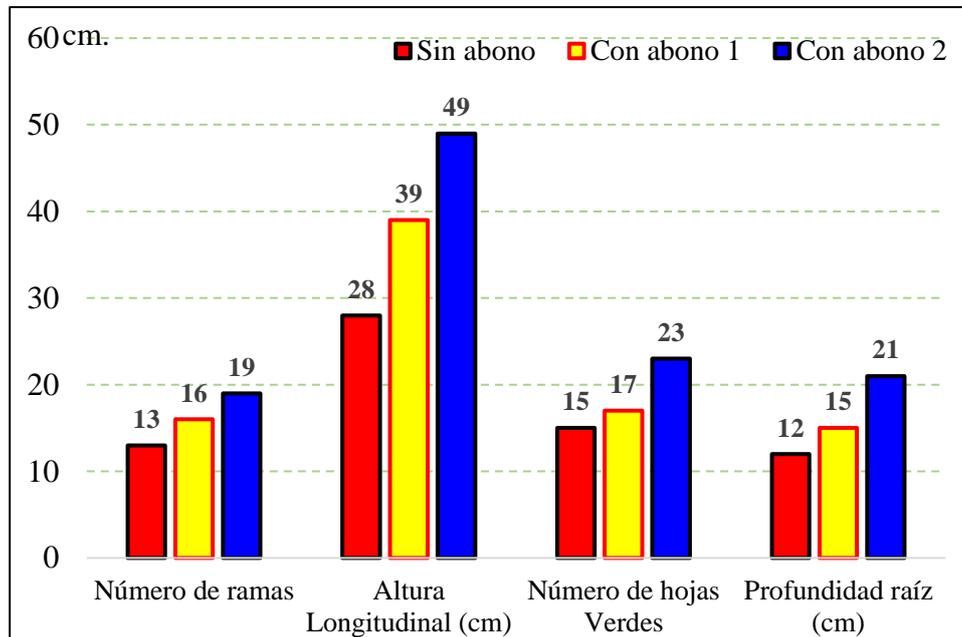


Figura 7

Comparación entre los plántones de eucalipto según el abono y testigo



Interpretación:

El número de ramas, altura longitudinal, hojas verdes y profundidad de la raíz es mayor en aquellos plántones que fueron abonados con la cama del compostaje 2.

IV. DISCUSIÓN

La investigación se inició con el compostaje de los lodos activados de la planta de tratamiento PTAR-Jaén. Este proceso se realizó mezclando el lodo con residuos orgánicos. Se construyó dos camas 1 y 2, con listones de madera 200 cm de largo, 120 cm de ancho y 15 cm de alto. Huamán (2019) construyó las camas con cajas de madera de 40 cm de largo, 30 cm de ancho y 15 cm de altura. Después de concluir la investigación, se determinó que el tratamiento más efectivo se logró con el tratamiento 2 (abono 2), compuesto por 25 kg de cascarilla de arroz, 25 kg de lodo activado y 12.5 kg de estiércol de ganado y 12.5 kg de estiércol de cuy, el cual produjo un contenido de nitrógeno disponible del 5.09 %, fósforo disponible 86.2 ppm y potasio disponible 430.04 ppm. además de 5.9 % carbono orgánico, 10.17 % materia orgánica, 27.8 de conductividad eléctrica y un pH 7.504. Este nivel de nitrógeno le generó condiciones de fertilizante (Ramos, 2017). Sobre todo, por ser un abono biológico y altísima carga bacteriana arrastrada del estiércol de ganado y de los lodos activados procedentes de la planta de tratamiento y que finalmente, beneficiará al suelo (Macías, 2018). Estos resultados son similares al aprovechamiento de lodos residuales de la PTAR- Escalerilla, que produjeron 115,87 TM de lodo, con un promedio mensual de 12,87 TM. Los lodos fueron categorizados como bio-sólidos de tipo A, y fueron aptos para su comercialización (Chipana, 2022). A diferencia del abono 1 (tratamiento 1) en base a 25 kg de residuos orgánicos domiciliarios (cáscaras de verduras, frutas, etc.), 25 kg. de gallinaza y 25 kg de lodos activados, lo cuales al término de los 90 días no se logró descomponer con eficiencia por ello su rendimiento de nitrógeno disponible fue 0.78%, fósforo disponible 130.2 ppm y potasio disponible 338.728 ppm. Además de 0.9 % carbono orgánico, 0.55 % materia orgánica, 273 de conductividad eléctrica y un pH 7.136. Esta baja calidad fertilizante fue resultado de la falta de descomposición de la materia orgánica agregada como fueron los residuos sólidos (cáscaras de verduras, frutas, etc.) y por su naturaleza celulósica que impidió su pronta degradación orgánica. Una problemática similar lo obtuvo Toapaxi (2022) cuando preparó compost a partir de lodos residuales al utilizar aserrín como medio de incorporar materia orgánica, pues en su diseño experimental completamente al azar y

compuesta por 7000 kg de lodo residual y 3000 kg de aserrín requirió de un tiempo mucho mayor para la descomposición del aserrín. En este sentido, Alfaro (2023) destacó la efectividad del tratamiento aeróbico de los lodos activados, consideró que los resultados categorizaron los lodos activados como buenos. Los resultados de la investigación se corroboraron cuando fueron aplicados a plántones de eucalipto a lo largo de 90 días de término. El desarrollo biológico en plántones fortalecidos con el abono 2 fueron evidentes según se muestra en la tabla 8 y gráfica 7. Así con el abono 2, al cabo de 90 días se logró una altura promedio del plantón de eucalipto de 49 cm y una longitud radicular de 21 cm, número de ramas 19 y 23 hojas verdes; en cambio, con el abono 1, se logró una altura promedio del plantón de eucalipto de 39 cm y una longitud radicular de 15 cm, número de ramas 16 y 17 hojas verdes. Algo similar, realizó Ramos (2017) cuando aprovechó los lodos activados en la agricultura a través de un diseño estadístico completamente al azar (DCA), sobre el desarrollo de maíz. Evaluó variables de desarrollo como la salida de la plántula, la altura, el grosor del tallo, materia orgánica sobre el cultivo de maíz. Los resultados mostraron una alta significancia entre las variables de estudio llegando a la conclusión que tanto el lodo seco como el lodo compostado pueden dar un beneficio. En este contexto, Castro (2019) recomendó aprovechar los residuos sólidos orgánicos desechos de la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L. para sus propios cultivos, es decir, logró abastecer a pequeños agricultores orgánicos. Maciel *et al.*, (2020) obtuvieron N disponible a partir de dos bio-sólidos, para ello, utilizaron tres fuentes de nitrógeno (sulfato de amonio, bio-sólidos de lagunas de oxidación y biosólidos de lodos activados) y tres dosis, incluyendo un testigo sin nitrógeno. Entre sus resultados obtuvieron 40.4 % N para bio-sólidos de lodos activados y 34.8% N para bio-sólidos. Cuando el abono 2 fue comparado con abonos naturales, se encontró que su % N fue mayor en todos los casos comparado con el estiércol doméstico. De forma similar, Huamán (2019) procesó lodos residuales, en un proceso anaeróbico con el fin de convertirlo en un producto ecológico y comercializable. Concluyeron que el mejor compostaje está formado por el 50% de materia orgánica, 10 % de frutas y 40 % de estiércol vacuno. En el mismo sentido, Martínez (2019) recomendó para elevar la productividad, realizar un compostaje con lodos activados. Igualmente, hizo referencia Pinzón y Pinzón (2018) sobre lodos activados que mejoran la productividad de terrenos de cultivo, pero también se debe considerar que, al hacer uso de estos, la carga bacteriana está en constante aumento por todo lugar que se transite con el lodo activado. Lo cual no necesariamente involucra un proceso de desinfección.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- La investigación permitió obtener abono orgánico a partir de los lodos activados de las lagunas de estabilización de la PTAR- Jaén de la provincia de Jaén.
- El abono 2 resultado del tratamiento 2, arrojó nitrógeno disponible del 5.09 %, fósforo disponible 86.2 % y potasio disponible 430.04 ppm. además, 5.9 % carbono orgánico, 10.17 % materia orgánica, 27.8 mS/m de conductividad eléctrica y pH 7.504. El abono 1, del tratamiento 1, arrojó nitrógeno disponible del 0.78%, fósforo disponible 130.2% y potasio disponible 338.728 ppm. Además de 0.9 % carbono orgánico, 0.55 % materia orgánica, 273 mS/m de conductividad eléctrica y un pH 7.136.
- El abono 2 tuvo mayor % N disponible (5.09 %), otros fertilizantes comerciales fueron el Nitrato de calcio (15%), sulfato de amonio (21%), cloruro amónico (25%), nitrato de amonio (33%), nitrato de sulfato de amonio (26%) y nitrato de calcio y amonio (35%). Comparados con abonos orgánicos, se tuvo Estiércol de ganado (0.40%), estiércol de oveja y cabra (0.75%), estiércol de aves (3.03%), estiércol de caballo (2.00%), estiércol de cerdo (1.10%).
- La evaluación del desarrollo biológico del eucalipto (*Eucalitus globulus*) se desarrolló cada 30, 60 y 90 días. Los resultados con abono 2: Altura promedio del plantón fue 49 cm y longitud radicular de 21 cm, número de ramas 19 y 23 hojas verdes. Y, con el abono 1 se obtuvo altura promedio del plantón 39 cm y longitud radicular de 15 cm, número de ramas 16 y 17 hojas verdes. Las muestras testigo mostraron altura promedio del plantón 28 cm, longitud radicular de 12 cm, número de ramas 13 y 15 hojas verdes

Recomendaciones:

- Se recomienda el aprovechamiento de los lodos activados de la planta de tratamiento de aguas residuales de la PTAR-Jaén.
- Realizar estudios comparativos para determinar el impacto del abono orgánico y químico en diferentes suelos y condiciones climáticas, identificando las ventajas del abono orgánico en términos de suelo, humedad y desarrollo radicular.
- Investigar el efecto del abono orgánico en la biodiversidad microbiana e invertebrados en el suelo, comparándolo con el abono químico, para evaluar cómo diferentes tipos de abonos orgánicos afectan la actividad microbiana y la presencia de organismos beneficiosos en el suelo.
- Desarrollar estudios que optimicen las mezclas de abonos orgánicos y métodos de aplicación para maximizar la disponibilidad de nutrientes y eficiencia del uso del agua, considerando factores como la relación carbono-nitrógeno, textura del abono y frecuencia de aplicación.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agüero Cruz, A. A. (2019). *Tratamiento de lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas con la aplicación de la lombricultura en la Compañía Minera Chungar – 2019*. Cerro de Pasco. Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Recuperado el 11 de Marzo de 2023.
http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2045/1/T026_71530948_T.pdf

Aguilar Sánchez, J., & Cubas Irigoín, N. (2021). *Contaminación agrícola por uso de aguas residuales*. Cajamarca. Perú: Universidad Nacional Autónoma de Chota.
<http://www.scielo.org.bo/pdf/arca/v5n13/2664-0902-arca-5-13-65.pdf>

Alfaro, E. (2023). *Caracterización de lodos activados procedentes, dos Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) ubicadas en Costa Rica*. Ingeniería, investigación y tecnología.
DOI:<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.3.019>

Bolaños Guerrón, D. R. (2021). *Estabilización y manejo de lodos residuales en la Planta de Tratamiento Municipal Portoviejo*. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas Innovación para la Excelencia. Recuperado el 17 de Noviembre de 2022.
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/27423/1/T-ESPE-018129.pdf>

Caballero Noreña, G. J. (2022). *Disposición final de los lodos de una planta depuradora de aguas residuales como fertilizante orgánico*. Huacho. Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Recuperado el 14 de Marzo de 2023.
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5744/GIANCARLO%20JOSE%20CABALLERO%20NORE%C3%91A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cabrera, L. A. y Zevallos, L. A. (2019). *Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Jaén*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal y Ambiental]. Universidad Nacional de Jaén.
file:///C:/Users/Desktop/VERONICA/Cabrera_GLA_Zevallos_JLA.pdf

Carvajal Rodríguez, L. (2023). *El método deductivo de investigación*. Artículo, Fomento de la práctica científica y literaria, México.

<https://www.lizardo-carvajal.com/el-metodo-deductivo-de-investigacion/>

Castro, C. (2019). *Propuesta de aprovechamiento de los residuos orgánicos desechados en la empresa M.B.N. Exportaciones & CIA S.R.L. para la elaboración y comercialización de compost en la región Lambayeque*. Lambayeque, Perú.

https://users/vea/desktop/tesis%202023%20unj/tesis%20rosita-veronica/tl_castro_mejiacaudia.pdf

Chipana, J. (2022). Caracterización y Evaluación de los lodos residuales provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) La Escalerilla, para su reaprovechamiento en la agricultura. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/62c4d3a4-9d4e-4ae8-9e8d-b387cb180b8c/content>

Cupe Flores, B. E., & Juscamaita Morales, J. G. (2018). *Tratamiento de lodos residuales de una industria cervecera a través de fermentación homoláctica para la producción acelerada de abono orgánico*. Perú: Scielo. Recuperado el 28 de Febrero de 2023,

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162018000100012

Cupe, B., & Juscamaita, J. (2018). *Tratamiento de lodos residuales de una industria cervecera a través de fermentación homoláctica para la producción acelerada de abono orgánico*. Lima. Peru: Universidad Agraria la Molina.

DOI:<https://doi.org/10.21704/rea.v17i1.1179>

Chojnacka, K., Skrzypczak, D., Szopa, D., Izydorczyk, G., Moustakas, K., & Witek, A. (2023) Management of biological sewage sludge: Fertilizer nitrogen recovery as the solution to fertilizer crisis. *Journal of Environmental Management*. Volume 326, Part A.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116602>.

- Dibut Alvarez, B. (2010). *Biofertilizantes como insumo en la agricultura sostenible*. Cuba: Humiworm. Recuperado el 12 de Abril de 2023.
https://www.google.com.pe/books/edition/Biofertilizantes_como_insumos_en_agricul/--vzDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=abono+org%C3%A1nico&printsec=frontcover
- Flowen. (8 de Setiembre de 2020). Cifras de tratamiento de aguas residuales en el mundo. *Equipo Flowen*.
<https://flowen.com.pe/cifras-de-tratamiento-de-aguas-residuales-en-el-mundo/>
- Hernandez, Fernandez, & Baptista. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, M. d. (2014). *Medologia de la investigacion cientifica* . México: McGraw-Hill.
- Huaman Chiroque, L. M. (2019). *Tratamiento de lodo residual proveniente de una planta de tratamiento de aguas residuales a través del vermicompostaje como tecnología ambiental*. Lima. Perú: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Recuperado el 10 de Marzo de 2023.
http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/155/1/Huaman_Leidy_Trabajo_Suficiencia_2019.pdf
- Hueso, A. (2020). *El intratable problemas de las aguas residuales*. Water Aid. Obtenido de <https://washmatters.wateraid.org/sites/g/files/jkxoof256/files/el-intratable-problema-de-las-aguas-residuales-notas-de-polticas.pdf>
- Jamil, M., Qasim, M. y Umar, M. (2006). Utilización de lodos de depuradora como fertilizante orgánico en agricultura sostenible. *Journal of applied Sciences*. 6(3) 531-535. Facultad de Agricultura, Universidad de Gomal, Dera Ismail Khan, Pakistán.
- Macías Vásquez, F. (2018). *Edafología*. España: Universidad Santiago de Compostela. Recuperado el 17 de Enero de 2023, de <https://cetus.usc.es/felipe-macias-vazquez>

- Maciel, S., Figueroa, U., Jacobo, M., Trejo, R., Pedroza, A., & Encerrado, R. (2020). *Disponibilidad de nitrógeno y rendimiento de biomasa de Ricinus communis L. fertilizado con biosólidos*. Revista mexicana de ciencias agrícolas. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2082>
- Martínez, L. (2019). Abonar fincas con lodos de depuradora: riesgos y ventajas. España: Campo Galego. Recuperado el 24 de Enero de 2023. <https://www.campogalego.es/abonar-con-lodos-de-depuradora-riesgos-y-ventajas-de-esta-practica/#:~:text=Los%20principales%20riesgos%20de%20emplear%20este%20tipo%20de,enfermedades%2C%20desde%20problemas%20digestivos%20a%20patolog%C3%ADas%20m%C3%A1s%20peligr>
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2013). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelos.
- Pinzón Díaz, A. A., & Pinzón Díaz, S. M. (2018). *Lodos generados en planta de tratamiento de aguas residuales el salitre Bogotá, como insumo para la producción de Compost*. Bogotá: Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Recuperado el 20 de Febrero de 2023, de <file:///C:/Users/vea/Desktop/TESIS%20ROSITA-VERONICA/Pinz%C3%B3nD%C3%ADazAuraAndrea2018.pdf>
- Ramos Matías, P., Aguirre Yato, G., & Francisco Atencio, J. (2017). *Aprovechamiento agrícola del lodo generado en la PTAR de Puente Piedra – Lima*. Lima. Perú: Scielo. Recuperado el 16 de Febrero de 2023. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2011000100008
- Rocha, R. F. (2004). Guía de medición de humedad del suelo: método del tacto. Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua. Boletín N° 4. Mayo.
- Seleiman, M. F., Santanen, A. & Mäkelä, P. S. A. (2020) Recycling sludge on cropland as fertilizer – Advantages and risks. Resources, Conservation and Recycling. Volume 155, April. 104647.

Taylor & Francis, G. (2017). *Water Science & technology*. Estados Unidos. Recuperado el 8 de Febrero de 2023.

https://www.google.com.pe/books/edition/Water_Science_and_Technology/oDkPEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=Turovskiy+%26+Mathai,+2006+composteo&pg=PA502&printsec=frontcover

Toapaxi, E. (2022). *Alternativa sustentable para el aprovechamiento de lodos activados residuales, generados en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de empresa de alimentos*. Ambato. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.

<file:///c:/users/vea/desktop/tesis%202023%20unj/tesis%20rosita-veronica/t2120mpoi.pdf>

Valencia Monedero, C. H. (2016). *Aguas residuales una visión integral*. (Vol. Primer volumen). Colombia, Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado el 12 de Febrero de 2023.

https://www.google.com.pe/books/edition/Aguas_residuales_una_vis%C3%B3n_integral/M3miEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=aguas+residuales&printsec=frontcover

Zhang, B., Zhou, X., & Ren, X. (2023). Recent Research on Municipal Sludge as Soil Fertilizer in China: a Review. *Water Air Soil Pollut* 234, 119.

<https://doi.org/10.1007/s11270-023-06142-w>

DEDICATORIA

A Juan Agustín Delgado Casas, padre: Por ser el faro que guió mi camino, por tu sabiduría y apoyo incondicional, por inculcarme el amor por la naturaleza y la tenacidad para alcanzar mis sueños. Gracias por creer en mí siempre, incluso cuando yo dudaba.

Araceli Medina Linares, madre: Por ser mi ángel guardián, por tu ternura y fortaleza, por ser el refugio donde siempre encontré consuelo y aliento. Gracias por tus sacrificios y por enseñarme el valor del trabajo duro y la perseverancia.

A Liam Axel Coronel Castillo, hijo: Por ser mi inspiración y mi mayor motivación, por la alegría que traes a mi vida y por recordarme que siempre debo luchar por mis sueños. Gracias por tu paciencia y comprensión en los momentos más difíciles.

A Melissa Isabel Delgado Medina, hermana: Por ser mi confidente y compañera de aventuras, por compartir mis alegrías y tristezas, por ser mi apoyo incondicional en todo momento. Gracias por tu amistad y por creer en mí incluso cuando yo no lo hacía.

A Verónica, amiga y cómplice de toda la carrera: Por ser mi compañera de batallas, por compartir conmigo las horas de estudio y los momentos de estrés, por tu apoyo incondicional y por tu contagiosa alegría. Gracias por ser parte de este logro tan importante para mí.

A todos ustedes, quienes con su amor, apoyo y comprensión me han permitido alcanzar este sueño, les dedico con todo mi corazón esta tesis, fruto de nuestro esfuerzo compartido. Gracias por ser parte de mi vida y por hacerme sentir tan amado y apoyado.

Con infinito amor y agradecimiento eterno.

Rossy Yocely

DEDICATORIA

A Santos Manuel Esteves Mendoza, padre: A pesar de tu ausencia física, tu presencia en mi corazón ha sido mi brújula y mi impulso. Gracias por tus valores, tu ejemplo de trabajo duro y tu amor incondicional que aún hoy me guía. Esta tesis también es tuya, papá.

A Judith Flores Pretel, madre: Por ser mi ángel guardián, mi confidente y mi fuente de fortaleza. Gracias por tu infinito amor, tus sabios consejos y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Este logro también es tuyo, mamá.

A mis abuelos paternos y maternos: Por su amor incondicional, sus enseñanzas y el legado de valores que han dejado en mi familia. Gracias por ser parte de mis raíces y por inspirarme a ser una mejor persona cada día. Esta tesis también es de ustedes, abuelos.

A Rossy, amiga y compañera de clases: Por compartir conmigo este camino lleno de retos y satisfacciones. Gracias por tu amistad, apoyo, paciencia y por ser una fuente constante de motivación. Esta tesis también es tuya, Rossy.

A todos ustedes, quienes con su amor, apoyo y comprensión han hecho posible este sueño, les dedico con profunda gratitud esta tesis, fruto de nuestro esfuerzo compartido. Gracias por ser parte de mi vida y por inspirarme a alcanzar cada meta que me propongo.

Gracias por todo.

Katterine Verónica

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Jaén, institución que ha sido mi hogar académico durante estos años, agradezco la oportunidad de haber podido desarrollar mi pasión de realizarme como Ingeniera Forestal Ambiental y de haber podido crecer como investigador y como persona.

A mis profesores, que han sido guías y mentores en mi camino académico, agradezco su dedicación, su paciencia y su apoyo constante. Su enseñanza y su orientación han sido fundamentales para mi crecimiento y mi formación como investigador. Su compromiso con la educación y su pasión por la Ingeniería han sido un ejemplo a seguir para mí.

A mis compañeros de clase, que han sido mis colegas y mis amigos, agradezco la colaboración, el apoyo y la amistad que hemos compartido durante estos años. Nuestros debates, nuestras discusiones y nuestras reflexiones han sido un estímulo constante para mi crecimiento y mi desarrollo profesional.

Y, en especial, a mi asesor de tesis, que han sido mi guía y mi apoyo en este proceso, agradezco su orientación, su retroalimentación y su apoyo constante. Su dedicación y su compromiso con mi formación han sido fundamentales para el éxito de esta tesis.

Rossy Yocely

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por haberme brindado la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar exitosamente esta carrera. Su guía y bendición han sido fundamentales en cada etapa de este viaje académico y personal.

A la Universidad, por proporcionarme un entorno académico de excelencia, donde he podido crecer tanto intelectual como profesionalmente. Agradezco profundamente las oportunidades y recursos que me han sido ofrecidos para alcanzar mis metas.

A mi asesor, cuyo conocimiento, paciencia y orientación han sido cruciales para la realización de esta tesis. Gracias por su tiempo, dedicación y por compartir su valiosa experiencia conmigo. Su apoyo constante ha sido una fuente de inspiración y motivación.

A los docentes, quienes, con su pasión por la enseñanza y su compromiso con nuestra formación, han dejado una huella imborrable en mi vida académica. Gracias por sus enseñanzas, por fomentar en mí el espíritu crítico y la curiosidad científica, y por guiarme en este camino hacia el conocimiento.

A mis compañeros de estudio, por su compañerismo, apoyo y amistad a lo largo de estos años. Juntos hemos compartido desafíos, logros y momentos inolvidables que han enriquecido esta experiencia universitaria. Gracias por estar allí en cada paso del camino, por las colaboraciones, el ánimo y las risas compartidas.

Katterine Verónica

ANEXOS

Tabla 16*Plantones (P) que recibieron abono 1, día 30*

Descripción del plantón	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	Promedio
Número de ramas	8	9	7	8	6	8	9	8	7	8	8	7	8	7	9	8	7	9	8	9	8
Altura longitudinal (cm)	20	18	21	19	20	22	20	21	20	19	21	20	20	21	21	22	20	22	21	20	20
Número de hojas verdes	13	13	12	14	15	14	13	12	13	14	13	14	13	13	14	13	12	14	13	14	13

Tabla 17*Plantones (P) que recibieron abono 1, día 60*

Descripción del plantón	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	Promedio
Número de ramas	13	11	12	12	13	12	11	13	11	12	11	12	13	12	12	11	11	13	12	12	12
Altura longitudinal (cm)	30	31	30	33	32	31	30	32	33	31	30	31	32	31	32	32	31	30	31	30	31
Número de hojas verdes	16	15	15	14	16	15	16	15	14	15	16	15	16	14	15	14	15	15	16	14	15

Tabla 18*Plantones (P) que recibieron abono 2, día 30*

Descripción del plantón	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	Promedio
Número de ramas	12	10	11	12	11	10	10	11	12	12	11	12	11	10	12	11	11	10	12	12	11
Altura longitudinal (cm)	27	29	28	27	29	28	27	29	28	27	27	29	28	29	27	28	29	27	28	27	28
Número de hojas verdes	18	17	18	19	17	18	17	19	18	18	19	18	19	17	18	17	19	18	17	18	18

Tabla 19*Plantones (P) que recibieron abono 2, día 60*

Descripción del plantón	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	Promedio
Número de ramas	16	15	14	14	15	17	16	15	16	15	16	15	16	16	15	14	16	15	16	15	15
Altura longitudinal (cm)	42	41	40	43	42	41	40	41	42	40	41	40	41	42	42	41	40	41	40	42	41
Número de hojas verdes	20	21	22	21	22	20	21	22	22	22	21	22	21	20	21	20	22	21	21	22	21

Figura 9

Informe del laboratorio de NPK del Centro de Análisis en Suelos y Aguas – CEASA-UNJ

Centro de Análisis en Suelos y Aguas - CEASA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

INFORME DE ENSAYO
CEASA N°000240524-EL-020

Emitido en Jaén, el 24 de mayo del 2024

Nombre del solicitante	: Bach. Delgado Medina Rosay Yocely Bach. Esteves Flores Katherine Verónica
Muestreado por	: Solicitante
Número de muestras / Cantidad	: 02 muestras / 500 g
Producto declarado	: Suelo de pozos de oxidación
Características	: Bolsa de plástico
Servicio solicitado	: Análisis de fertilidad en marco al proyecto de tesis titulado "Aprovechamiento de lodos activados en la producción de abono orgánico en las lagunas de estabilización de la provincia de Jaén"
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado
Fecha de recepción	: 16 de mayo del 2024
Fecha de inicio de Ensayo	: 20 de mayo del 2024
Fecha de término de Ensayo	: 24 de abril del 2024

Resultados

CÓDIGO DE MUESTRA DEL PRODUCTOR	CÓDIGO DEL LABORATORIO	TIPO DE ANÁLISIS	DETERMINACIONES	UNDADES	RESULTADOS
M-02	MSU021-CEASA-24	FERTILIDAD	Nitrógeno Disponible	%	5.09
			Fósforo Disponible	ppm	86.2
			Potasio Disponible	ppm	430.04
			Carbono orgánico	%	5.9
			Materia Orgánica	%	10.17
			pH	-	7.504
			Conductividad Eléctrica	mS/cm	27.8
M-01	MSU022-CEASA-24	FERTILIDAD	Nitrógeno Disponible	%	0.78
			Fósforo Disponible	ppm	130.2
			Potasio Disponible	ppm	338.728
			Carbono orgánico	%	0.9
			Materia Orgánica	%	1.55



CONTACTO
+34 970 62 62 11 | +34 970 62 62 79



EMAIL
ceasa@unja.es



DIRECCION
Carretera a Jaén - San Isidro Km. 24 Sector Yahupacu



REDES SOCIALES
www.unja.es

Centro de Análisis en Suelos
y Aguas - CEASA



INFORME DE ENSAYO
CEASA N°000240524-EL-020

CÓDIGO DE MUESTRA DEL PRODUCTOR	CÓDIGO DEL LABORATORIO	TIPO DE ANÁLISIS	DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
M-01	MSU022-CEASA-24	FERTILIDAD	pH	-	7.136
			Conductividad Eléctrica	mS/m	273



Ing. Denicza Violeta Sánchez Córdova
Especialista del Centro de Análisis en Suelos y Aguas



CONTACTO

957108333 / 946948979



EMAIL

ceasa@unaj.edu.pe



DIRECCIÓN

Calle Jaén - San Ignacio
Km 24 Sector Yahuayco



REDES SOCIALES

www.unaj.edu.pe

METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Nitrógeno Disponible	: Estimado a partir de la Materia Orgánica. %N= %M.O. x 0.05.
Fósforo Disponible	: Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.10 AS-10. 2000. Determinación de Fósforo
Potasio Disponible	: Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.12 AS-12. Determinación de Potasio
Carbono orgánico	: Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-200.Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black
Materia Orgánica	: Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-200.Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black
pH	: EPA 9045D, Rev.4, 2004, Soil and waste pH
Conductividad eléctrica	: ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity

Acotaciones:

Los resultados son válidos para las muestras referidas por cada fecha en el presente informe.

El informe de ensayo tiene una validez de 365 días.

El laboratorio no se responsabiliza por el muestreo tomado por el solicitante.

La medición de pH fue realizada de la siguiente manera:

- MSU021-CEASA-24: 24.1 °C

- MSU022-CEASA-24: 24.3 °C

La medición de C.e. fue realizada de la siguiente manera:

- MSU021-CEASA-24: 24.3 °C

- MSU022-CEASA-24: 23.9 °C



CONTACTO

927108553 / 946848879

EMAIL

ceasa@unj.edu.pe

DIRECCIÓN

Carratera Jaén - San Ignacio
Km 24 Sector Yanuyacu

REDES SOCIALES


www.unj.edu.pe

Figura 10

Panel fotográfico de la elaboración de las camas de compostaje



Figura 11

Panel fotográfico del seguimiento biológico de plantones de eucalipto



Figura 12

Ficha técnica de fertilizante químico

FERTIGAMA S.A.S Laboratorio de Referencia AGRILAB S.A.S Registro ICA: fertigamasas@hotmail.com	FICHA TÉCNICA FOSFOSIL Ca FERTILIZANTE	
Descripción: Es un fertilizante orgánico mineral, como fuente de fósforo, calcio y silicio.		
Usos: Se utiliza como fertilizante para aplicación al suelo, según recomendaciones de un Ingeniero Agrónomo teniendo en cuenta el análisis de suelos o de tejido foliar.	Fuentes: origen de rocas de minas, sometidas a procesos de extracción, secado, molienda, y empacado en sacos de 50 kg. Es un material en polvo seco, textura fina, malla 200, color café, no tóxico.	
COMPOSICIÓN GARANTIZADA		
Nitrógeno Total 5,25 %		N _T
Nitrógeno Amoniacal 5,25 %		N-NH ₄
Fósforo Asimilable 25,0 %		(P ₂ O ₅)
Calcio Total 5,20 %		(CaO)
Silicio Total 36,0 %		(SiO ₂)
Silicio Amorfo 15,04 %		(SiO ₂)
Recomendaciones de Uso: Realizar la aplicación cuando allá poco viento para evitar pérdidas por material de deriva. Es apropiado aplicar en cualquier época del año siempre y cuando el suelo este en capacidad de campo.	Dosis: Las dosis deben ser consultadas con un Ingeniero Agrónomo de acuerdo a las necesidades de cada cultivo. Las dosis recomendadas varían entre 0.5 a 2 toneladas por hectárea dependiendo el clima, pH, contenido de aluminio, hierro, y otros elementos en el suelo y el estado de desarrollo del cultivo.	
FICHA TECNICA FOSFOSIL Ca		

Figura 13

Vista panorámica de la planta PTAR- Jaén.



Figura 14

Vista panorámica de la laguna colmatada de lodos activados (biológicos)



Figura 15

Solicitud presentada a Centro Experimental de Yanayacu-Jaén

Jaén, 13 de febrero del 2024.

CARTA N° 001-2024-RYDMIKVEF,

Señor,
Ing. Felizardo Juan Aranda Salazar
Instituto Nacional de Innovación Agraria.
Responsable del centro experimental Yanayacu –Jaén.



ASUNTO: Solicitud de donación de 40 plántones de eucalipto.

Por medio de la presente, aprovechamos para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo hacerle llegar una solicitud de donación de cuarenta (40) plántones de eucalipto. Esta solicitud obedece a la necesidad de apoyo para llevar a cabo un Proyecto de Investigación titulado "Aprovechamiento de todos activados para la obtención de abono orgánico de las lagunas de estabilización de la provincia de Jaén".

Agradeciendo de antemano la atención que pueda brindar a este requerimiento, quedamos a disposición para cualquier información adicional que necesite.

Quedamos a la espera de su favorable respuesta y reiteramos las muestras de mi mayor consideración y estima.

Atentamente,

Bach. Delgado Medina Rosay Yecely

Bach. Esteves Flores Katherine Veronica.

Tabla 20*Control de los parámetros físico químicos de las camas compostaje*

N° de semana	Fecha Año 2024	Cama compostaje 1			Cama compostaje 2		
		Temperatura T°	Humedad %	pH	Temperatura T°	Humedad %	pH
1	15 febrero	27 °C	25-50	7	27 °C	25-50	7
2	23 febrero	29 °C	25-50	7	35 °C	25-50	7
3	1 marzo	30°C	25-50	7	38 °C	25-50	6
4	8 marzo	31°C	25-50	7	38 °C	25-50	6
5	15 marzo	29°C	25-50	6	38 °C	25-50	5
6	22 marzo	30°C	25-50	6	37 °C	25-50	5
7	29 marzo	29°C	25-50	7	36 °C	25-50	6
8	5 abril	29 °C	25-50	7	34 °C	25-50	6
9	12 abril	28 °C	25-50	7	32 °C	25-50	7
10	19 abril	28 °C	25-50	7	30 °C	25-50	7
11	26 abril	29 °C	25-50	7	28 °C	25-50	7
12	3 mayo	28 °C	25-50	7	28 °C	25-50	7
13	10 mayo	28 °C	25-50	7	28 °C	25-50	7