

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“PROPUESTA PARA EL REAPROVECHAMIENTO DE LOS
RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCION
DE UN SUSTRATO PARA BENEFICIO DE LA FLORA DEL
DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Gino Andre Plasencia Gonzales

Asesor:

Mg. Liana Ysabel Cardenas Gutierrez

<https://orcid.org/0000-0002-9822-7638>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	WILBERTO EFFIO QUEZADA	42298402
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	CARLOS ALBERTO ALVA HUAPAYA	06672420
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	ELVAR RENATO MIÑANO MERA	18130961
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Tesis André

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	es.scribd.com Fuente de Internet	8%
2	1library.co Fuente de Internet	5%
3	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	2%

Excluir citas Activo Excluir coincidencias < 2%
Excluir bibliografía Activo

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada para las personas que esperaron con ansias mi crecimiento profesional y que hoy ya no están presentes en esta vida, pero motivaron con sus enseñanzas y consejos a seguir adelante en mi camino, y así poder presidir un orgullo más, pendiente en mi plan de vida y ser de ejemplo para quienes siguen mis pasos o buscan superación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis padres por brindarme la paciencia y sabiduría de continuar este camino profesional, al igual que a mi asesora, quien me acompañó en todo momento para fortalecer esta investigación y a la universidad, por las facilidades y conocimientos brindados durante mi desarrollo estudiantil.

Tabla de contenido

Jurado calificador	2
Informe de similitud	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Tabla de contenido	6
Índice de tablas	7
Índice de figuras	8
Resumen	9
Capítulo I: Introducción	10
Capítulo II: Metodología	29
Capítulo III: Resultados	41
Capítulo IV: Discusión y Conclusiones	52
Referencias	58
Anexos	63

Índice de tablas

Tabla 1. Materiales pata la extracción de biosolidos.....	31
Tabla 2. Materiales para la extracción de muestras del compostaje.....	33
Tabla 3. Lista de insumos para analisis de materia organica.....	38
Tabla 4. Materiales de laboratorio.....	38
Tabla 5. Valores promedios de requerimiento nutricionales comunes de los cultivos.....	41
Tabla 6. Resultado de macro y micro nutrientes.....	42
Tabla 7. Resultado del analisis porcentual de materia organica.....	43
Tabla 8. Resultado de materia organica del sustrato nuevo.....	43

Índice de figuras

Figura 1. Materiales para extracción del biosólido	26
Figura 2. Procedimiento para toma de muestras del biosólido.....	32
Figura 3. Recorte secciona para la toma de muestra del biosólido.....	33
Figura 4. Procedimiento para toma de muestra del compostaje.....	34
Figura 5. Division de cuadros para toma de muestra del compostaje.....	35
Figura 6. Mezcla de tipos de suelos con el nuevo sustrato.....	36
Figura 7. Siembra referencial de las muestras.....	37
Figura 8. Matriz de monitoreo de la siembra.....	38
Figura 9. Procedimiento para analisis de materia organica.....	39
Figura 10. Primea observación de siembra de las especies.....	44
Figura 11. Primera semana de observación de la evolición y desarrollo de las especies.....	45
Figura 12. Segunda semana de observación de la evolución y desarrollo de las especies.....	46
Figura 13. Tercera semana de observación de la evolución y desarrollo de las especies.....	47
Figura 14. Cuarta semana de observación de la evolución y desarrollo de las especies.....	48
Figura 15. Ocatava semana de observación de la evolución y desarrollo de las especies.....	49

RESUMEN

La particularidad de los residuos sólidos consiste, en que muchos de estos pueden ser reutilizados aplicando técnicas sustentables y viables con el tiempo, así esta investigación busco proponer el reaprovechamiento del mismo para producir un nuevo sustrato en beneficio de la flora del distrito de Nuevo Chimbote, la metodología consistió en la fusión dos componentes como; biosólidos y compostaje municipal, así se aprovechó la carga orgánica presente, como también de los macronutrientes y micronutrientes, esenciales para las plantas, de esta forma se tomaron tres muestras de flora del distrito como; ficus, pino limón y palmera catarata, y se llevó a siembra agregando el nuevo sustrato, estos a su vez acompañados de otros tipos de suelos, para evaluar el desarrollo y la adaptabilidad de las especies, se obtuvo como resultados, que el ficus y la palmera catarata mostraron mayor crecimiento y desarrollo como permanencia, a diferencia del pino limón que murió en el proceso.

PALABRAS CLAVES: Biosólido, Sustrato, Macronutriente, Micronutriente

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La generación desmesurada de Residuos Sólidos se debe en gran medida al incremento poblacional, el cual no es un problema secundario, por lo contrario, conlleva y desnaturaliza un problema social y ambiental sumamente descontrolado, desde los primeros indicios hasta la actualidad.

“La generación de residuos sólidos ha alcanzado niveles alarmantes, por una parte, el crecimiento de la población conlleva a un aumento en la producción de residuos” (Alejandro F, 2005, p. 35). Dicho problema requiere no solo de espacio para habitar, sino, mayor consumo de necesidades básicas, y con esto, el incremento en la generación de residuos. Tal cual lo menciona el Ministerio del Ambiente (2021), si la ciudadanía no cambia su patrón de vida, el desarrollo sostenible no dejará de ser un proyecto. Para que se convierta en una realidad, la población debe asumir un rol activo y compartir obligaciones con el estado y el sector.

Instituto Nacional de Informática y Estadística-INEI (2020) Realizó el estudio estadístico en la región de América concluyendo que, el Perú es el 7mo país más poblado, con 32 millones 626 mil habitantes. El Ministerio del Ambiente (2021) Determinó que, en el Perú, se genera un promedio de 21 mil Tn de residuos municipales al día, del cual solo el 1% son recuperados. Del mismo modo que Perú Limpio (2021) Determinó que el 76% de los residuos generados pueden ser reutilizados. Sin embargo, estos vienen siendo desechados y llevados a áreas de disposición final sin su aprovechamiento.

En el Distrito de Nuevo Chimbote, perteneciente a la provincia del Santa y este al Departamento de Ancash, según los datos del Ministerio del Ambiente (2021), en este año tan solo en la provincia del Santa, se generaron 128 123,26 Tn de residuos sólidos municipales, con un promedio de 351,05 Tn diarias y 0,78 Kg de Residuos sólidos por persona al día.

Mencionado lo siguiente, según el estudio de caracterización de residuos sólidos el 69.90% son residuos sólidos aprovechables generados en viviendas y el 37.18% generados en establecimientos comerciales, siendo este el único estudio de caracterización en su historia (Municipalidad Distrital de Nuevo Chimbote, 2019). Así, los residuos orgánicos aprovechables son convertidos en compostaje teniendo un promedio mensual de 12 Tn, el cual de esta manera se llevó a análisis químico para determinar la cantidad y porcentaje de materia orgánica, macro y micro nutrientes.

Por lo otro lado, la Empresa prestadora de Servicios “SEDACHIMBOTE S.A” no monitorea ni realiza mediciones en la generación de biosólidos extraídas de las lagunas estabilizadoras, evidenciando la falta de interés y compromisos socio ambientales, existiendo incertidumbre en su disposición final o almacenamiento. Del mismo modo se llevó a análisis químico para determinar la cantidad y porcentaje de materia orgánica, macro y micro nutrientes.

El Ministerio de vivienda construcción y saneamiento (2017) en el Artículo 2° del Decreto Supremo 015 menciona que este, tiene como finalidad, promover el reaprovechamiento de los lodos generados en la PETAR que luego de ser transformados en biosólidos pueden ser utilizados en distintas actividades económicas. Del mismo modo el Ministerio del Ambiente (2016) menciona en el Artículo 2° del decreto legislativo 1278 que, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material, siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente.

“La gestión de los residuos sólidos expresa la forma como le gusta vivir a los ciudadanos y la manera como sus autoridades ejercen su responsabilidad y competencia en dicho aspecto” (Rosario G y Francisco F, 2014, p.4)

Los residuos sólidos en dependencia a la falta de gestión por parte del sector público y privado, nos llevan a un futuro en donde la reutilización de estos serán una necesidad, su aprovechamiento es de vital importancia no solo para su disminución, sino para su beneficio como materia prima en sectores específicos.

Por tal motivo, es de Necesidad pública y ambiental, contar con estrategias para el aprovechamiento de estos residuos orgánicos generados en el distrito, desde la fuente municipal, como el de los generados en las lagunas estabilizadoras de la empresa prestadora de servicios SEDA CHIMBOTE S.A, de estos, como primera medida, realizar su aprovechamiento en beneficio a la flora.

En tal sentido la siguiente investigación tiene un gran enfoque económico ya que ésta incentiva la economía circular del distrito y brindar estrategias nuevas en el sector público y privado para el reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, de esta forma lo mencionan Solanyi C y Juan R (2016) “la propuesta de aprovechamiento sustentable pretende aproximarse a un modelo de optimización conceptual, técnico y matemático para el apoyo en la toma de decisiones con el fin de minimizar impactos ambientales” (p,2)

De igual manera esta investigación tiene un enfoque social, ya que concientiza a la población al reaprovechamiento no solo de los residuos orgánicos, sino de todo aquello del cual se obtenga algún beneficio social o económico, para con esto inculcar a las futuras generaciones en su labor con el medio ambiente, tal y como lo menciona Solanyi C y Juan R (2016) “Los productos finales del compostaje [...] reducen las emisiones de gases efecto invernadero capturando el CO₂ en abonos y fertilizantes orgánicos, de modo que el modelo es ambientalmente sostenible en el tiempo” (p, 9)

Del mismo modo esta investigación tiene un enfoque académico, ya que enmarca nuevas ideas a la investigación sostenible para el distrito, además de proponer nuevos sustratos

en base a la composición de materia prima residual, y así, brindar una base de sustento como antecedente para futuros investigadores.

Por último, esta investigación tiene un enfoque teórico ya que innova y abre nuevos métodos y técnicas para la recuperación de los residuos orgánicos aprovechables, a su vez, recuperar suelos desnudos, así como lo menciona la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación-FAO (2013) “La materia orgánica es uno de los más importantes componentes del suelo.[...] su composición es muy variada, pues proviene de la descomposición de animales, plantas y microorganismos presentes en el suelo o en materiales fuera del predio” (p, 18).

Según el estudio experimental realizado, a continuación, se logró recopilar información preliminar basada en las variables propuestas en esta investigación.

Daniela C. (2018). Buscó la viabilidad del aprovechamiento de biosólido proveniente de una PETAR para producción de un fertilizante orgánico – mineral, determinando el potencial agrícola este a partir de los requerimientos de calidad establecidos en la normativa nacional (Colombia) y en la Norma 40 CFR parte 503 (Estados Unidos) además de evaluar su fuente de enriquecimiento para su uso como acondicionador de suelo. Inicialmente se hizo una cuantificación de los componentes orgánico e inorgánicos presentes. También se hizo una propuesta de las fuentes de enriquecimiento del biosólido en cuanto a nutriente. Resultando que la Resolución ICA N° 150 de 2003 [56], establece que para fórmulas N-P-K un producto es favorable para ser empleado en la elaboración de abonos o fertilizantes orgánicos siempre y cuando su contenido sea igual o mayor a 3 % en ambos casos, mientras que la NTC 5167 requiere al menos 2 % para cada uno de ellos. La concentración de estos dos elementos en el biosólido corresponde a 3.45 % y 1 % respectivamente, es decir que el contenido es óptimo, lo

que no sucede en el caso del fósforo, pues no presenta el contenido suficiente para cumplir los requerimientos de las dos normas.

Juan S. (2020). Busca la elaboración de compost mejorado a partir de la valorización de los residuos orgánicos generados en el mercado y parada municipal de la ciudad de Bagua a partir de residuos orgánicos (frutas y verduras). Tomó como población 141 puestos del mercado y 351 de la parada, haciendo un total de 492 puestos y la muestra está conformada por 30 establecimientos comerciales que aportan con sus restos orgánicos para la elaboración de compost. Para instalación de la ruma se acondiciona un espacio de 2.50m x 2.50m x 20cm, a este se le cubre con plástico o manga de polietileno, así, se utilizó estiércol de ganado vacuno, polvillo, hojarasca, Enzima 1, aserrín y Enzima 2. Antes de conformar la ruma (una semana) se prepara las enzimas 1 y 2. Del cual tuvo como resultado que con el proceso de compostaje se obtiene gran valor y elevados volúmenes.

Alonso H. (2018) Investigó el aprovechamiento de biosólidos provenientes de una planta de tratamiento de agua residual en una unidad operativa minera. Así buscaba aprovechar el biosólido generado de la planta de tratamiento de agua residual domestica de. Empleando el diseño experimental correspondiente a un DCR (Diseño Completamente Randomizado), en donde se sembraron de 27 unidades experimentales de *Zea mays L.* en 9 macetas cerámicas de volumen 0.0015 m³. Se realizo la mezcla manual y se removió o mezclo con agregados como compost, tierra de cultivo y biosólido a diferentes concentraciones. Se evidenció la inspección de las unidades experimento mediante fotografías a partir del día 1 de cultivo y cada 4 días, durante 1 mes. Dando como resultado de la parte experimental del sembrío. correspondientes a la siembra del biosólido, este alcanzó la segunda altura promedio mayor, solo atrás del sembrío con tierra, con alturas de tallo promedio o medio. En el caso de longitud de raíz el

biosólido presento el mejor resultado promedio. El estado de salud de las plantas fue muy bueno hasta pasados los 32 días, desde el cual fue decayendo.

Isac U. (2018). Analizó el efecto del compost en el desarrollo del *coffea arabica* var. catuai. El cual buscó determinar el efecto de compost generado con estiércol de vaca, en el desarrollo vegetativo de la especie definida, y determinar el efecto de las dosis de compost en las propiedades del suelo. Se aplicó 3 dosis diferentes de compost por planta y un testigo, con un diseño de bloques completamente aleatorizado con cuatro dosis de compost y 3 repeticiones. Resultando que la aplicación de compost a dosis de 1,09 kg/planta incrementa el diámetro, el área foliar, altura de planta, número de ramas, longitud de ramas, número de hojas, pH, capacidad de intercambio catiónico; calculado así, la dosis óptima de aplicación y como es poco práctico la concentración del compost, se propone el incremento de dosis.

Juan G. (2020). En su investigación evaluó una alternativa de aprovechamiento para los biosólidos generados por plantas de tratamiento de aguas residuales, clasificó alternativas de aprovechamiento viables dentro de tres grupos específicos, conformados por: Procesos termoquímicos empleando el biosólidos como valorización energética y donde el proceso implica la aplicación de calor, procesos bioquímicos en donde al biosólidos se le aplican microorganismos y oxígeno en exceso, y por último se encuentra el grupo de otras opciones, en donde se pueden definir aquellas alternativas que se emplean como medida de emergencia o como opción significativa para darle un correcto uso adecuado al biosólido, se concluyó que el compostaje es la mejor alternativa con gran viabilidad frente a la pirólisis según criterios de decisión. La finalidad de realizar el compostaje es poder reducir el volumen ocupado por los residuos, por otro lado, este permite la valorización de los recursos sin requerir de tecnologías avanzadas para su recuperación, generalmente se necesita tener en cuenta parámetros para favorecer la actividad de los microorganismos.

Edwin O. (2018) Investigó el manejo de lodos de las plantas de tratamientos de aguas residuales domésticas de una mina, con el propósito de brindar técnicas y alternativas que estén en concordancia con el cumplimiento legal y normativo nacional, llegando a la conclusión de que de según la caracterización de los lodos de las aguas residuales domésticas, no solo tienen condiciones negativas tanto para el ambiente y la salud humana, también podemos indicar que es un recurso reaprovechable y no peligroso, ya que en su composición posee gran cantidad de materia orgánica, y nutrientes necesarios para la nutrición de las especies vegetativas, depende del tratamiento de estabilización que se le pueda dar para que sea incorporado a los suelos como materia orgánica

Antuey M, José C, Vladimir R y Francisco O (2020). Analizaron las características de los biosólidos producidos en la PTAR Rafey, en donde esta es la importante de la ciudad. Así, se buscó determinar el potencial aprovechable de estos residuos para la agricultura, de este modo se dividió en cinco bloques parcelarios cuadrados de 324 m² cada uno, en los cuales se sembró la especie más común “maíz”, el biosólido se aplicó para cada hilera del cultivo mencionado, utilizando la técnica llamada “bandas” sin ser incorporado o mezclado con el suelo, a un lado de la planta y en una sola hilera. La aplicación del biosólido al suelo se realizó en un periodo no mayor a los 30 días, luego de sembrar el cultivo. El mismo se llevó a análisis como MO, macro y micro nutrientes entre otros, Resultando cambios significativos a los 30 días de cada medición entre el grosor del tallo, altura, tamaño de mazorca siendo esta la que tuvo menores cambios significativos entre las demás y por último los granos de cada siembra.

Adela F y Julio C. (2020). Investigaron el efecto del biosólido como abono en el cultivo de plantones de Mioporo en el Departamento de Arequipa, teniendo como objetivo principal la valorización de este residuo sólido, realizando 5 muestras como: tierra graciola en su totalidad y tierra agrícola más aumentando la dosis de biosólido el 30% hasta el 70% respectivamente

cada una con 5 repeticiones, teniendo un total de 20 plántones, teniendo como análisis de monitoreo la altura de planta, número de hojas y número de ramificaciones, para esto necesito llevar un control del registro por semana de los datos obtenidos; teniendo en cuenta un riego de tres veces por semana a una temperatura aproximada de 21°. Se obtuvo como resultados que la segunda muestra es la que tuvo mejores resultados en cuanto a las tres variables evaluadas, en las muestras 1, 3 y 4 se observó un crecimiento lineal en cuanto a altura, en el número de hojas después de las muestras 2, 3 y 4 también tuvieron mayor crecimiento de número de hojas en comparación con la muestra 1. Para la variable de número de ramificaciones del plánton, la muestra 1 presentó menor número de crecimiento.

Anibar H y Alejandro P. (2018) en su investigación para determinar la valoración fisiológica como abono orgánico producido de lodos activados en las lagunas estabilizadoras de Jaén, se preparó la muestra de 100 plantas ornamentales de las cuales se dividieron en 2 grupos “experimento y control” para valorar por medio del bioensayo la efectividad fisiológica como abono orgánico; finalmente se evaluó si los lodos producidos en la PETAR, presentan una adecuada efectividad fisiológica como abono orgánico a nivel de laboratorio in vitro, realizando mediciones cada 10 días, se obtuvo medidas como; 4 cm para el día 20, de 8 cm para el día 30, de 12 cm para el día 40 y de 29 cm para el día 75; con una proporcional longitud de raíz extensiva de 2, 3, 4 y 12 respectivamente: la relación tallo/raíz es referente de crecimiento normal y proporcional de la especie.

Iliana A y Dayana S. (2021). En su investigación buscaba el aprovechamiento de lodos de la planta de aguas residuales del Cantón como biosólidos para el sector forestal, se categorizó el lodo residual, donde se utilizó la metodología recomendada por la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SERMANAT-2002, realizando análisis químicos de (Hg, Pb y Cd) y biológicos además se buscó determinar las mezclas más efectivas de biosólidos por medio del

diseño experimental completamente al azar con las siglas DCA, teniendo 3 tratamientos y 4 repeticiones por repetición, dando un total de 12 unidades experimentales, el Cero consistió en colocar dos semillas de forma natural en 100% de suelo degradado, mientras que el Uno y Dos se realizaron de forma análoga, se utilizó suelo degradado y lodo residual variando 30 y 60%, se monitoreó la siembra por 21 días para así determinar el crecimiento de estas, obteniendo como resultado que los lodos provenientes de la PTAR sirvieron como nutriente para la aplicación del sector forestal ya se obtuvo efectos positivos para el crecimiento de las plantas, donde el tercero obtuvo el mejor resultado llegando a los 2,38 cm, mientras que el Cero y Dos llegaron hasta 1,60 cm respectivamente.

Claudia R. (2019). En su investigación busca aprovechar los biosólidos de la PETAR de Tunja, como alternativa para producir un sustrato en la revegetalización de taludes, los parámetros establecidos para la utilización de biosólidos en cultivos pilotos fueron área aproximada de 7 m, cajones de madera (12) con medidas de 0.5 m x 0.60 m x 0.15 m de altura, teniendo un cerramiento perimetral en material plástico con el fin de controlar el lixiviado y para la pérdida de material y favorecer los procesos de deshidratación y retiro de humedad presente en el biosólido, el suelo extraído del talud vial fue caracterizado analizando los valores de cómo; nutrientes, materia orgánica, pH, entre otros; seguidamente se realizaron las siguientes proporciones agregadas como: 30% de biosólidos y del 70% de material de talud vial (T1), 70% de biosólidos con 30%, material de talud vial (T2), 100% biosólidos (T), 100% suelo de talud vial (T3), para cada proporción se realizaron replicas y se dispuso en recipiente de plástico; posteriormente se llevó a la siembras de dos estolones de kikuyo y con las mismas proporciones anteriormente mencionadas, se llevó a siembra dos estolones de pasto vetiver, controlando la cantidad agregada de agua la siembra, cada tercer día y cada quince días se anotó el crecimiento de cada gramínea, se evaluó la respuestas del crecimiento y porcentaje de

germinación del kikuyo y pasto vetiver, encontrando mayor crecimiento en el kikuyo, con un porcentaje de germinación del 75%; no obstante, se observó un bajo porcentaje de germinación inferior al 35% con la semilla de vetiver.

Juan V y Gabriela V. (2018). En su investigación buscaban aprovechar los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Funza, como un nuevo insumo de cultivo y mejoramiento del suelo. se realizó la investigación de posibles especies de plantas a cultivar teniendo en cuenta tiempo de cosecha y cultivos de plantas más comunes; estos datos son consultados con un ingeniero agrónomo, quien recomienda enfocarse en la producción de hortalizas, llegando a la conclusión de cultivar y analizar el comportamiento y desarrollo de lechuga y zanahoria. Luego de ser recolectadas las muestras, son dispuestas en los recipientes destinados para su cultivo. Son recipientes de vidrio de 0.20 m x 0.20m x 0.50 m. Dentro de cada espacio se colocan las muestras de lodo, dejando una altura para cada uno de más o menos 0.30 m permitiendo así, espacio necesario para el desarrollo de la raíz de la planta. Durante la extracción de la planta, se pudo evidenciar que la lechuga, alcanza una altura de 65 cm en el tallo y respecto a la zanahoria el tallo más sobresaliente ha alcanzado una altura final de 53 cm. Por lo tanto, esta investigación demostró que los lodos obtenidos del tratamiento de aguas residuales, es una alternativa viable para su utilización como subproducto en los cultivos de lechuga y zanahoria.

Juan J, Juan G y Carolina I. (2019). Buscaban investigar la reutilización de biosólidos generados en las plantas de tratamiento de agua residual, para poder reducir los impactos ambientales generados a lo largo del tiempo gracias a su reciclaje. La metodología que fue empleada consistió en revisar diferentes publicaciones e investigaciones pasadas siendo de consideración la investigaciones internacionales y nacionales en donde se hayan evaluado ese tipo de opciones y confrontarlas con la normatividad vigente en el país. Concluyendo que los

procesos de aprovechamiento de biosólidos, como los residuos sólidos orgánicos de comedores tratados en compostaje y el aprovechamiento de biosólidos provenientes de las lagunas de estabilización y extraídas como material resultante ayudan en gran magnitud para recuperar suelos degradados por la explotación minera, el vermicompostaje para obtener insumos para la germinación de plantas, y producción de fertilizantes son los más viables en torno al aprovechamiento de este nuevo recurso.

Oscar V, Juan T y Marco T. (2019). Investigaron el compostaje, como una alternativa viable para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento como mercados, o puestos independientes. El estudio se realizó en la central de abastecimiento del mercado ubicada en el municipio de Acacias, Meta, Colombia. Esta central es una de las más grandes en el municipio la cual cuenta con 352 establecimientos, de los cuales 185 se dedican a diferentes actividades comerciales dentro de las cuales generan residuos orgánicos necesarios para esta investigación tales como: venta de frutas y verdura tubérculos, carne vacuna, pollo y pescado, comidas preparadas y víveres en general; todos responsables de generar residuos orgánicos de acuerdo a la actividad que realizan. Los residuos de un establecimiento de la central de abastecimiento que manipula productos orgánicos para su actividad comercial, generan en promedio 14.3 kg/día, con un máximo de 16.5 Kg los días de mercado y un mínimo de 11.8 kg/día los días ordinarios omitiendo los días festivos calendarios, en donde la generación duplica hasta triplica su magnitud. Los residuos orgánicos que se generan en la central de abastecimiento de mercado del municipio de Acacias – Meta, tienen un potencial de uso agrícola con la transformación de este material a través del compostaje, para lo cual se debe realizar una cuantificación y cualificación en su origen también llamado estudio de caracterización, de tal manera que permita determinar la cantidad y calidad del material

orgánico generado para su aprovechamiento en donde los volúmenes relaciones la necesidad del tratamiento y la importancia de su valorización.

Luis M y Sandra M. (2018). Realizaron un estudio Del Manejo De Los Residuos Orgánicos Generados En La Universidad De La Costa (Cuc) A Través Del Compostaje para elaboración de pruebas pilotos para la obtención de abono a través de los residuos generados en la Universidad De la Costa C.U.C. Para el manejo de los residuos orgánicos se propuso la producción de abono orgánico o compost, para el cual se utilizaron composteras fijas y giratorias elaboradas en estibas de madera y tanques plásticos respectivamente, con el fin de determinar en cual se obtendría el compost que cumpliera con los parámetros establecidos por la normatividad legal vigente. Se realizó un monitoreo para el control de los parámetros del compost, pH y temperatura, estos parámetros fueron verificados día por medio con la finalidad de llevar un seguimiento de la producción del compostaje. La compostera giratoria #1 fue la que mejor resultados arrojó, con una temperatura de 34,9 °C, pH de 7.7, carbono orgánico de 32,40% y nitrógeno total de 0,892935%; todos estos parámetros cumplen con NTC 5167 de 2011. Dando como resultado que el abono podría aplicarse en suelos de la institución y sus alrededores.

Tatiana V y Shirley R. (2020). En su estudio para la revisión de estrategias sostenibles para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las organizaciones. A nivel investigativo, estudios y publicaciones han divulgado experiencias del empleo de técnicas de compostaje y otras alternativas de aprovechamiento de los residuos orgánicos de diversas procedencias, tales como residuos de cosechas, residuos vegetales y alimenticios, pasto, hojarasca, estiércol, residuos de cosechas, aserrines, madera, y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica. Se evidencian variedad de diseños experimentales documentados a nivel local, regional, nacional e internacional, así como las tecnologías

implementadas con base a diferentes métodos y procedimientos, aplicados y evaluados para la posterior elaboración y aprovechamiento de los abonos orgánicos que se generan a partir de diferentes fuentes de compostajes y descomposición de la materia orgánica, analizando tiempos de degradación, temperatura, humedad, pH, la relación C/N, materia orgánica y carbono orgánico, para mejorar la actividad biológica del suelo y garantizar una buena producción de los cultivos intervenidos.

Laura A y Andrés G. (2019). Realizaron un estudio de prefactibilidad del aprovechamiento de los residuos orgánicos para la producción de compost en el asentamiento poblacional La Nohora. se realizó una caracterización de las tecnologías actuales de compostaje, valorando cuál podría ajustarse a las condiciones de la comunidad; se realizó un diagnóstico cualitativo y cuantitativo de los residuos sólidos que se producen en el asentamiento. El resultado de la investigación sugiere que sí existe una demanda de compost y sería razonable producirlo en el asentamiento aplicando el compostaje en pilas, siendo que el residuo orgánico es de calidad para ello, pero el volumen de esta materia prima (36% de los residuos sólidos) es aún insuficiente para hacer económicamente la inversión.

Guy S (2023). En su investigación realizada, determino los valores promedio de requerimiento nutricionales para las plantas, en función de su crecimiento adecuado, de los cuales dieciséis elementos son esenciales para estas, de tal manera los nutrientes esenciales para la planta se pueden clasificar como micro y macro nutrientes, de los cuales los macro nutriente se requieren en cantidades relativamente grandes a diferencia de los micro nutrientes que se necesitan en cantidades pequeñas pero importantes, la falta de estos significaría e impactaría mucho en el crecimiento de la planta, analizando del mismo modo la absorción de los mismos por la planta.

De esta manera, los residuos orgánicos se definen como residuos biodegradables o sujetos a descomposición. Pueden generarse tanto en el ámbito de gestión municipal como en el ámbito de gestión no municipal. (MINAM, 2017, p, 25). El problema más indiferente por la sociedad en nuestro país, es la falta de interés por el cuidado y protección ambiental, desligando responsabilidad de los problemas futuros en su entorno, de estos comúnmente relacionados a la disposición final y la falta de aprovechamiento o toma de valor de un residuo. Por otro lado, muchos de los productos resultantes de procesos productivos se convierten en materia prima para otros procesos distintos. (Monserrat g. 1995, p, 2)

Los biosólidos se puede definir cómo el subproducto resultante de la estabilización de la fracción orgánica de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales, con características físicas, químicas y microbiológicas que permiten su reaprovechamiento como acondicionador del suelo. (MINISTERIO DE VIVIENDA, 2017, p, 3). Este al ser residuo poco común como generación municipal, su disposición final es desconocida y careciente de reutilización. El uso y disposición de lodos y biosólidos ha cambiado con el tiempo, aplicándose en diversidad de campos, especialmente como fertilizantes y mejoradores de suelo para cultivos, debido al alto contenido de nutrientes y materia orgánica, de gran valor para ser aprovechados y considerados como alternativa de uso. (Claudia R. 2019, p, 10).

El compostaje es la técnica mediante la cual se crean las condiciones necesarias para las que a partir de residuos orgánicos los organismos descomponedores fabriquen un abono de elevada calidad. (Ministerio de ambiente y medio rural y marino. 2020, p, 8). Este producto tiene una gran relación con la concientización socioambiental, ya que podría ser una alternativa fija para el desarrollo ecológico. El compostaje puede ser una alternativa ideal para el reciclaje de los residuos orgánicos, ya que estos pueden tener un fuerte impacto sobre el ambiente cuando su manejo no es el adecuado. (Marcos M. 2012, p, 9)

Se entiende por macronutrientes o nutrientes primarios a elementos esenciales relacionados con la nutrición y desarrollo principal de todo ser vivo entre ellos encontramos: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). (Carmen S y José B. 2006, p, 3).

Por otro lado, los micronutrientes se refieren a algunos elementos traza presentes en cualquier materia orgánica tales como: cloro (Cl), hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), níquel (Ni). (Carmen S y José B. 2006, p, 3).

La materia orgánica se define como una mezcla de sustancias orgánicas que contienen estrictamente; carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), y nitrógeno (N), y/o fósforo (F), y/o azufre (S), provenientes de la descomposición de residuos orgánicos en el suelo (Instituto de investigaciones agropecuarias. 2015, p, 3).

EL reaprovechamiento está definido como buscarle utilidad a aquel residuo sólido que ha sido generado, usando técnicas de reaprovechamiento como el reciclaje.

La temperatura tiene como definición que es la magnitud física que expresa el grado de frío o calor de los cuerpos o del ambiente, y cuya unidad en el sistema internacional es el kelvin (K). (RAE. 2023).

La humedad está definida como agua de que está impregnado un cuerpo o que, vaporizada, se mezcla con el aire. (RAE. 2023).

El estudio en la propuesta para el reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos para la producción de un sustrato con alta carga orgánica, tiene un alcance exploratorio, ya que “este se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado” (Roberto H. 2014, p.91), en beneficio a la reutilización, economía circular, protección social y ambiental, que contribuirá en gran escala a las futuras gestiones ambientales del distrito, y servir como una de las bases para futuras investigaciones ambientales.

Una de las principales limitaciones de esta investigación, se dieron debido a la coyuntura y el estado de emergencia mundial provocado por el virus SARS-COV2 y con este el confinamiento social dictado por el Ministerio de salud del Perú para la minimización de la propagación del mencionado.

Otras de las limitaciones más destacadas fue el costo elevado de los análisis de las muestras de los dos sustratos y la poca existencia de laboratorios acreditados para estos tipos de análisis investigativos, por ello, esta investigación priorizó a analizar solo parámetros más relevantes y de mayor interés.

El estudio de biosólidos y compostajes orgánicos para la formación de un nuevo sustrato o nutriente son escasos en el ámbito local y en el ámbito nacional son muy pocas las investigaciones, por ellos las fuentes son mencionadas con precisión.

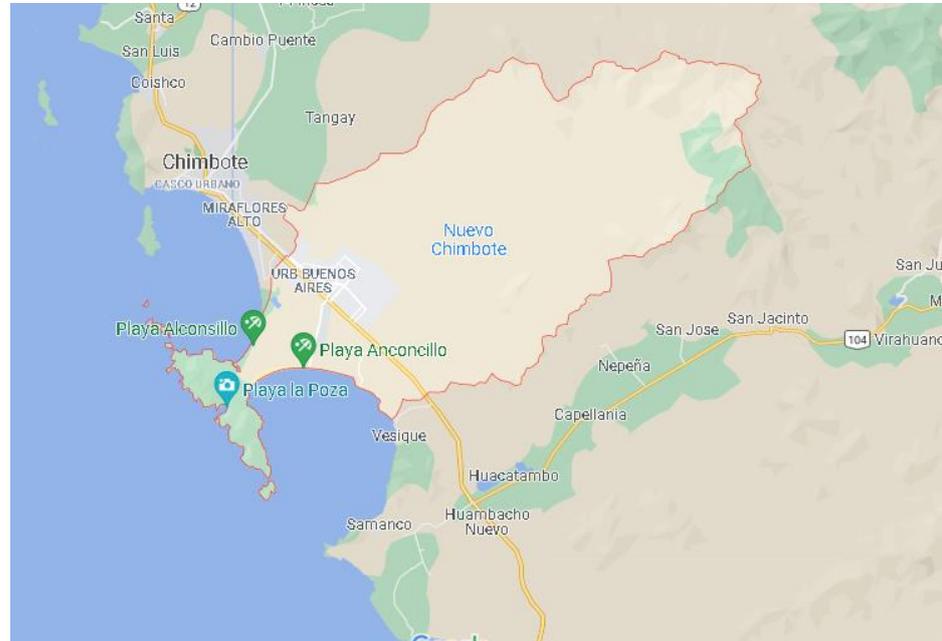
1.2. Área de estudio

El área de estudio de esta investigación es el Distrito de Nuevo Chimbote, ubicado al Norte la capital peruana, Perteneciente a la Provincia del Santa y al Departamento de Ancash. (UTM: 8990800 771385 17L)

1.3. Delimitación del Área de estudio

Figura 1

Delimitación del área de estudio



Nota. El área delimitada comprende todo el Distrito de Nuevo Chimbote

1.4. Marco Legal

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ

Artículo 2º. - Toda persona tiene derecho:

A la vida, a su identidad, a su integridad moral, psíquica y física y a su libre desarrollo y bienestar.

LEY N° 27972 – LEY ORGÁNICA DE MUNICIPALIDADES

Artículo 73.- MATERIAS DE COMPETENCIA MUNICIPAL

3. Protección y conservación del ambiente

“3.1 Responsable del cuidado y protección legal del Ambiente en su competencia respetando la normativa Nacional.”

3.3. Promover la educación e investigación ambiental e incentivar la participación ciudadana en todos sus niveles.

Artículo 80.- SANEAMIENTO, SALUBRIDAD Y SALUD

1. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales:

1.1. Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.

Decreto Legislativo N° 1278 - MINAM - DECRETO LEGISLATIVO QUE APRUEBA LA LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

Artículo 2.- Finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos

“Respecto de los residuos, se prefiere la recuperación y la valorización material en todas alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente”.

Artículo 5.- Principios

b) Valorización de residuos. – Se priorizará su valorización, considerando su utilidad en actividades siendo la última opción, la disposición final.

DECRETO SUPREMO N° 015-2017-VIVIENDA - Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para el Reaprovechamiento de los Lodos generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Artículo 2.- Finalidad

El presente Reglamento tiene por finalidad promover el reaprovechamiento de los lodos generados en las PTAR, considerando los riesgos a la salud y el ambiente.

Resolución Ministerial N° 093-2018-VIVIENDA. “Protocolo de Monitores de Biosólidos”

Objetivo: Estandarizar la metodología para el desarrollo del monitoreo análisis de muestras y evaluación de Biosólidos.

1.5. Formulación del problema

¿Cómo influirá el reaprovechamiento de los residuos sólidos como nuevo sustrato en el desarrollo y evolución la flora del Distrito de Nuevo Chimbote?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

- Proponer el reaprovechamiento de los residuos sólidos para la producción de un nuevo sustrato en beneficio a la flora Distrital de Nuevo Chimbote.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Producir un nuevo sustrato en fusión de los residuos sólidos municipales (compostaje) y los residuos sólidos de las aguas residuales domésticas (biosólidos)
- Analizar los componentes orgánicos presentes en el compostaje Distrital y los biosólidos de las aguas residuales domésticas.

- Evaluar el tiempo de desarrollo y evolución de la flora municipal.
- Determinar la alternativa sostenible para el reaprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.
- Proponer la recuperación áreas degradadas o con poco recubrimiento de flora mediante la producción de un sustrato.

1.7.Hipótesis

1.7.1. Hipótesis alternativa

El reaprovechamiento los residuos sólidos produce un nuevo sustrato para el beneficio a la flora del Distrito de Nuevo Chimbote

1.7.2. Hipótesis nula

El reaprovechamiento los residuos sólidos no produce un nuevo sustrato para el beneficio a la flora del Distrito de Nuevo Chimbote

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Investigación cuantitativa:

La siguiente investigación presenta un enfoque cuantitativo ya que “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Roberto H. 2014, p.4)

Investigación Experimental Pre - Experimental:

La presente investigación tiene un diseño experimental, pre experimento “Es decir, los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula” (Roberto H.2014, p.130).

Teniendo como diseño el siguiente modelo:

$$GA \equiv O_1 \times O_2$$

Siendo:

GA: Grupo de residuos sólidos

X: Manipulación de la variable

O₁: Análisis realizados en la Pre Prueba a los componentes del nuevo compost: residuos sólidos y biosólidos en sus macronutrientes y micronutrientes.

O₂: Análisis realizados al nuevo compostaje en sus macronutrientes y micronutrientes

2.2. Población y muestra

La primera población de estudio está conformada por los residuos orgánicos generados en el Distrito de Nuevo Chimbote y como muestra tomaremos al compostaje y biosólidos.

Como segunda población se tomará las especies de flora Distrital, y tomaremos como segunda muestra a 3 especies de flora tales como:

- Palmera catarata (*Chamaedorea cataractarum*)
- Ficus (*Ficus benjamina*)
- Pino Limón (*Cupressus macrocarpa 'Goldcrest'*)

2.3. Materiales, Instrumentos y métodos

Extracción de muestra de biosólido

Para le extracción de muestras de los biosólidos en el lecho de secado de la empresa SEDA HIMBOTE se necesitó los materiales a continuación detallados.

Tabla 1

Materiales para extracción de Biosólidos

MATERIALES	CANTIDAD
Palana	1
Balde	1
Cámara fotográfica	1
Lapicero	2
Cuaderno de apuntes	1
Guantes de látex	2
Bolsas	2
Etiqueta para muestra	1

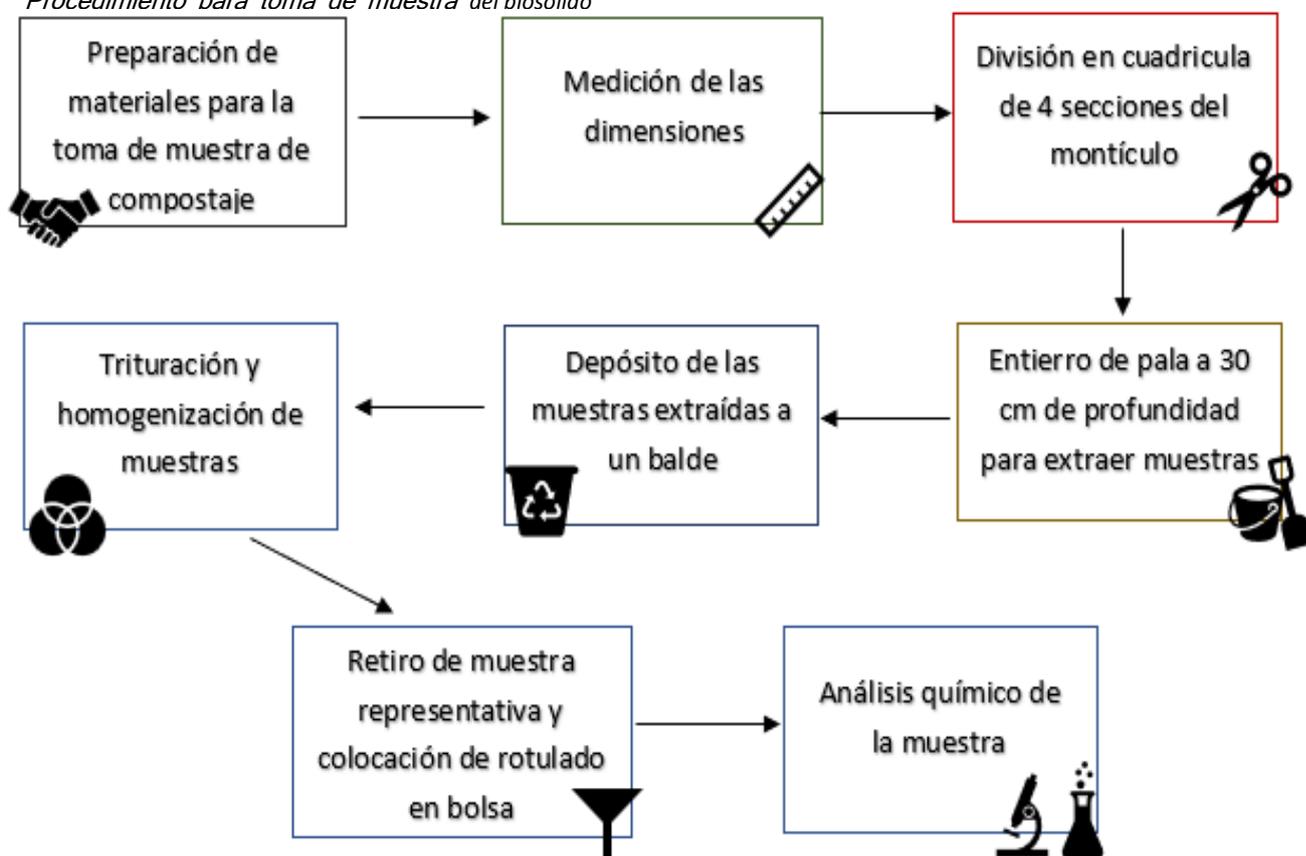
Mascarilla 3M	1
Filtro para mascarilla tipo P100	2

Nota. En esta tabla se evidencia los materiales utilizados para la extracción de muestra

El procedimiento para la extracción de muestras de los Biosólidos se hizo siguiendo la Resolución Ministerial N°093-2018-VIVIENDA, Protocolo de Monitoreo de Biosólidos.

Figura 2

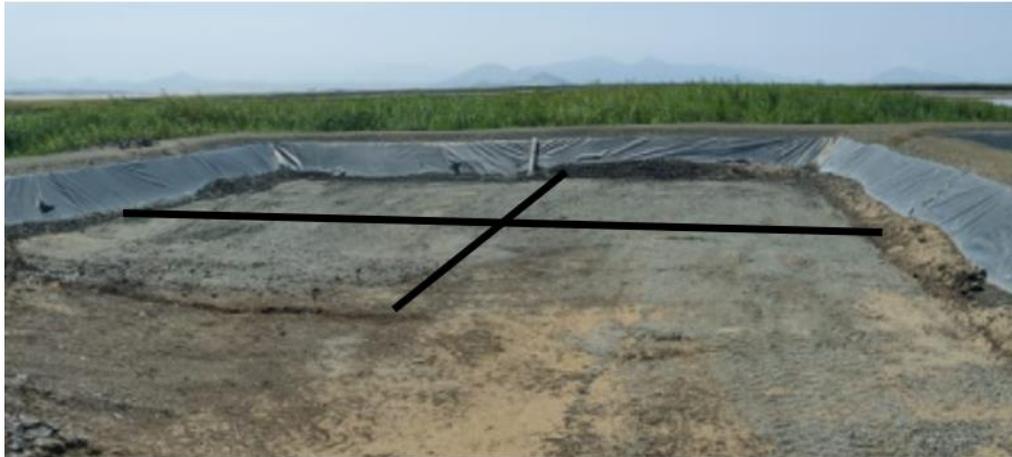
Procedimiento para toma de muestra del biosólido



Nota. El procedimiento es redactó de acuerdo a la resolución ministerial N°093-2018 VIVIENDA

Figura 3

Recorte seccional para la toma de muestra de biosólidos



Nota. En la imagen se evidencia el lecho de secado donde se depositan los biosólidos

Preparación de etiquetado

El modelo del etiquetado para la identificación la muestra, el cual posterior a la extracción se procedería a pegar en la bolsa donde se encontraría la muestra de Biosólidos, contiene la información necesaria para el reconocimiento de la muestra representativa, detallada en el Anexo #.

Extracción de muestra de compostaje

Para le extracción de muestras del compostaje en el vivero municipal del Distrito se necesitó los materiales a continuación detallados.

Tabla 2

Materiales para extracción de compostaje

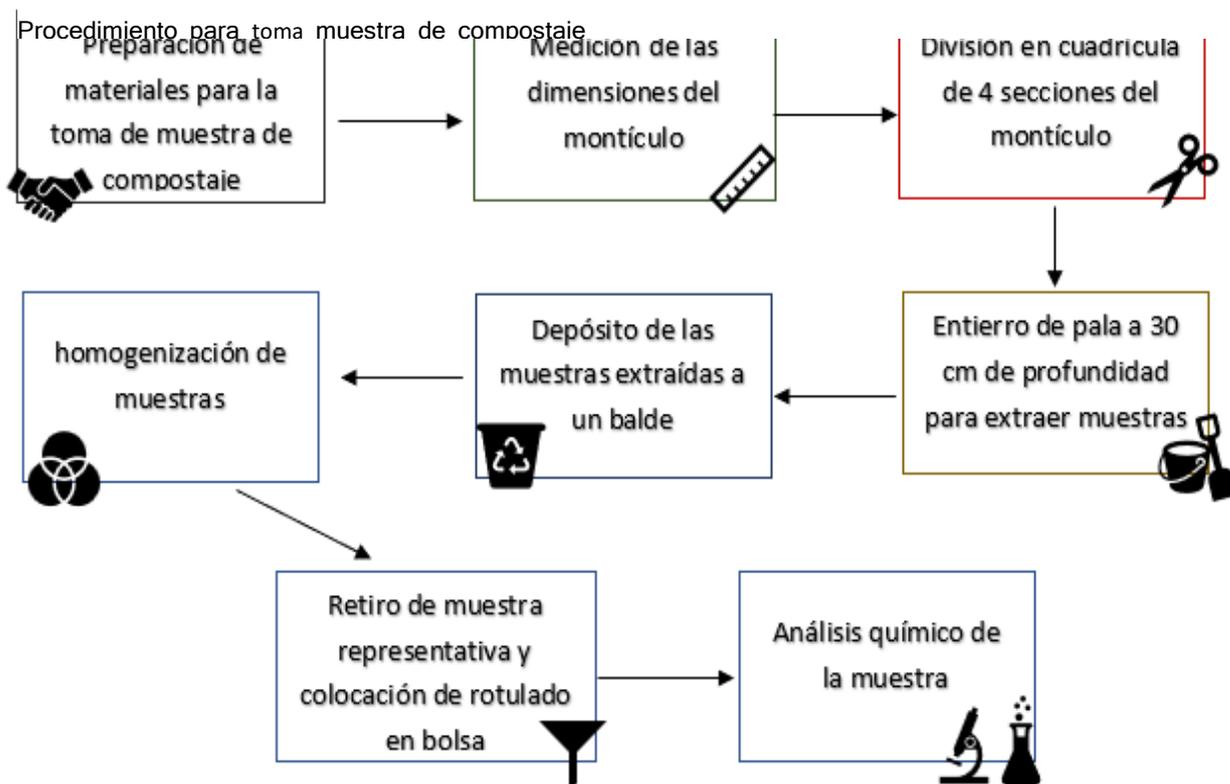
MATERIALES	CANTIDAD
Guantes de Látex	2

Balde	1
Mascarilla Descartable	2
Etiqueta para muestra	1
Bolsas	2
Cuaderno de apuntes	1
Lapicero	2
Cámara fotográfica	1
Badilejo	1

Nota. Materiales empleados para extraer la muestra de compostaje

Para el procedimiento de la extracción de muestras de Compostaje, se utilizó el mismo que se utilizó para los Biosólidos, ya que este cumplía las mismas características físicas.

Figura 4



Nota. El procedimiento realizado para la toma de muestra del compostaje fue el mismo empleado para el biosólidos, debido a que presentaban las mismas condiciones de almacenamiento.

Figura 5

División de cuadros para toma de muestra del Compostaje



Nota. Se evidencia la extracción de la muestra de compostaje municipal

Acondicionamiento y proceso experimental

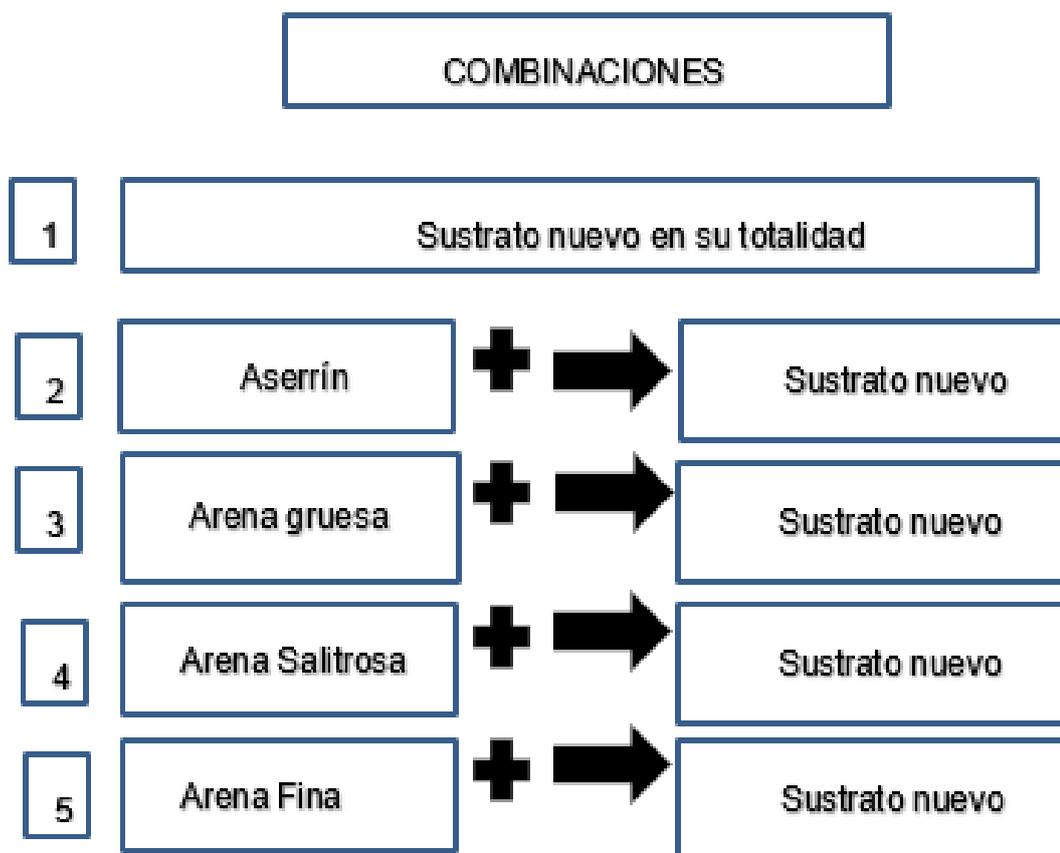
Como primera instancia se delimitó cada recipiente con la ayuda de bastidores de madera, teniendo cada uno de ellos dimensiones de 30 cm² y profundidades de 40 cm. En un total de 15 recipientes para 3 muestras con 5 repeticiones.

El nuevo sustrato conformado por Compostaje Municipal y Biosólidos, se combinó de manera homogénea con cantidades iguales, agregando agua durante 7 días continuos. Se dejó en reposo 5 días a una temperatura ambiente y con poca presencia de viento. Pasado los 5 días de preparación, se procedió a colocar los recipientes dimensionados en cada cuadro delimitado. Una vez colocado los recipientes, se procedió a introducir el nuevo sustrato, para el cual se

optó por utilizar agregados para ser combinados con el nuevo sustrato de los cuales de combino 3 kg de cada uno, detallados a continuación.

Figura 6

Mescla de tipos de suelos con el sustrato nuevo



Nota. En la figura se observa las distintas combinaciones que se le realizado al sustrato nuevo

Posterior al agregado se realizó la siembra de cada especie de flora y la primera observación de partida experimental. La siembra estratégica ya mencionada se representa más detallada en la imagen a continuación:

Figura 7

Siembra referencial de las muestras

SUSTRATO ESPECIE	SUSTRATO EN SU TOTALIDAD	SUSTRATO + ASERRIN	SUSTRATO + ARENA SALITROSA	SUSTRATO + ARENA FINA	SUSTRATO + ARENA ARCILLOSA
Ficus					
Palmera Catarata					
Pino Limón					
Area Total: 90 cm x 150 cm profundidad para agregado del sustrato: 40 cm					

Nota. En la figura se evidencia las siembras de las especies junto a los tipos de suelos y sustratos.

Evaluación del proceso de desarrollo y evolución de las especies

El cronograma de evaluación, constó de mediciones del crecimiento de las ramas y el grosor del tallo de las 3 muestras de flora hechas desde el primer día de siembra y semanalmente hasta completar el mes experimental detallado a continuación:

Donde:

Er: extensión de ramas

Tp: Tallo de planta

Figura 8

Matriz de monitoreo de la siembra

ESPECIE	Dia de Evaluación									
	Sustrato		S + A Gruesa		S + A fina		S + Aserrin		S + A salitrosa	
	Er	Tp	Er	Tp	Er	Tp	Er	Tp	Er	Tp
Pino Limón										
Ficus										
Palmera catarata										

Nota. En la figura se evidencia la matriz donde se reportará el crecimiento de las especies

Análisis de Materia Orgánica del sustrato

Para analizar el porcentaje de Materia Orgánica presente en el nuevo sustrato se necesitó los siguientes materiales e insumos detallados a continuación:

Tabla 3

Lista de insumos para análisis de materia orgánica

INSUMOS	FORMULA
Sulfato Ferroso Amoniacal	Fe (NH ₄) ₂ (SO ₄).6H ₂ O)
Dicromato de Potasio	K ₂ Cr ₂ O ₇
Ácido Sulhídrico	H ₂ SO ₄
Difenilamina	C ₁₂ H ₁₁ N

Nota. En la tabla se muestran los insumos empleados para el análisis de materia orgánica.

Tabla 4

Materiales de laboratorio

MATERIALES
Matraz Erlenmeyer
Probeta graduada

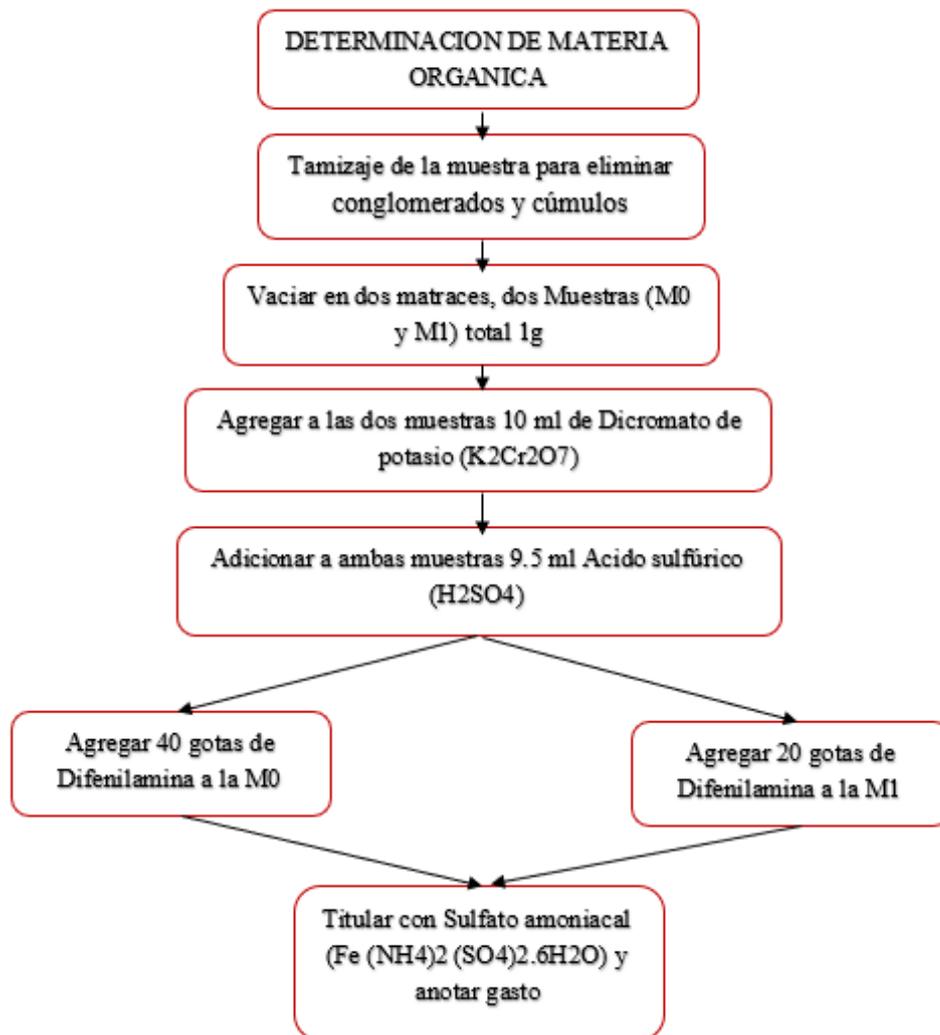
Guante de látex
Bandeja metálica
Balanza Analítica
Gotero
Tamiz
Bureta

Nota. En la tabla se evidencia los materiales empleados para el análisis de materia orgánica.

Procedimiento de laboratorio para análisis de Materia orgánica

Figura 9

Procedimiento para análisis de materia orgánica



Nota. Procedimiento de laboratorio para determinar porcentaje de Materia orgánica

Cálculo de Materia orgánica

Ya obtenido el gasto del Sulfato Amoniacal ($FeNH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) en la Mo y M1, se procedió a realizar el cálculo del porcentaje de materia orgánica presentes en el gramo de muestra tomada, en donde la fórmula es la siguiente:

$$M.O\% = [K_2Cr_2O_7 (ml) - \frac{(FeNH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O (ml)}{2}] \times \text{factor}$$

Ecuación 1. Análisis de Materia orgánica

$$Vg M0 = 6.2 \text{ ml}$$

$$Vg M1 = 2.5 \text{ ml}$$

$$M0 = \left[10 \text{ ml} - \frac{6.2 \text{ ml}}{2} \right] \times 0.67$$

$$M0 = 4.62 \%$$

$$M1 = \left[10 \text{ ml} - \frac{2.5 \text{ ml}}{2} \right] \times 0.67$$

$$M1 = 5.86\%$$

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Se obtuvieron resultados de los análisis de laboratorio de la materia orgánica, micro y macro nutrientes representados en tablas y comparados con investigaciones pasadas. Del mismo modo se obtuvieron los resultados de las 5 observaciones de las 3 especies sembradas en el sustrato, más los agregados, observados durante un mes, con repeticiones semanales, sirviendo estos resultados para representarlos estadísticamente mediante gráficos representativos y la viabilidad de la propuesta de esta investigación.

Objetivo específico 1.

Este objetivo es respondido con la comparación del análisis del sustrato en relación y comparación con la investigación del ingeniero agrónomo Guy Sela, en donde se detalla los valores de macro y micro nutrientes necesarios presentes en un sustrato para que este sea considerado como tal evidenciados en la tabla 5, de este modo en la tabla 6 se determinaron los valores mencionados analizados en los residuos que estarán presentes en el nuevo sustrato.

Tabla 5.

Valores promedios de requerimientos nutricionales comunes de los cultivos

Macro Nutriente	Absorción Diaria Típica	Micro Nutriente	Absorción Diaria Típica
Nitrógeno (N)	1.5 - 4 Kg/ha	Hierro (Fe)	20 - 50 g/ha
Fosforo (P)	0.3 - 0.7 Kg/ha	Manganeso (Mn)	5 - 20 g/ha
Potasio (K)	1.5 - 5 Kg/ha	Zinc Zn)	5 - 10g/ha
		Cobre (Cu)	2 - 8 g/ha

Nota. Guy Sela (2023) Menciona que los macronutrientes se requieren en cantidades significativamente grandes y los micronutrientes en cantidades pequeñas pero importantes.

Tabla 6

Resultado del análisis de Macro y Micro nutrientes del sustrato

METALES TOTALES	L.C. (MG/KG)	BIOSOLIDOS COMPOSTAJE	
Plata (Ag)	0.4	1.9	<0.4
Aluminio (Al)	13	7231	4266
Arsénico (As)	2	9	10
Boro (B)	12	<12	13
Bario (Ba)	2	86	34
Calcio (Ca)	10	33050	9280
Cadmio (Cd)	0.4	1.4	<0.4
Cobalto (Co)	0.1	4.3	4
Cromo (Cr)	0.2	26.7	6.1
Cobre (Cu)	0.6	112.4	20.9
Hierro (Fe)	2	14140	9377
Mercurio (Hg)	0.5	1.7	<0.5
Potasio (K)	32	1792	10710
Magnesio (Mg)	13	3576	3432
Manganeso (Mn)	1	158	181
Molibdeno (Mo)	1	26	1
Sodio (Na)	29	4187	2664
Níquel (Ni)	0.2	15.1	5.2
Fosforo (P)	5	8615	2322
Plomo (Pb)	0.7	24.3	11.1
Antimonio (Sb)	2	<2	<2
Talio (Ti)	2	<2	<2
Vanadio (V)	0.6	40.2	19.5
Zinc (Zn)	0.4	428.9	73.3

Nota. En la tabla de evidencia los resultados del análisis para la determinación de Macro y Micro nutrientes del nuevo sustrato producido.

Objetivo específico 2.

En este objetivo se analizó los componentes orgánicos presentes en el compostaje municipal y el biosólido tales como Macro nutrientes y presencia porcentual de Materia Orgánica, llevando una muestra representativa a laboratorio para su respectivo análisis, utilizando métodos como titulación y espectrofotometría, de tal manera se evidencia lo mencionado en las tablas 6, 7 y 8 respectivamente.

Tabla 7

Resultado del análisis del Porcentaje de Materia Orgánica

ENSAYO	COMPOSTAJE BIOSOLIDO	
Nitrógeno (%)	1.95	1.88
Materia orgánica (%)	3.15	2.42

Nota. En la tabla se evidencia el resultado de laboratorio del porcentaje de Materia orgánica

Tabla 8

Resultado de Materia orgánica del nuevo sustrato

ENSAYO	M0	M1
Materia orgánica (%)	4.62	5.86

Nota. Análisis de Materia orgánica de Sustrato en su totalidad empleando el método

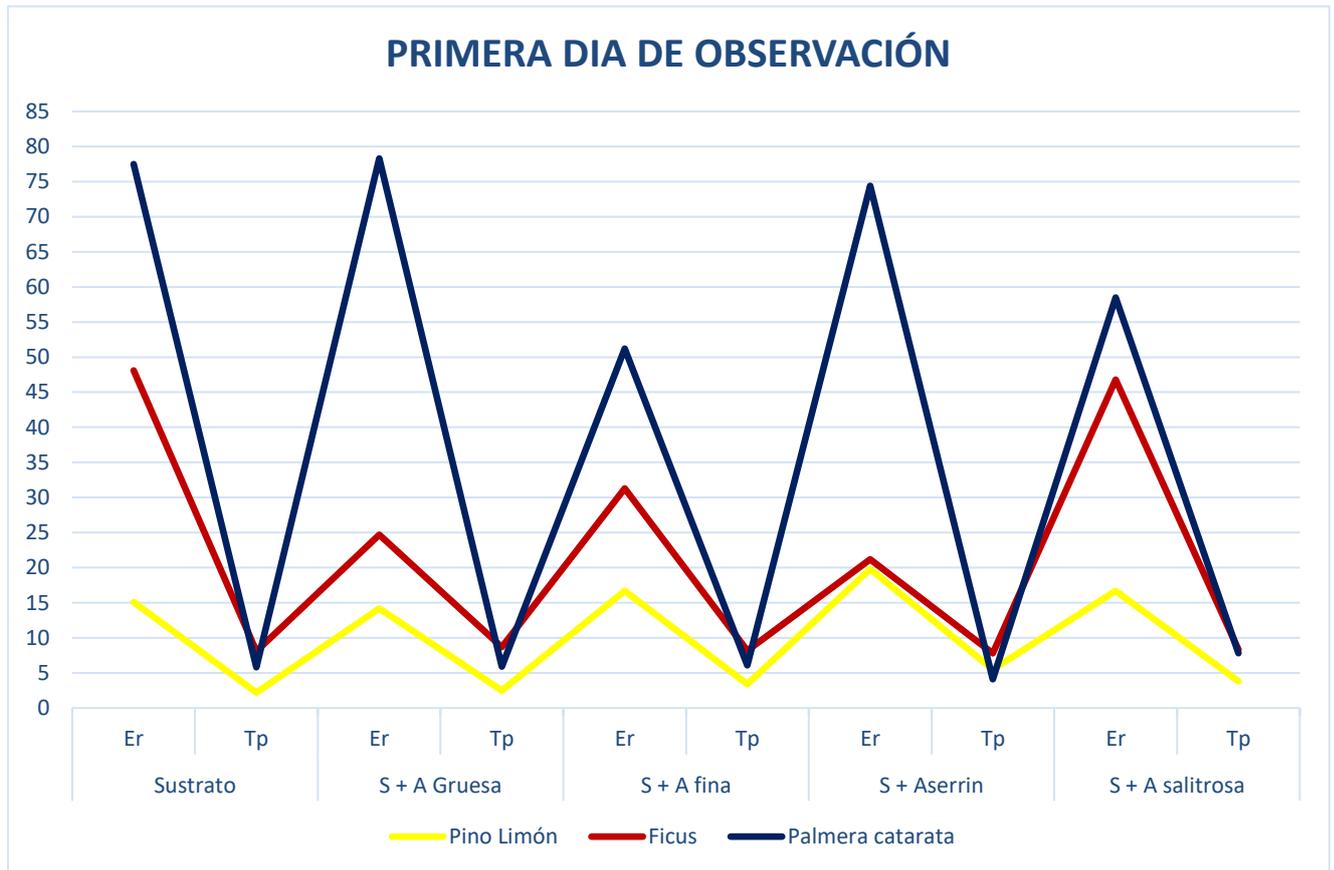
de titulación

Objetivo específico 3.

Las observaciones constantes del crecimiento y evolución de las especies de flora sembradas en distintos tipos de suelo se detallan en las figuras 8, 9, 10, 11, 12 y 13, demostrando su falta de adaptabilidad a los tipos de suelos en donde no se desarrollaron, al igual que la baja evolución de algunas, confirmando que solo algunas aprovecharon el sustrato presente en cada tipo de suelo, respecto a muertes en el proceso, como es el caso del Pino Limón en su totalidad, el ficus presente en la arena gruesa y arena fina y la palmera catarata presente en la arena fina y arena salitrosa, otros manteniendo su desarrollo con procesos lentos siendo el referente la palmera catarata presente en la arena gruesa, aserrín y el sustrato solo y el ficus fue el que mostro mayor crecimiento con respecto a los demás, presente en el sustrato, aserrín y arena salitrosa.

Figura 10.

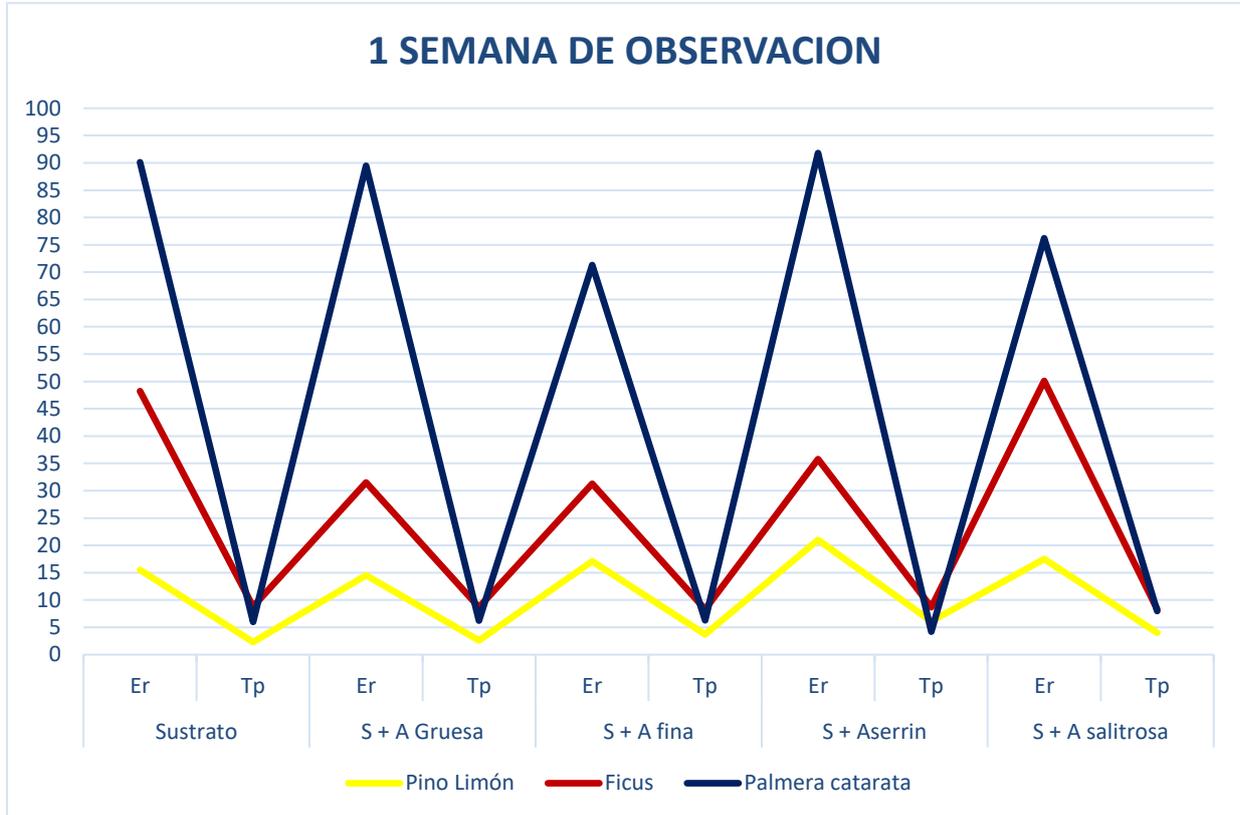
Primera observación de siembra de las especies



Nota. Medición inicial del tamaño de las especies, en donde se detalla la extensión de la rama (Er) en los picos altos y Tamaño de planta (Tp) en los picos bajos.

Figura 11.

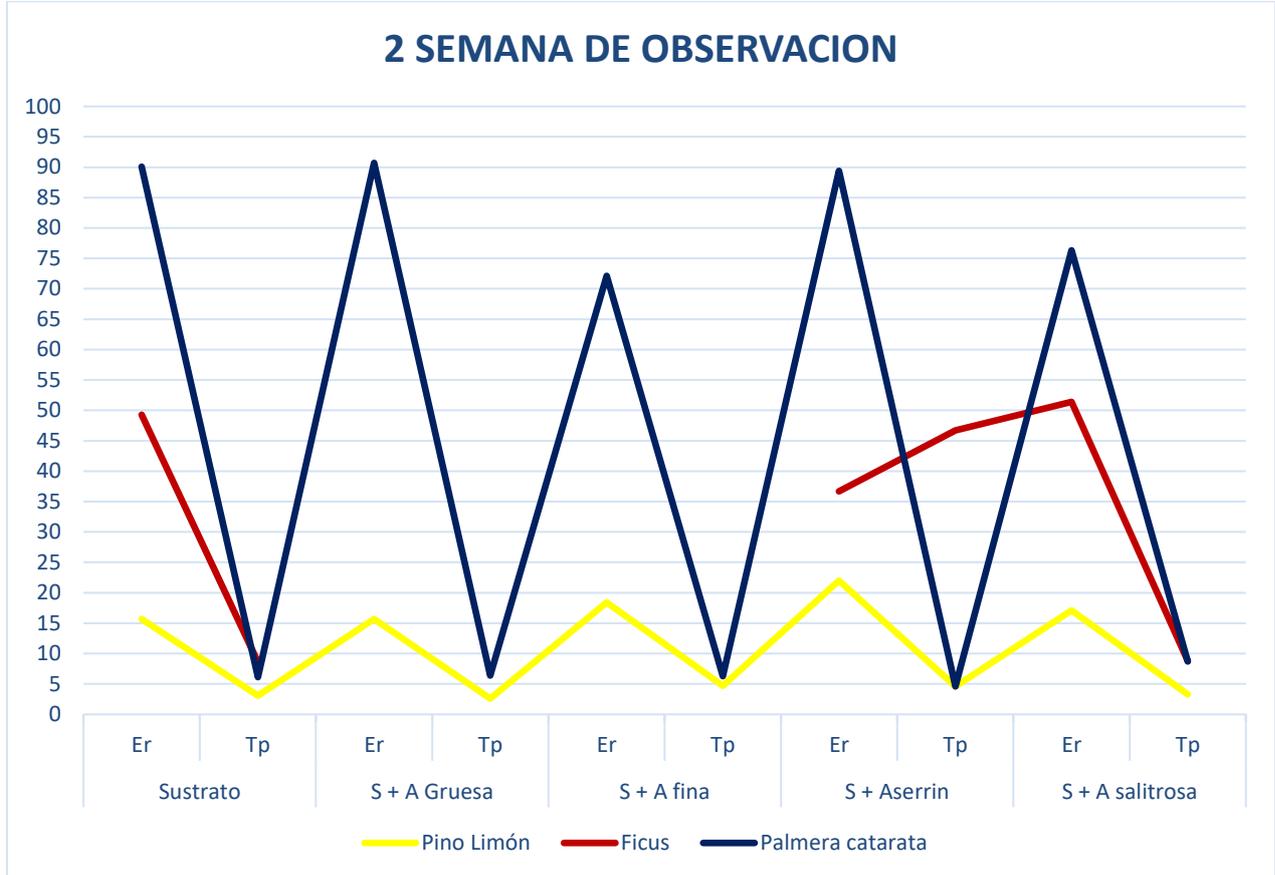
Primera semana de observación de la evolución y crecimiento de las especies



Nota. Primera medición del tamaño de las especies, en donde se detalla la extensión de la rama (Er) en los picos altos y Tamaño de tallo (Tp) en los picos bajos

Figura 12.

Segunda semana de observación de la evolución y crecimiento de las especies



Nota. Segunda medición del tamaño de las especies, en donde se detalla la extensión de la rama (Er) en los picos altos y Tamaño de tallo (Tp) en los picos bajos.

Figura 13.

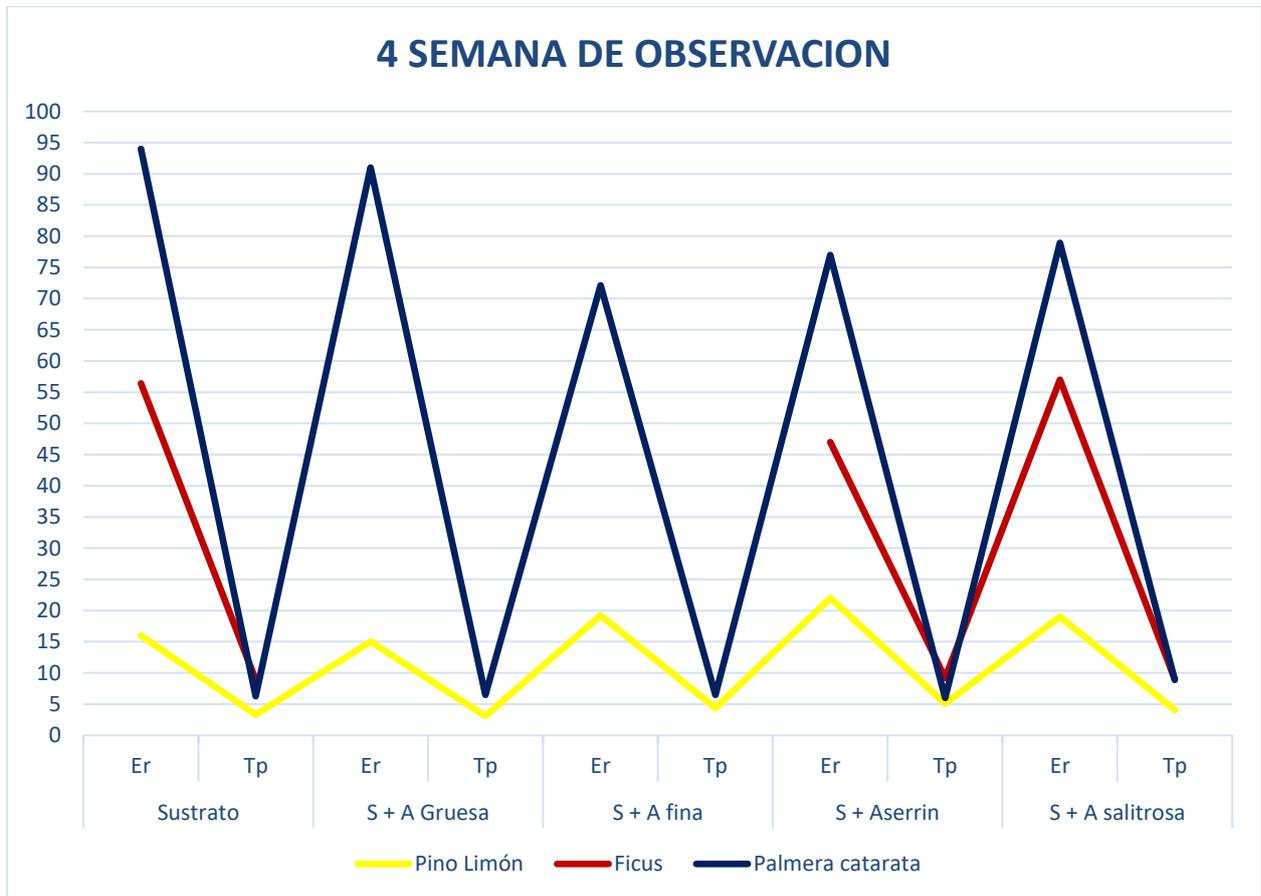
Tercera semana de observación de la evolución y crecimiento de las especies



Nota. Tercera medición del tamaño de las especies, en donde se detalla la extensión de la rama (Er) en los picos altos y Tamaño de tallo (Tp) en los picos bajos.

Figura 14.

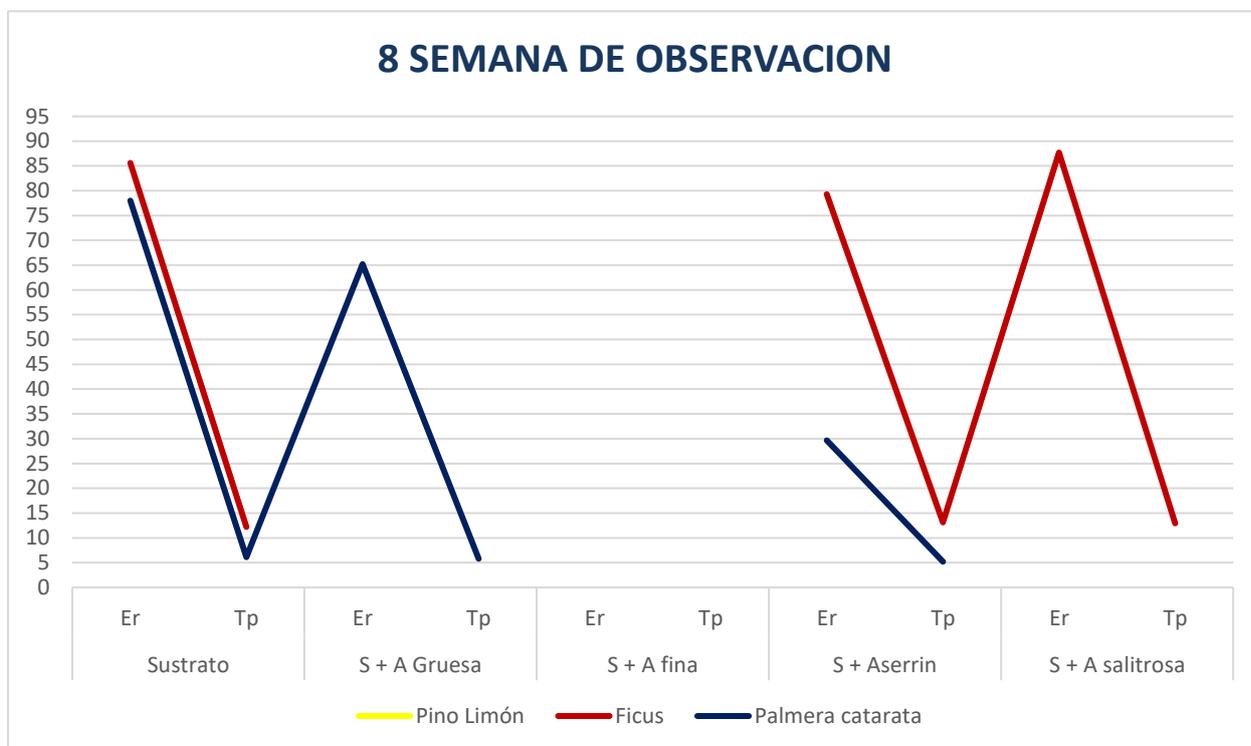
Cuarta semana de observación de la evolución y crecimiento de las especies



Nota. Cuarta medición del tamaño de las especies, en donde se detalla la extensión de la rama (Er) en los picos altos y Tamaño de tallo (Tp) en los picos bajos.

Figura 15.

Octava semana de observación de la evolución y crecimiento de las especies



Nota. Octava medición del tamaño de las especies, en donde se detalla la extensión de la rama (Er) en los picos altos y Tamaño de tallo (Tp) en los picos bajos

Objetivo específico 4.

Evidenciando en las figuras del objetivo específico 3, mostrado en gráficos estadísticos, en respuesta al objetivo específico 4, el ficus y la palmera catarata mostraron mayor estabilidad de desarrollo y permanencia a la adaptabilidad en los distintos tipos de suelos en los cuales estuvo presente el sustrato, por lo tanto; la alternativa sostenible para el reaprovechamiento de los residuos sólidos en el distrito de Nuevo Chimbote, es la producción de un nuevo sustrato para beneficiar a la flora, dando cumplimiento al decreto legislativo N° 1278 – MINAM, en donde precisa la finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos mencionando que;

“Respecto de los residuos, se prefiere la recuperación y la valorización material en todas alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente”.

Objetivo específico 5.

Para proponer la recuperación de áreas degradadas se necesitó agregar diferentes tipos de suelos al nuevo sustrato producido, y ver el comportamiento de la flora expuesta a estos, así, se dio conformidad viable con los resultados en las figuras anteriormente mencionadas con técnica de recuperación de residuos sólidos producidos en donde el sustrato nuevo se comportó de manera nutritiva en la arena gruesa y salitrosa como al agregado de aserrín, así se determinó la alternativa mencionada en el objetivo 4 y la producción de un nuevo sustrato en el Distrito de Nuevo Chimbote con esto, dando conformidad al Decreto Legislativo N° 015-2017-VIVIENDA y al Decreto Supremo N° 1278, los cuales buscan aprovechar los residuos sólidos y darles un nuevo valor.

Introducción

La unidad operativa (U.O.) está ubicada a 4600 msnm en el departamento de Arequipa, asimismo, se encuentra en un área remota por lo cual cuenta con su propia planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTARD) la cual genera lodos en abundancia, Este lodo al llegar a cierto nivel debe ser transferido a un digestor de lodos debido a que su exceso produciría un colapso en la PTARD El presente trabajo buscara la aplicación de un tratamiento que permita adecuar los parámetros de los lodos para convertirse en biosólidos de clase “A”, realizar pruebas de eficiencia para revegetación con este y finalmente indicar si el aprovechamiento es viable y va de la mano con los beneficios esperados.

Planteamiento del problema

superan la capacidad de tratamiento máximo, han llegado a generar el gran problema que se afronta en la actualidad el cual es: la excesiva generación de lodo residual Al año 2017 se generan 18 sacos por jornada laboral diaria, conteniendo cada uno alrededor

de 17kg de lodo, es decir una generación diaria de 300 Kg de lodo residual que es dispuesta al 100% en un furgón de residuos peligrosos.

Justificación

los lodos residuales generados en PTARD que no son tratados antes de ser dispuestos en el suelo natural generan daños potenciales dependiendo de su composición (que en ciertos casos puede contener elevada cantidad de metales y otros compuestos). Inicialmente generaran intoxicación del suelo, perdida de especies y finalmente desertificación en casos extremos.

General Aprovechar el biosólido proveniente de la planta de tratamiento de agua residual de la U. O

Objetivos

Específicos Caracterizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del lodo residual en función ca la normativa RM-024-2017 para así elegir el tratamiento a aplicar.
 Construir un horno para la obtención de biosólido a partir de lodo residual proveniente de la PTARD.
 Determinar los parámetros óptimos de funcionamiento del horno para la obtención de biosólido que cumpla con la R.M.024-2017-VIVIENDA.
 Evaluar el biosólido como suplemento del suelo para cultivo de especies vegetales.
 Realizar el análisis costo/beneficio del aprovechamiento de lodos.

Diagnóstico de lodos residuales

Los lodos residuales producidos por la PTARD generan una situación problemática causada por 2 directrices:
 La excesiva generación en la forma de toneladas mensuales.
 La gran cantidad dispuesta como residuos peligrosos, el 100% del lodo generado es dispuesto como residuo peligroso debido a que no existen análisis de estos, ni tratamiento alguno implementado en la actualidad que permita aprovecharlos.

Caracterización de biosólidos

La muestra biosólida fue colectada de acuerdo a la guía mandada por la empresa SGS del Perú S.A., estas guías denominadas D.R. indicaron por cada parámetro deseado a analizar el tipo de frasco que se requerirá, la cantidad mínima de muestra

Prueba de efectividad para revegetación

Se empleó un diseño experimental correspondiente a un DCR (Diseño Completamente Randomizado), en el cual se realizó el cultivo de 27 unidades experimentales de *Zea mays L.* en 9 macetas cerámicas de volumen 0.0015 m³. Estas 9 macetas se dividieron en 3 grupos realizándose la mezcla manual de estas con compost, tierra de cultivo y biosólido a diferentes concentraciones

Cálculo de costo beneficio

Se compilaron los costos en base a las actas de valorización del periodo 2017, a partir de estas se realizó el análisis de los costos/beneficios en base a la guía de comisión europea del año 2003, la guía indico que si el valor obtenido es mayor a 1 (la unidad) el proyecto será viable

Resultado del costo beneficio

valores mayores nos indican mayor rentabilidad a largo plazo. El proyecto planteado representa costos ahorrados de US\$33,389.09 anuales, esto considerando un tratamiento del 100% de lodo producido, caso se decida tratar únicamente el 50% de igual manera se tendrán ahorros de US\$ 18,000.00 anuales e incluso si solo se decidiera tratar el 30% de los lodos se tendría un ahorro de alrededor de US\$ 11,700.00

Resultado de crecimiento de siembras

Para los tratamientos C3-T3-B3 respecto a la longitud de raíz, se tuvo a B3 (25%B+75T%) con 33.2 cm, a C3 (25%C+75%TC) con 16.43 cm y a T3 (100%T) con 17.06cm; para el caso de las longitudes de tallo el comportamiento se repitió con la mayor longitud de B3 (21.8 cm) y las menores de T3 (17.06 cm) y C3 (16.43 cm), La diferencia pudo deberse a que a la concentración aplicada de 25%, el compost no proveyó la cantidad de nutrientes suficiente para potenciar un crecimiento superior

Conclusiones

Realizadas las pruebas de eficiencia del biosólido generado sobre los suelos, se concluyó que mal tratamiento B3 (25%Biosólido+75%Tierra cultivo) genera las condiciones más favorables respecto al compost y a tierra de cultivo sola, esta concentración potencia el crecimiento de la especie *Zea mays L.*, que logro una altura de tallo de 21.8 cm y 33.2 cm de longitud de raíz. De esta manera el biosólido podría ser considerado como un reemplazo del compost, teniendo menor precio, mayor facilidad de obtención e iguales o mejores resultados.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La necesidad de reaprovechar residuos generados en el distrito de Nuevo Chimbote, implica evaluar estrategias viables para el mismo, en incentivo a la necesidad publica, por lo tanto, se buscó producir un nuevo sustrato para que estos sean aprovechados por la flora presente en el distrito, así, se evaluó las características principales para que este sea propiamente definido como tal, en los cuales se determinó la presencia de macro y micro nutrientes, obteniendo porcentajes y cantidades evidenciadas en las tablas 5 y 6, de las cuales las plantas aprovechan para su crecimiento y desarrollo, confirmando así que el sustrato producido cumple con los valores necesarios para considerarse sustrato, de acuerdo con Guy S (2023) los nutrientes necesarios para las plantas se pueden definir como macro y micro nutrientes, de los cuales las mismas aprovechan para su evolución, de estos, 16 son fundamentales su presencia, no significando que de todos ellos se captará en su totalidad, por lo tanto hay valores como el de los macronutrientes que se requieren en cantidades relativamente grandes, a diferencia de los micronutrientes que se requieren en pocas pero necesarias.

Del mismo modo se tomó en consideración la presencia de componentes orgánicos en el sustrato, por ser un elemento fundamental para todo material, determinando así, el gran porcentaje de materia orgánica la cual mejorará el suelo y se obtendrá mayor retención de agua, también se determinaron los macro nutrientes de donde la flora aprovechara los mismos, todos estos igualmente evidenciados en las tablas 6, 7 y 8, obteniendo valores significativos para este sustrato producido, en concordancia con Juan V y Gabriel V (2018) los suelos deben conservar entre el 1% y 6% de materia orgánica para preservar y mejorar el suelo, por lo tanto esto

aportara uno de los beneficios más significativos y apreciables para la valorización de estos residuos, así mismo sustenta Guy S (2023) los macro nutrientes en los que en su presencia significativa es el nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K) entre otros, estos son necesarios en proporciones significativamente grandes.

Así mismo se analizó de manera detallada el crecimiento y evolución de la flora sembrada, el cual aplicada en todo momento el sustrato producido, estuvo acompañada de 4 repeticiones agregadas a ellas diferentes tipos de suelos, los cuales en la última observación pasados los 2 meses, se determinó que el sustrato brindó los nutrientes necesarios para su evolución, y la materia orgánica influenció en la retención de agua y mejora del suelo agregado en dos de estas 3 especies sembradas al igual que su transporte de las especias aun vivas debido al crecimiento significativo, así, se reflejó en el crecimiento de sus ramas y el tallo evidenciados en el figura 13, tal cual y como lo demuestran Antuey M, José C, Vladimir R y Fransisco R (2020) en el cual el crecimiento del tallo de la primera siembra tuvo cambios significativos a diferencia de la segunda, del mismo modo el crecimiento de tamaño de la altura de la planta en la primera siembra tuvieron los mismos cambios significativos para ambas siembras, esto debido a las condiciones de siembra y dosis de biosólidos agregados a cada repetición, afirmando esto Claudia R (2019) el crecimiento de las especies por presencia de biosólidos depende de las condiciones climáticas, ya que en la primer mes, el crecimiento no es significativo sin embargo con el tiempo la evolución es mucho más significativa duplicando y hasta triplicando su tamaño.

La composición del nuevo sustrato producido contiene cantidades abundantes de materia orgánica natural, siendo este el principal componente para la estabilización de suelos y retención de agua de los mismos, del mismo existe presencia de macro y micro nutrientes

esenciales para la evolución de la flora, de estos depende el desarrollo y evolución de la flora sembrada evidenciando en las figuras 8, 9, 10, 11, 12 y 13, sin embargo esta producción de sustrato, podría verse reflejado con mejoras si se consideran mecanismo o técnicas de recuperación en donde se podría aprovechar para agregar o tratar suelos agrícolas para la producción de cultivos, siempre que cumpla con elementos naturales y orgánicos que no alteren el producto o la finalidad del mismo, siguiendo a este, se podría agregar a sembríos tanto de tallo bajo como de tallo alto, del mismo modo el reaprovechamiento para la utilización de los biosólidos para la producción de eco ladrillos o compactación de suelos, como alternativas mencionadas en el Decreto Legislativo N° 015-2017-VIVIENDA. Así mismo, el profundizar en este tipo de investigaciones, proporcionará información necesaria para futuras técnicas aplicables de forma viable en todo tipo de suelo y terreno.

La recuperación de suelos en distintas áreas del distrito se debe al aumento poblacional y con este la necesidad del aprovechamiento natural y embellecimiento urbano, así como de condiciones naturales del mismo, por esto se tomó diferentes tipos de suelos como lo son; arena fina, salitrosa, gruesa y agregados como el aserrín, comprobando que dos especies de flora se desarrollaron en distintos suelos, y otras se mantuvieron hasta llegar a la muerte, considerando con esto, que solo se tuvieron en consideración 3 especies de flora, pudiendo ser diferente los resultados si se llegara a investigar con otras más, que crecen de manera natural en el distrito, y otras que son sembradas por su belleza y atracción, asegurando Alonso H (2018) el comportamiento del biosólido como nutriente para la especie fue exitosa, llegando a tener la mayor tasa de crecimiento con respecto a los demás, por lo tanto, con el reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos se podría recuperar en grandes cantidades si se aplicase la tecnología necesaria, pero sobre todo la conciencia socioambiental, impulsando la

investigación, además a ello se le sumarian los compuestos orgánicos de los establos que se encuentran alrededor del distrito aumentando el reaprovechamiento del mismo.

Conclusiones

Para la producción de un nuevo sustrato empleado residuos solidos orgánicos del distrito, se necesito analizar los componente orgánicos e inorgánicos como; materia orgánica, macro y micro nutrientes, teniendo como resultados el gran porcentaje de presencia de estos en el nuevo sustrato, así se llevó a una comparación de los resultados con una investigación, en donde se determina los valores de los nutrientes necesarios para las plantas, dando conformidad a la producción del mismo, en donde se puedo afirmar que este se puede reconocer como sustrato natural y orgánico para el aprovechamiento en el desarrollo y evolución de la flora distrital, tal cual y como lo analizaron Antuey M, José C, Vladimir R y Fransisco R (2020) se ha verificado que el biosólido generado en la planta de tratamiento de aguas residuales presenta características apropiadas para su utilización en la agricultura.

El análisis de laboratorio para determinar los componentes orgánicos presente en el nuevo sustrato, resultó la gran cantidad de estos presentes en el mismo, verificando el gran aporte para el desarrollo de esta investigación, tal y como lo determinaron Adela A y Julio (2019) Lo biosólidos contienen gran carga orgánica además de contener nutrientes esenciales los cuales influyeron el desarrollo de los plantones.

Dentro de los parámetros analizados en el desarrollo y evolución de las especies de flora sembradas como el tallo y la extensión de las ramas, se observo que en los suelos como el de área gruesa, arena salitrosa y agregado con aserrín, fueron favorables para dos de las tres especies sembradas, concordando con Alonso H (2018) realizadas las pruebas de eficiencia del biosólido generado sobre los suelos, se concluyó que el tratamiento B3 (25% biosólido + 75%

tierra cultivo) genera las condiciones más favorables respecto al compost y a tierra de cultivo sola.

Para determinar una alternativa viable en el reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, se hizo apoyo del análisis del crecimiento y evolución de la flora, ya que así se puede evidenciar el beneficio de este sustrato producido concluyendo que es favorable como alternativa de reaprovechamiento, demostrado así lo investigado por Adela A y Julio (2019) la mezcla optima del biosólido resulta ser útil para ser usado como abono teniendo como principal característica favorecer el desarrollo de plantas y arbustos.

Dentro de los objetivos de esta investigación se sostuvo la recuperación de suelos desnudos o degradados por acción del hombre o naturalmente, así como embellecer áreas que por características físicas del suelo era limitado el crecimiento de algunas especies, así se concluyó que, dos de las tres especies sembradas aprovechan los nutrientes presentes y se adaptan al tipo de suelo, así mencionado por Antuey M, José C, Vladimir R y Fransisco R (2020) dadas las características físicas, químicas y microbiológicas de los biosólidos utilizados, se ha comprobado que los mismos son apropiados como fertilizante agrícola y para mejorar la calidad nutricional de los suelos, de igual manera lo sustenta Claudia F (2019) lo generado y analizado aporta al crecimiento vegetal con mayor vigor y rapidez.

Referencias

- Andrade, I., & Solórzano, D. (2021). *APROVECHAMIENTO DE LODOS DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES DEL CANTÓN EL CARMEN COMO BIOSÓLIDOS PARA EL SECTOR FORESTAL*. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1420/1/TTMA14D.pdf>
- Apaza, A., & Quirita, C. (2020). *Efectos del biosólido de la PTAR la Escalerilla como abono en el cultivo de plántones de Mioporo (Myoporum laetum)- Arequipa 2019*. https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3801/Adela%20Apaza_Julio%20Quirita_Tesis_Titulo%20Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castañeda, S., & Rodríguez, J. (2016). *Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia*. <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v19n1/0124-7107-reus-19-01-00116.pdf>
- Ceballos, D. (2018). *Viabilidad del aprovechamiento de biosólidos provenientes de la PTAR El Salitre como enmienda para producción de un fertilizante orgánico – mineral*. • <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12918/2018danielacastaneda.pdf?squence=1&isAllowed=y>
- El Peruano. (2021). *Diario Oficial del Bicentenario El Peruano*. Peruanos generaran 21 toneladas diarias de basura: <https://elperuano.pe/noticia/120825-peruanos-generamos-21-mil-toneladas-diarias-de-basura#:~:text=En%20el%20Per%C3%BA%2C%20se%20genera,residuos%20por%20persona%20al%20d%C3%ADa>
- El Peruano. (2021). *Diario Oficial del Bicentenario El Peruano*. Ley Organica de Municipalidades: <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0015/3-ley-organica-de-municipalidades-1.pdf>
- El Peruano. (s.f.). *Diario Oficial del Bicentenario El Peruano*. Normas Legales: https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds_014-2017-minam.pdf
- Equipos del Valle. (2018). *Los Sustratos agrícolas y sus propiedades*. <https://www.agroequipos.com.mx/node/1687>
- Fernández, A. (2005). LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE LOCAL. En *Revista Cubana de Química* (págs. 35-39).
- Florida, N., Hildauro, J., García, P., Santos, J., Escobar, F., & Torres, J. (s.f.). Efecto de compost y NPK sobre los niveles de microorganismos y cadmio en suelo y almendra de cacao. En *Revista de Investigaciones Altoandinas* (págs. 264-273).
- García, S., Rodríguez, J., Vera, E., & Schrev, S. (2010). *EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE COMPOST SOBRE PROPIEDADES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO BAJO EL CULTIVO DE PATATA EN EL VALLE DE MANTARO - PERÚ*. <https://www.acarindex.com/pdfs/171102>
- Gómez, M. (1995). *El Estudio de los Residuos. Definiciones, Tipologías, Gestión y Tratamiento*. <https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/1037/El%20Estudio%20de%20los%2>

0Residuos.%20Definiciones%2C%20Tipolog%3%AAs%2C%20Gesti%C3%B3n%20y%20Tratamiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Gómez, J. (2020). *EVALUACIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO PARA LOS BIOSÓLIDOS GENERADOS POR PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*.
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8188/1/6152610-2020-2-IQ.pdf>
- Gómez, R., & Flores, F. (2014). *Ciudades sostenibles y gestión de residuos sólidos*.
http://www.posgradofaua.uni.edu.pe/images/Lecturas/planificacionurbanoregional/residuos-solidos_univ_pacifico.pdf
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*.
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Huamán, A., & Palco, A. (2018). *Valoración fisiológica como abono orgánico de lodos activados en las lagunas de estabilización de la localidad de Jaen*.
<https://repositorio.udl.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/UDL/199/TESIS.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Huanqui, A. (2018). *APROVECHAMIENTO DE BIOSÓLIDOS PROVENIENTES DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN UNA UNIDAD OPERATIVA MINERA - 2018*.
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/8126/4G.0004.IA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Estado de la Población Peruana 2020*. INEI.
- Landeras, M. (2007). *BIOABONO ORGANICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN EL MEJORAMIENTO DE TIERRAS AGRÍCOLAS DEL DISTRITO DE TRUJILLO, PERU. PERIODO 2005 – 2007*. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/6013>
- Martínez, A., Castillo, J., Rodríguez, V., & Orgaz, F. (2020). *APROVECHAMIENTO DE LOS BIOSÓLIDOS PROCEDENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS URBANAS EN AGRICULTURA. ESTUDIO DE CASO EN REPÚBLICA DOMINICANA*.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7794697.pdf>
- Mendoza, M. (2012). *PROPUESTA DE COMPOSTAJE DE LOS RESIDUOS VEGETALES GENERADOS EN LA UNIVERSIDAD DE PIURA*.
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1728/ING_515.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL. (2008). *MANUAL DE COMPOSTAJE*.
https://www.miteco.gob.es/images/es/Manual%20de%20compostaje%202011%20PAGINAS%201-24_tcm30-185556.pdf
- MINISTERIO DE VIVIENDA. (2017). *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para el reaprovechamiento de los Lodos Generados en las Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales*. Diario El Peruano: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto->

supremo-que-aprueba-el-reglamento-para-el-reaprovech-decreto-supremo-n-015-2017-
vivienda-1536004-7/

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2018). *Protocolo de Monitoreo de Biosólidos*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/21130/RM-093-2018-VIVIENDA.pdf>

MINISTERIO DEL AMBIENTE. (24 de Abril de 2017). *Decreto Legislativo N° 1278*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/06/Decreto-Legislativo-N%cb0-1278.pdf>

MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2020). *Sistema Nacional de Información Ambiental*. Ancash, Reporte Estadístico Departamental, Agosto 2021: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/ancash-reporte-estadistico-departamental-agosto-2021>

Onofre, E. (2018). *PROPUESTA TÉCNICA DE GESTIÓN AMBIENTAL SOSTENIBLE PARA EL APROVECHAMIENTO DE LODOS QUE PROVIENEN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN CAMPAMENTOS MINEROS DEL PERÚ*. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13374/ONOFRE_AQUINO_EDWIN_PROPUESTA_TECNICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pástor, N. (1999). UTILIZACIÓN DE SUSTRATOS EN VIVEROS. En *Terra Latinoamericana* (págs. 231-235).

Peru Limpio. (2021). *El Perú vs. La Basura*. <https://perulimpio.minam.gob.pe/>

Potisek, M., Figueroa, U., González, G., Jasso, R., & Orona, I. (2010). *APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS AL SUELO Y SU EFECTO SOBRE CONTENIDO DE MATERIA ÓRGANICA Y NUTRIMENTOS*. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n4/v28n4a4.pdf>

Presidencia del Consejo de Ministros. (1993). *Constitución Política del Perú*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/198518/Constitucion_Politica_del_Peru_1993.pdf

Real Academia Española. (1999). *Diccionario Panhispánico del Español Jurídico*. <https://dpej.rae.es/lema/aprovechamiento-de-residuos>

Rubiano, C. (2019). *APROVECHAMIENTO DE BIOSÓLIDOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE TUNJA, COMO ALTERNATIVA DE SUSTRATO EN LA REVEGETALIZACIÓN DE TALUDES*. https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/3674/Aprovechamiento_biosolidos.pdf;jsessionid=E936487392526E2280A72ED4CA8BEA19?sequence=1

Salamanca, C., & Baquero, J. (2006). NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN CON MACRO Y MICRONUTRIENTES. En *Alternativas para los sistemas de Producción de Orinoquia - Colombia* (págs. 151-161). CORPOICA.

Sela, G. (2023). *Los Nutrientes de las Plantas*. <https://cropaia.com/es/blog/nutrientes-de-plantas/>

Torres, P., Pérez, A., Escobar, J., Uribe, I., & Imery, R. (2007). COMPOSTAJE DE BIOSÓLIDOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE ÁGUAS RESIDUALES. Conselho Editorial.

Uscumayta, I. (2018). *Efecto del compost en el desarrollo vegetativo de Coffea Arábica L. Var Catuai en Mazamari - Perú.*

<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4879/Uscumayta%20Palacios%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Utria , E., Reynaldo, I., Cabrera, A., Morales, D., Morúa, A., & Álvarez, N. (2006). CARACTERIZACIÓN DE LOS BIOSÓLIDOS DE AGUAS RESIDUALES "QUIBÚ". En *Cultivos Tropicales* (págs. 83-87).

Anexos

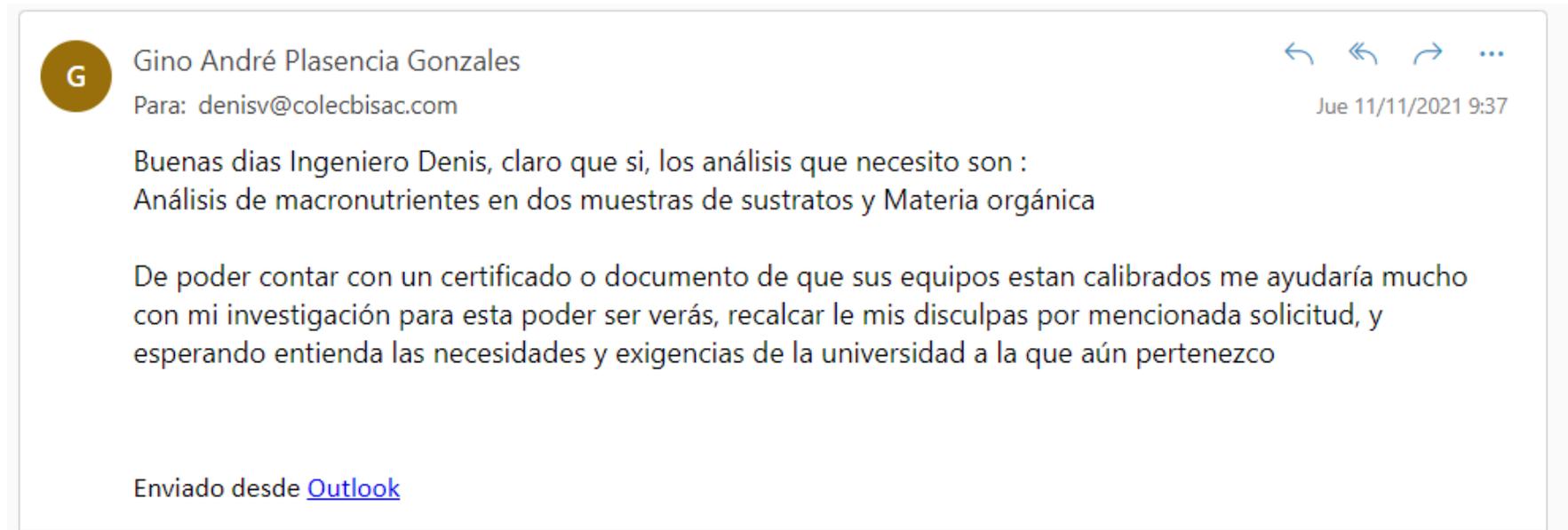
Anexo 1. Matriz de Consistencia

PROPUESTA PARA EL REAPROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCION DE UN SUSTRATO PARA BENEFICIO DE LA FLORA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE				
PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE 1	METODOLOGIA
¿Cómo influirá el reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos como nuevo sustrato en el desarrollo y evolución de la flora del Distrito de Nuevo Chimbote?	<p>H1: El reaprovechamiento de los residuos sólidos produce un nuevo sustrato en beneficio a la flora Distrital</p> <p>H0: El reaprovechamiento de los residuos sólidos no produce un nuevo sustrato en beneficio a la flora Distrital</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer el reaprovechar los residuos sólidos para la generación de un nuevo sustrato en beneficio a la flora de Nuevo Chimbote 	Propuesta para el reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos	<p>GA = O1 X O2</p> <p>Siendo:</p> <p>GA: Grupo de residuos sólidos</p> <p>X: Manipulación de la variable</p> <p>O1: Análisis realizados en la Pre Prueba a los componentes del nuevo sustrato (macronutrientes y micronutrientes).</p> <p>O2: Análisis realizados al nuevo compostaje en sus macronutrientes y micronutrientes</p>
		OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE 2	MUESTRA
		<ul style="list-style-type: none"> • Producir un nuevo sustrato en fusión de los residuos sólidos municipales (compostaje) y los residuos sólidos de las aguas residuales domesticas (Biosólidos) 	Producción de un nuevo sustrato	3 especies de flora
		<ul style="list-style-type: none"> • Analizar los componentes orgánicos presentes en el compostaje municipal y los Biosólidos de las aguas residuales domésticas. 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el tiempo de desarrollo y evolución de la flora municipal. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar una alternativa sostenible para el reaprovechamiento de residuos sólidos orgánicos. 				
<ul style="list-style-type: none"> • Proponer la recuperación áreas degradadas o con poco recubrimiento de flora mediante la generación de un sustrato. 				

Anexo 2. Matriz de Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICES	ESCALA DE MEDICIÓN
Propuesta para el reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos	Se entiende por reaprovechamiento de residuos sólidos a toda actividad que tiene como finalidad darle nuevo valor al residuos descartado como tal, así como lo define la Real Academia Española (1999) como un Conjunto de operaciones dirigidas a la obtención de los recursos contenidos en los residuos mediante la reutilización, valorización, reciclado o recuperación de los mismos.	Los residuos sólidos orgánicos necesitan de un reaprovechamiento debido a su gran generación tal y como lo describe (MINAM D.L N° 1501. Art. 37) La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Dicha operación consiste en la transformación química y/o biológica de los residuos sólidos, para constituirse, de manera total o parcial, como insumos, materiales o recursos en los diversos procesos; así como en la recuperación de componentes o materiales, establecida en la normativa.	Residuos sólidos orgánicos Municipales	Compostaje Municipal	Peso	Kg
			Residuos sólidos de Laguna de tratamiento primario de aguas residuales	Biosólidos B	Peso	
Producción de un nuevo sustrato	El sustrato es uno de los elementos principales para las especies vegetales, de ésta depende gran parte de su desarrollo, así lo describe (Narcizo P. 1999) Es todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que colocado en contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular.	La producción de sustratos debe ser con componentes naturales tal y como lo describe (Agroequipos del Valle. 2018) Un buen sustrato es esencial para la producción de plantas de alta calidad. Sus componentes deben de poseer características físicas y químicas que, combinadas con un programa adecuado de manejo, permitan un desarrollo radicular óptimo de la planta.	Análisis	Características físicas	Temperatura	°C
					% Humedad	%
				Características químicas	% Micronutrientes	
					% Macronutrientes	
			% Materia Orgánica			
Forestación	Recuperación de suelos	Siembra de especies arbóreas	Cantidad			
	Fertilización de suelos	Siembra de especies de tallo alto				
Valorización	Economía circular	propuesta económica	Razón			

Anexo 3. Solicitud documentaria a laboratorio



Anexo 4. Certificación de análisis de laboratorio



1.0 ACCREDITATION / REGISTRATION

INORGANIC VENTURES is accredited to ISO 17034, "General Requirements for the Competence of Reference Material Producers" and ISO/IEC 17025, "General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories". Inorganic Ventures is also an ISO 9001 registered manufacturer (QSR Certificate Number QSR-1034).



2.0 PRODUCT DESCRIPTION

Product Code: Multi Analyte Custom Grade Solution
 Catalog Number: WW-CAL-1A
 Lot Number: R2-MEB693962
 Matrix: 5% (v/v) HNO₃
 Value / Analyte(s):
 1 000 µg/mL ea: Calcium, Arsenic,
 500 µg/mL ea: Selenium,
 200 µg/mL ea: Cadmium, Copper,
 Manganese,
 100 µg/mL ea: Strontium, Boron,
 Barium,
 50 µg/mL ea: Silver

3.0 CERTIFIED VALUES AND UNCERTAINTIES

ANALYTE	CERTIFIED VALUE	ANALYTE	CERTIFIED VALUE
Arsenic, As	1 002 ± 8 µg/mL	Barium, Ba	102.2 ± 0.5 µg/mL
Boron, B	102.2 ± 0.6 µg/mL	Cadmium, Cd	202.4 ± 0.8 µg/mL
Calcium, Ca	1 002 ± 4 µg/mL	Copper, Cu	202.4 ± 0.8 µg/mL
Manganese, Mn	202.4 ± 0.8 µg/mL	Selenium, Se	501.1 ± 4.0 µg/mL
Silver, Ag	50.11 ± 0.22 µg/mL	Strontium, Sr	102.2 ± 0.4 µg/mL

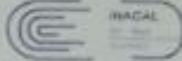
Density: 1.034 g/mL (measured at 20 ± 4 °C)

Assay Information:

Anexo 5. Calibración de balanza



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 002



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN LO JUSTO S.A.C.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

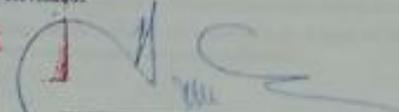
Código del certificado
IB-618-2019

Laboratorio de Masa

1 de 3

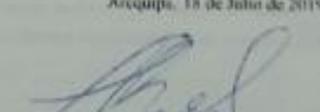
Fecha de calibración:	2019-07-09	<p>Los datos del presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos solo para el equipo u objeto calibrado, no pudiendo extender sus resultados a ninguna otra unidad o lote que no haya sido calibrado.</p> <p>Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia de INACAL.</p> <p>Las frecuencias de calibración son determinadas por el usuario del equipo.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de LO JUSTO S.A.C.</p> <p>LO JUSTO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>El certificado de Calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia. Sin perjuicio de lo señalado dicho uso puede configurarse por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.</p> <p>El Certificado de calibración no es válido sin la firma del Gerente General, Gerente Operaciones, Supervisor de Operaciones de LO JUSTO S.A.C y Supervisor de Laboratorio. El documento tiene un sello de agua y holograma de seguridad.</p>
Instrumento de medida:	Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático	
Marca:	Mettler Toledo	
Modelo:	AB204-S /FACT	
Número de Serie:	1127140192	
Identificación:	LC-101	
Procedencia:	Switzerland	
Capacidad máxima:	220 g	
División de escala:	0,1 mg	
Div. Escala de verificación:	1 mg	
Tipo:	Electrónica	
Clase de exactitud:	1	
Solicitante:	CORP. DE LAB. DE ENSAY, CLIN. BIO. E IND. S.A.C.	
Dirección:	Calle Huandoy Mza. A Lote 7 Buenos Aires Etapa 1 Nuevo Chimbote, Santa - Ancash	
Número de páginas:	05 Páginas	
Expediente:	E1477-2105B-2019	
Lugar de calibración:	Area Fríoquímica	

Revisado:



Américo Michaca Anco
Supervisor del Laboratorio

Arequipa, 18 de Julio de 2019



José Luis Royales Saaavedra
Supervisor de Operaciones
LO JUSTO S.A.C.

FT02-INRE/CB-02-C | Ed 01

Etiqueta de calibración N° 58247

It. Huandoy N° 204 - Sector Rural Pachacutec - Camino Colocado - Arequipa - Perú
lojusto@lojusto.com / www.lojusto.com

ISO / IEC 17025

A 114726

Anexo 6. *Preparación de recipientes y área para siembra*



Anexo 7. Extracción de muestra de biosólido



Anexo 8. *Mezcla de sustrato más agregados para la siembra*



Anexo 9. *Siembra de especies de flora*



Anexo 10. Análisis de Materia Orgánica del sustrato



Anexo 11. *Medición de especie en desarrollo*

