



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar  
suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista, 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

Torres Pinedo, Jhonathan Manuel (orcid.org/0000-0003-3557-0233)

**ASESOR:**

Tello Zevallos, Wilfredo (orcid.org/0000-0002-8659-1715)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión De Los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TARAPOTO – PERÚ

2023

## DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada primeramente a Dios por darme la vida y la salud, por haberme permitido llegar hasta este punto y poder lograr mis objetivos. A mis padres que siempre me brindan su apoyo, ejemplo y la humildad para formar de mi un hombre con principios para enfrentar el mundo. A mi esposa por apoyarme siempre a lo largo de estos años, no solo con su apoyo, sino también con su amor y sus sinceras palabras para hacerme más fuerte y seguir adelante. A mis hermanos por sus motivaciones para poder culminar la tesis.

***“Torres Pinedo, Jhonathan Manuel”***

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitir culminar mi carrera. A mis padres Marcial y Juana, quienes han sido mi constante apoyo, A mi Esposa Geovanny y mi Hijita Valery Alessia por el amor y la paciencia infinita que me tienen, quienes son mi motivo para llegar hasta aquí y la inspiración para seguir adelante. A los docentes por las asesorías brindadas, los consejos para el desarrollo de esta investigación. A mis asesores por ser quienes me guiaron a finalizar el desarrollo de mi tesis.

Finalmente, a la Universidad César Vallejo, por permitirnos realizar el curso de titulación a estudiantes de universidades no licenciadas.

***“Torres Pinedo, Jhonathan Manuel”***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2. Variables y operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo .....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	16
3.5. Procedimiento .....	17
3.6. Métodos de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS .....	25
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES .....	41
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS .....	43
ANEXOS.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de Variables.....	14
Tabla 2: Distribución y dosis del compost .....	21
Tabla 3. Distribución de los tratamientos según el abonamiento .....	21
Tabla 4: Caracterización del suelo pre y post tratamiento por compost.....	25
Tabla 5: Metales pesados del suelo pre y post aplicación de compost.....	28
Tabla 6: Caracterización físicas y químicas del compost .....	31
Tabla 7: Dosis efectiva del compost para los tratamientos en la recuperación del suelo .....	32
Tabla 8: Características biométricas de la planta de arroz a diferentes dosis .....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio .....	17
Figura 2: Sistema de tratamiento .....	19
Figura 3: Adecuación del área de estudio .....	19
Figura 4: Dosis de 400 gr de compost.....	20
Figura 5: Dosis de 800 gr de compost.....	20
Figura 6: Dosis de 1200 gr de compost.....	21
Figura 7: Mediciones de la altura de la planta de arroz .....	22
Figura 8: Mediciones del diámetro del macollo de la planta de arroz .....	22
Figura 9: Mediciones del número de hojas de la planta de arroz.....	23
Figura 10: Presencia de arsénico en suelo de cultivos de arroz.....	28
Figura 11: Presencia de cromo VI en suelo de cultivos de arroz .....	29
Figura 12: Presencia de plomo en suelo de cultivos de arroz.....	30
Figura 13: Dosis aplicadas a los tratamientos .....	32
Figura 14: Altura en cm de la planta de arroz según tratamiento .....	34
Figura 15: Número de hojas en cuanto a unidades .....	35
Figura 16: Diámetro de macollo de la planta de arroz en cm.....	36

## RESUMEN

En la presente investigación se basó en la recuperación del suelo contaminado por el uso excesivo de agroquímicos. Objetivo evaluar la aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz. El tipo de investigación fue aplicada con diseño experimental. Se determinaron las características fisicoquímicas del suelo textura arcillosa 52.3%, pH con 5.9, CE con 175.25us/cm, MO con 1.52%, nitrógeno con 0.1%, fósforo con 6.26ppm, potasio con 124.23ppm, CIC con 12.4, calcio con 7.42meq/100g, magnesio con 0.66meq/100g, sodio con 0.4meq/100g y aluminio con 1.10 meq/100g; características fisicoquímicas finales en promedio, textura arcillosa con 50.77%, pH con 6.57, CE con 143.87us/cm, MO con 2.98%, nitrógeno con 0.12%, fósforo con 9.83ppm, potasio con 193.67ppm, CIC con 22.47, calcio con 14.90meq/100g, magnesio con 2.58meq/100g, sodio con 0.30meq/100g y aluminio con 0.32meq/100g. La dosis del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno fue de 400, 800 y 1200 gr/plta. Las características de la planta de arroz fueron: altura máxima de 64.98 cm, el número de hojas fue 62, el diámetro de macollo fue 9.32 cm, con dosis de 1200 gr/plta de compost. Se concluyó que el compost recuperó los suelos degradados a una dosis de 1200 gr/plta.

**Palabras clave:** Cascara de cacao, estiércol, suelos degradados, cultivos de arroz

## ABSTRACT

The present investigation was based on the recovery of soil contaminated by the excessive use of agrochemicals. Objective to evaluate the application of compost from cocoa husks and manure to recover degraded soils from rice crops. The type of research was applied with an experimental design. The physicochemical characteristics of the soil clayey texture 52.3%, pH with 5.9, CE with 175.25us/cm, MO with 1.52%, nitrogen with 0.1%, phosphorus with 6.26ppm, potassium with 124.23ppm, CIC with 12.4, calcium with 7.42 were determined. meq/100g, magnesium with 0.66meq/100g, sodium with 0.4meq/100g and aluminum with 1.10 meq/100g; final physicochemical characteristics on average, clayey texture with 50.77%, pH with 6.57, CE with 143.87us/cm, MO with 2.98%, nitrogen with 0.12%, phosphorus with 9.83ppm, potassium with 193.67ppm, CIC with 22.47, calcium with 14.90 meq/100g, magnesium with 2.58meq/100g, sodium with 0.30meq/100g and aluminum with 0.32meq/100g. The dose of cocoa husk and manure compost was 400, 800 and 1200 gr/plta. The characteristics of the rice plant were: maximum height of 64.98 cm, the number of leaves was 62, the tiller diameter was 9.32 cm, with a dose of 1200 gr/plta of compost. It was concluded that the compost recovered the degraded soils at a dose of 1200 gr/plta.

**Keywords:** Cocoa husk, manure, degraded soils, rice crops



## I. INTRODUCCIÓN

La agricultura intensiva alrededor del mundo ha traído severas consecuencias en el suelo y agua, pues generalmente se realiza el monocultivo (Doungous et al. 2018).

La creciente demanda por el asentamiento de nuevas generaciones ha ocasionado que los terrenos agrícolas se expandan, por consiguiente, deforestar cientos de hectáreas para la siembra de diversos vegetales o frutos, de esta manera satisfacer las necesidades de la población (Ayamba et al. 2021).

Asimismo, para incrementar las cosechas, proteger de plagas y/o otros a sus sembríos, cada agricultor hace uso de diferentes clases de agroquímicos como (fertilizantes, herbicidas, fungicidas, plaguicidas), estos son esparcidos al suelo de manera exagerada y sin supervisión profesional o técnico, que verifique el manejo adecuado de estos agroquímicos, generando a lo largo la degradación del suelo y contaminación del agua (Rotimi y Boluwaji, 2019).

La degradación del suelo es un grave problema medioambiental, ya que el suelo es un recurso natural que tarda mucho tiempo en formarse y, por tanto, en restaurarse. Se considera que un suelo está degradado cuando sus características biofísicas se ven afectadas por una combinación de procesos, tales como la contaminación, inducidos por el hombre de manera indeseable o perjudicial (Olowoake et al. 2018)

Existen diversas técnicas para recuperar suelo degradado generado por el uso excesivo de agroquímicos y el monocultivo, como el uso de abonos orgánicos, la suministra de micorrizas y uso de cultivos de cobertura (Rojas, 2019).

Los aditivos orgánicos o compost son sustancias formadas por residuos animales, vegetales o mixtos, que se añaden al suelo para optimar sus propiedades físicas, biológicas y químicas (Leygnima et al. 2020)

Esto puede incluir residuos de cultivos que quedan en el campo tras la cosecha. Cultivos de cobertura (leguminosas fijadoras de nitrógeno); residuos orgánicos del desarrollo agrícola (purinas, fertilizantes); desechos orgánicos del procesamiento agrícola; heces); Compost elaborado con mezclas de los compuestos anteriores (Olobunmi et al. 2018).

Actualmente el cacao (*Theobroma cacao*) tiene diversas opciones para su uso, como el realizar miel del mucilago de cacao o su cascara como insumo para la elaboración de compost, debido a ello es que se ha aumentado su estudio ya que es una parte significativa de los desechos agrícolas y agroindustriales alrededor del mundo y es excelente fuente de energía y recursos renovables (Ayamba et al. 2021).

Además, el estiércol de animal es abundante en los campos, actúa sobre todas las plantas y todos los suelos, da consistencia a los suelos arenosos y sueltos, aclara los suelos calcáreos y refresca las calizas calientes y los suelos fértiles (Muhammad et al., 2022). Es decir, tanto la cáscara de cacao, como el estiércol de bovino representan una gran alternativa para la aplicación en suelo con falta de nutrientes y de esta manera volverla a su estado natural (Rojas, 2019).

En el Perú, por su contenido alto de nutrientes y carga biológica, la composta es muy utilizada por pequeños y medianos productores de cultivos orgánicos como café, mango, cacao, banano, arroz y caña de azúcar para paneles de exportación. Además, que representan una alternativa muy económica y en el cual cada agricultor puede realizarlo con los residuos que el mismo genera (Rojas, 2019).

El presente estudio se realizará en la provincia de Bellavista, pues este lugar se determina por ser un gran productor y exportador de arroz en todo el Perú y otros países, además que más del 50% de la población se dedica a dicha acción para el sustento familiar (INEI 2017).

En 2010 Bellavista tenía 734 ha de cobertura arbórea, que se extendía por el 94% de su zona terrestre. En 2021, perdió 5.31 ha de cobertura arbórea, esto debido a la expansión agrícola para la siembra de arroz, también esta deforestación, el uso excesivo de agroquímicos y solo la siembra de un solo cultivo ha generado que este suelo se degrade a tal punto de que pierda nutrientes y se vuelva casi desértico (Global Forest Watch, 2022).

Por último, es necesario recalcar que el uso del compost es una opción agroecológica porque ayuda a disminuir la polución del suelo y beneficia la salud pública, ya que el reciclaje de desechos orgánicos evita la quema de residuos

vegetales, el uso excesivo de pesticidas altamente tóxicos, el uso irrazonable del agua potable Riego, deforestación y contaminación del suelo.

Por lo antes mencionado se formula el problema general: ¿De qué manera aplicar compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista 2022? Seguido de los problemas específicos: 1. ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del suelo antes y después de la aplicación del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en cultivos de arroz?; 2. ¿Cuál es la dosis óptima del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno para la recuperación de suelos degradados de cultivos de arroz?, 3. ¿Cuál será el efecto del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en base a las características biométricas de la planta de arroz?

La justificación social, se dieron a conocer a la población sobre las causas de la degradación en suelos y como alternativa de solución el uso de compost en base a cáscara de cacao y estiércol de vacuno para volverlo a su estado natural y ser utilizado nuevamente. La justificación económica, el uso de este compost resulta económicamente factible, pues se hace uso de residuos vegetales y animales para su elaboración, además que el propio agricultor puede elaborarlo. La justificación metodológica, se hizo uso de diversos estudios relacionados a nuestro tema de investigación para la conceptualización de diversos términos, así mismo como el compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno que será aplicado en suelos degradados de cultivo de arroz. La justificación ambiental, este compost es muy amigable con el ambiente pues favorece al uso de residuos, el uso racional del agua, favorece a la salud pública y puede sustituir al uso excesivo de agroquímicos.

Se determinó el objetivo general: Evaluar la aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista 2022. Seguido de los objetivos específicos: 1. Determinar las características fisicoquímicas del suelo antes y después de la aplicación del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en cultivos de arroz; 2. Determinar la dosis óptima del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno para la recuperación de suelos degradados de cultivos de arroz, 3. Evaluar el efecto del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en base a las características biométricas de la planta de arroz.

Seguido de la hipótesis general: La aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno influye significativamente en la recuperación de suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista 2022. Seguido de las hipótesis específicas: 1. Los análisis de suelos permitirán determinar las características fisicoquímicas del suelo contaminado y recuperación por aplicación del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en cultivos de arroz; 2. Las dosis de 1200 gr de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno influyen significativamente en la recuperación de suelos degradados de cultivos de arroz, 3. El efecto del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno permitirá obtener las mejores características biométricas de la planta de arroz

## II. MARCO TEÓRICO

Ayamba et al. (2021), presentaron una evaluación de los recursos potenciales de algunos residuos de cultivos y agro-minerales locales como un medio para mejorar la calidad de del compost. Los desechos agrícolas comunes incluyen la cáscara de la mazorca de cacao (CPH), torta de palmiste (PKC), estiércol de ganado (CM) y estiércol de aves, el uso de residuos de cultivos y agro-minerales para mejorar la calidad del estiércol y, en consecuencia, su valor fertilizante para optimizar la fertilidad del suelo y aumentar la utilidad de los cultivos. En conclusión, recomienda la necesidad de explorar ampliamente el potencial de otros materiales de recursos orgánicos comúnmente disponibles por su eficacia para mejorar el valor fertilizante del estiércol de ganado.

Essel et al. (2021), llevaron a cabo un experimento mediante el compostaje de cáscara de vaina de cacao (CPH), torta de palmiste (PKC) y roca fosfórica (RP) para investigar su eficacia como fuente de nutrientes para mejorar el valor fertilizante del estiércol de ganado (CM). Los hallazgos mostraron que la adición de CPH, PKC y RP a CM mejoró el valor fertilizante del estiércol de ganado. El compost CM + PKC + CPH + RP (3:1:1:1) incrementó el nitrógeno (N), contenido de fósforo (P) y potasio (K) del estiércol de ganado en un 73%, 145% y 50%, respectivamente y, por lo tanto, se consideró el más eficaz para mejorar el valor nutritivo del estiércol de ganado.

Lykes et al. (2020), investigaron la efectividad de la adición de biomasa de heces y cáscara de cacao sobre las características químicas del suelo y la microflora. Los resultados mostraron que la adición de más del 1% de biomasa de cáscara de cacao a las mezclas de suelo y estiércol puede influir en la mineralización de N, C y K, y reducir el tiempo necesario para la maduración de las mezclas. El mayor contenido de P orgánico medido en mezclas contenía menos del 1% de biomasa de cáscara de cacao donde la actividad microbiana aún era alta. Sin embargo, la aglutinación de P disponible no se vio perjudicada por la adición de biomasa de cáscara de cacao a las mezclas de suelo y estiércol.

Kayode et al. (2018), evaluaron el potencial del compost a base de cáscara de vaina de cacao (CPH) sobre las características químicas del suelo y la okra. Los resultados mostraron que la absorción de nutrientes de la okra aumentó

constantemente con el compost a base de CPH en comparación con el control tanto en el cultivo principal como en el residual. La absorción de nitrógeno varió de 53,6 (60 kg N/ha NPK) a 106,7 (50 kg N/ha CPH+ PM) y de 16,10 (50 kg N/ha NPK) a 55,06 (25 kg N/ha CPH+ PM+ NL) mg/planta en cultivo principal y residual, respectivamente. El carbono orgánico, el pH, el fósforo (P), el nitrógeno (N), el potasio (K), el magnesio (Mg) y el sodio (Na) también aumentaron significativamente con el compost a base de CPH.

Chen et al. (2020), evaluaron el compostaje CB con dos productos de desecho de la ganadería, a saber, estiércol de vaca (CM) y hueso bovino (BM). También evaluaron el potencial de la aplicación de compost CB en la sostenibilidad del bosque de castaños. Los resultados indicaron que la mejor combinación fue la adición de 15% BM y 55% CM. Esta combinación mejoró significativamente el entorno de compostaje al aumentar el pH, mejorar la concentración de fósforo y elementos minerales como Ca, Na, Mg y Zn, y acortó el período de compostaje a 38 días.4 ±N (0,28 veces que el tratamiento de control), lo que indica una mejor estructura de N y P del producto de compost final.

Zhang et al. (2022), realizaron una prueba de campo para investigar la respuesta de la comunidad bacteriana del suelo a la fertilización con estiércol de vaca en comparación con la fertilización con urea. Los resultados demostraron que existió discrepancias significativas de comunidades bacterianas en suelos con fertilización con estiércol de vaca (CMF) y fertilización con urea (UF) en tres estaciones: la abundancia relativa de *Bacteroidetes* en CMF fue mayor que la de UF y CK en primavera, y CMF fue mayor que en UF y CK en otoño. Entonces, la distribución de los filos dominantes se vio afectada principalmente por la fertilización con estiércol de vaca. La diversidad de comunidades bacterianas en suelos con fertilización con estiércol de vaca fue mayor que en suelos con fertilización con urea, y fue mayor en verano. Además, el pH del suelo, OM y AK fueron propiedades ambientales importantes que afectaron la estructura de la comunidad bacteriana del suelo en la plantación de té.

Mendoza y Plaza (2019), evaluaron las propiedades químicas del humus de sanguijuela de California (*Eisenia foetida*) a partir de cáscaras de cacao y estiércol de vaca y se estudiaron los efectos de cinco tratamientos. Según el análisis

estadístico el tratamiento óptimo fue 75% estiércol de vaca, 25% cascarilla de cacao (T4), y según los resultados de ANOVA y prueba de medias de Tukey con 5% de probabilidad de error para los parámetros químicos. Este es el único tratamiento comparado. Fue el T1 el que incrementó el contenido de potasio en más de un 15%, lo que indica que se admite la hipótesis y que la mezcla de cascarilla de cacao y estiércol de vaca tuvo un efecto positivo en la mejora de la propiedad. El humus se puede utilizar como fertilizante orgánico.

De la Cruz (2018), manifiesta que, la dosis óptima de organismos efectivos (EM) para el compostaje se extenderá a partir de la corteza de "*Theobroma Cacao L*". Se probaron cuatro dosis de EM en el tratamiento: 0% T0, 5% T1, 15% T2 y 20% T3 con cuatro repeticiones con 25 kg de fruto de cacao cada una. carcasa de la unidad experimental. Las variables valoradas son: N, P, K, relación carbono/nitrógeno, pH, T°, etc. En los resultados finales, los tratamientos con nitrógeno oscilaron entre 1,35 % y 1,49 %, la concentración más alta en T1. La concentración de potasio fue mayor en T3 - 2,25%, y la más baja en T0 - 1,9%. Para el fósforo, T3 y T1 son similares y tienen concentraciones más altas. El tratamiento 3 (dosis EM del 20%) fue óptimo según la prueba de comparación de Duncan ya que dio el valor más alto entre las variables evaluadas.

Sallema (2021), evaluó el resultado del abono orgánico (compost) sobre el rendimiento de cultivos de pimiento (*Capsicum annuum L.*). Los resultados demostraron que existió diferencias significativas en el comportamiento agronómico: sin embargo, T1 (composta a base de cáscara de cacao (20 t/ha)) presentó la mayor altura a los 90 días de 37,52 cm, mientras que T3 (abono a base de cáscara de cacao (20 t/ha) )/ha ha)) tuvo la mayor altura de 37.52 cm 5 t/ha)) lo cual se destaca de otros tratamientos en cuanto a peso, longitud y diámetro de fruto, el mejor en cuanto a productividad y rendimiento es el tratamiento T3 (basado en cáscaras de cacao compostadas (5 t/ha)) 9790 kg/ha y luego T1 tratado (compost sobre cáscaras de cacao (20 t/ha)) fue de 8983 kg/ha respectivamente.

Bailón y Florida (2020), evaluaron indicadores físico-químicos y se estableció la calidad del compost producido con diversas materias primas y realizado en los alrededores de Rupa Rupa. Este es un estudio no experimental. Los resultados no mostraron diferencias en los parámetros fisicoquímicos, a excepción de los niveles

de nitrógeno, que corresponden a compost de alta calidad según la norma técnica colombiana (NTC 5167) y la norma de la Organización Mundial de la Salud, mientras que la norma oficial chilena (NOCh) los clasifica como compost. Calidad media. Se concluye que la calidad del compost evaluado es moderada, y el estándar que mejor define la calidad es (NOCh), el cual es utilizado en países donde no existen estándares específicos para determinar la calidad del compost.

Olim et al. (2020), destacaron el efecto del estiércol de vaca, la vaina de cacao y el estiércol de aves en la eliminación de metales pesados de la solución y su aplicabilidad a los modelos de Langmuir y Freundlich. Los resultados revelaron que la alta adsorción ocurre a bajas concentraciones de equilibrio en todas las enmiendas con niveles decrecientes de adsorción con un equilibrio creciente con estiércol de vaca y vaina de cacao que tienen una mayor capacidad de adsorción que el estiércol de aves. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) mostró que los datos experimentales se ajustan a los modelos de Langmuir y Freundlich. Para reducir la absorción de metales pesados por parte de las plantas y la subsiguiente contaminación de la cadena alimentaria, se debe usar estiércol de vaca, vaina de cacao y estiércol de aves como enmiendas en suelos contaminados con metales pesados.

Las bases teóricas relacionadas al título de investigación en cuanto al suelo es el medio a través del cual las plantas crecen y alimentan al mundo. Debido a la descomposición del lecho rocoso, se ve afectado por los organismos del suelo, el clima, el aspecto y la flora. Por eso es que el suelo tiene propiedades físicas, químicas y biológicas (Rahim et al. 2020).

Físico: Consta de partículas minerales, materia orgánica, aire y agua. Los minerales constituyen el 50% de la cantidad total de tierra vegetal. El total de arena, limo y arcilla determina la textura, la forma en que están separados o combinados se denomina textura y la cantidad de suelo aprovechable para enraizar se denomina profundidad efectiva del suelo (Angraeni et al. 2019).

Movimiento y acopio de agua en el suelo y permeabilidad por las plantas. Indirectamente en el desarrollo y la germinación de las raíces, la capacidad de labranza, la aireación y la absorción de nutrientes (Tello et al. 2020).



Las características químicas del suelo con la manifestación de partículas de arena, limo y arcilla, así como la M.O. y su interacción química aseguran el intercambio de nutrientes y la absorción por las plantas (Amoah et al. 2020). Los suelos pueden tener reacciones ácidas o alcalinas, ya veces son neutras. Una medida de las reacciones químicas del suelo se expresa por su pH. El valor de pH varía de 0 a 14, y pH=7 indica que el suelo tiene una resistencia neutra (Zou et al. 2018).

Las propiedades biológicas se basan en bacterias, hongos, algas, nematodos, insectos, lombrices, etc. presencia en el suelo que son garantes del desarrollo de las plantas. Degradan la materia orgánica en nutrientes (Zhu et al. 2018).

De acuerdo con las normas y estándares establecidos, el suelo contaminado es suelo perturbado nocivamente por constituyentes químicos nocivos resultantes de la actividad humana en concentraciones suficientes para crear riesgos inaceptables para la salud humana y ambiente (Zhang et al. 2019).

La degradación del suelo puede entenderse como una pérdida del equilibrio de sus propiedades y una disminución de la producción. Esto se muestra en aspectos físicos (erosión), químicos (falta de nutrientes, acidez, salinidad, etc.) y biológicos (falta de materia orgánica) del suelo (Yu et al. 2019). La erosión pertenece al periodo de desgaste de la superficie terrestre causado por la acción de fuerzas naturales que ayudan a remodelar la tierra. La erosión acelerada, se conoce como un proceso antropogénico de degradación del suelo causado por un uso y manejo inadecuado (Sabry et al. 2022). La erosión es vista como un problema en la agricultura y la silvicultura, ya que el suelo es un recurso no renovable y altamente vulnerable a las acciones antrópicas, el cambio climático global (Tsetsemaa et al. 2018, p.3). La degradación química es la disminución de nutrientes y el incremento de la salinidad o acidez. La degradación biológica se caracteriza por la descomposición de la materia orgánica. La degradación del suelo simplemente disminuye la capacidad del suelo para mantener la productividad a largo plazo (Sun et al. 2018). Sin embargo, la sostenibilidad es la resiliencia del suelo. En pocas palabras, la capacidad de regresar rápidamente a los niveles de producción anteriores, o si las tendencias de mejora de la productividad reaparecen después de la adversidad (Shen et al. 2018).

En cuanto a los agroquímicos se define como una sustancia o mixtura de sustancias naturales o sintéticas utilizadas en operaciones agrícolas para prevenir, eliminar y/o controlar plagas, enfermedades o malezas (Duku et al. 2018). Estas sustancias suelen denominarse plaguicidas o insecticidas, que también reciben el nombre de productos fitosanitarios o fitosanitarios. La misma composición compuesta por insecticidas, herbicidas, fungicidas, acaricidas, etc., (She et al. 2018). También se incluyen en esta categoría las sustancias cuyo fin es proporcionar elementos promotores del crecimiento de las plantas, denominados fertilizantes. y reguladores del crecimiento vegetal o reguladores de plantas, tratamientos postcosecha y de semillas (Sánchez et al. 2018).

Las vainas de cacao rodean los granos de cacao y se obtienen pelando las semillas. Este material constituye alrededor del 12% del peso de la semilla y es seco, quebradizo y de color marrón. Estudios en otros países han demostrado que las cáscaras de cacao tienen una importante actividad antioxidante, y quizás una de las formas más efectivas de aprovechar esta propiedad es utilizarlas para hacer infusiones. (Bailón et al. 2021). Los antioxidantes naturales pueden inactivar los radicales libres en el proceso de oxidación del cuerpo y prevenir enfermedades degenerativas, diversas formas de cáncer y enfermedades cardiovasculares. Las cáscaras de cacao comercialmente disponibles para hacer infusiones están disponibles en el mercado nacional, pero se sabe poco sobre su calidad (Chen et al. 2020). Gran parte de este material proviene del cacao descascarado a mano y es posible que no cumpla con las declaraciones de propiedades saludables del alimento. En otros países, también se utilizan para hacer compost para restaurar el suelo y promover el crecimiento de las plantas (Doungous et al. 2018).

El estiércol de vaca es un desecho animal que se utiliza para fertilizar los cultivos. A veces, el estiércol consta de más de un tipo de desechos orgánicos, como estiércol animal y residuos de desechos como la paja (Kayode et al. 2018).

El compostaje es la transformación en el que la materia orgánica se descompone de forma natural, pero de forma inspeccionada y mejorada. Convertir residuos y subproductos orgánicos en materiales bioestables que puedan ser utilizados como acondicionadores de suelo y/o fertilizantes y sustratos para cultivos sin suelo, reduciendo el impacto ambiental y facilitando el uso de recursos biotecnológicos de

bajo costo (Leygnima et al. 2020). Se define como un proceso de oxidación biológica controlada que tiene lugar sobre un sustrato orgánico heterogéneo sólido, en el que las sustancias orgánicas son transformadas por la acción continua de varios organismos originalmente presentes en el sustrato (Ferry et al. 2020). Implica la creación de una fase termófila y la producción de dióxido de carbono, vapor de agua, minerales y material orgánico estable llamado compost con ciertas propiedades de humus y libre de compuestos fitotóxicos, microorganismos causantes de enfermedades y malezas (Mendoza et al. 2019).

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Debido a la abundancia de arroz silvestre, India puede ser el primer país en cultivar arroz. Pero el desarrollo de esta cultura inició en China, desde las tierras bajas hasta las tierras altas. Puede haber varias rutas para que el arroz llegue al resto del mundo desde Asia (Olim et al. 202).

El arroz (*Oryza sativa*) es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia Poaceae. Las raíces son delgadas, fibrosas, gruesas. Tiene dos tipos de raíces: raíces que se ocasionan del germen y son semillas de vida corta por naturaleza, y raíces adventicias secundarias que se ramifican libremente y se desarrollan a partir de los nudos inferiores de tallos jóvenes (Rojas, 2019). Este último sustituye a la raíz fina. Los tallos consisten en nudos y entrenudos alternos, cilíndricos, doblados, lisos, de 60-120 cm de largo. longitud. Hojas alternas, envainadoras, con hojas lineares, puntiagudas, largas y planas. En la unión entre la vaina y las hojas hay una lígula membranosa, bilateral y erecta con una fila de rizos largos y sedosos en el margen inferior (Sailema, 2021). Las flores de color verde blanco están dispuestas en espigas, que juntas forman un pétalo largo, terminal, angosto y caído después de la floración. La inflorescencia es una bráctea distinta nacida del tallo apical, y la espiguilla es una unidad de inflorescencia que consta de dos lemmas estériles, una espiga y una flor. Grano Un grano de arroz es un ovario maduro (Zhang et al. 2020). Los granos de arroz con cáscaras marrones (cariopsis) se llaman arroz integral; Los granos de arroz con cáscara roja son arroz rojo (De la Cruz, 2018).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación es aplicada. Según Sampieri et al. (2014), el objetivo de la investigación aplicada es generar una comprensión que sea directamente aplicable a los problemas del sector humano o de fabricación. Se basó en gran medida en los resultados de la investigación sobre el proceso de composición teórico y los productos de eficiencia que se utilizaron con cáscaras de cacao y estiércol de vacuno para el compostaje en el cual se trató el suelo degradado por cultivos de arroz.

Además, el estudio tuvo un enfoque cuantitativo en el que se recopilaron datos analíticos a través de presentaciones numéricas en el cual se validó la hipótesis en el camino. Según Galeano, (2004), menciona que el método cuantitativo pretende dar explicaciones, además de predicciones reales desde el punto de vista externo y objetivo de los fenómenos, se esfuerza por la exactitud y precisa medición de escala.

##### 3.1.2. Diseño de investigación.

El diseño de investigación es experimental, se utilizó dos variables una dependiente y otra independiente, donde se evaluaron y se determinaron la eficacia del compost en la recuperación de suelos degradados.

Según Sampieri et al. (2010), Establece que un diseño experimental describe un estudio en el que se pueden manipular una o más variables independientes para examinar los efectos de las manipulaciones posteriores en una o más variables dependientes.

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable Independiente:** Compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno.

**Variable Dependiente:** Suelos degradados de cultivos de arroz.

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Independiente:</b> Compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno	Es un subproducto agrícola y un medio eficaz para reciclar inteligentemente los nutrientes, convirtiéndolos en fertilizantes orgánicos que promueven el crecimiento de las plantas y ayudan a optimizar o mantener muchas propiedades del suelo. Los beneficios del uso de nutrientes orgánicos como el compost son bien conocidos en todo el mundo, aunque hay muy poca evidencia sobre el contenido de nutrientes y la población microbiana de estas sustancias. (De la Cruz, 2018)	Se obtendrá el compost producido en la empresa Oro Verde para los análisis correspondientes de las características fisicoquímicas y fijación de las diferentes dosis aplicables a las parcelas de los tratamientos.	Características fisicoquímicas del compost	Porcentaje de Humedad	%	Ordinal
				Densidad Real	g/cm <sup>3</sup>	
				Capacidad de retención de agua (CRA)	%	
				Conductividad eléctrica (CE)	ds.m <sup>-1</sup>	
				Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	meq/100 g	
				pH	---	
				Materia Orgánico	%	
			N, P, K	mg/kg		
			Dosis efectiva del Compost	0 gr	gr	Ordinal
				400 gr	gr	
800 gr	gr					
1.200 gr	gr					
<b>Dependiente:</b> Suelos degradados de cultivos de arroz	El arroz se cultiva en terrenos inundados por la lluvia o el riego. La profundidad del agua varía de 2 a 20 pulgadas (5 a 50 cm).	Se aplicará el abono orgánico al cultivo de arroz con dosis de 400 gr, 800 gr y 1200 gr	Características fisicoquímicas del suelo antes de la aplicación	Porosidad Total (PT)	%	Ordinal
				CIC	cmolc/kg	
				Temperatura	°C	
				pH	---	

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN
	Medidores de aguas profundas y flotantes. El arroz crece en la tierra inundada. (Christianah et al., 2018).	con 3 repeticiones de aplicación para determinar la eficiencia en su producción.	del compost de Cáscara de cacao y estiércol.	Color	---	
				Materia orgánica	%	
				Cromo VI	mg/Kg	
				Plomo	Mg/Kg	
				Arsénico	mg/kg	
				Textura	----	
			Crecimiento del arroz	Número de hojas del Arroz	Unidades	Nominal
				Altura de la planta de Arroz	Cm	
				Diámetro del macollo de la planta de arroz	Cm	

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** Estuvo conformada por 180 plantas de arroz de la provincia de Bellavista.

- **Criterios de inclusión:** Las plantas que fueron evaluadas de arroz que se encuentren dentro de las parcelas de estudio.
- **Criterios de exclusión:** No se tomaron en cuenta las plantas de arroz que se encuentren fuera de las parcelas estudio.

**Muestra:** Estuvo considerada por 48 plantas de arroz usadas en 4 tratamientos por compost de cáscara de cacao y estiércol.

**Muestreo:** El muestreo es tipo probabilístico aleatorio, pues cada unidad de la población tiene alguna probabilidad de ser escogido durante el proceso de muestreo.

**Unidad de análisis.** Son las muestras de suelo recopiladas para los análisis iniciales y después de los tratamientos.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### **Técnicas de recolección de datos.**

La tecnología para recopilar y procesar datos de investigación se observó el comportamiento de la planta utilizando una amplia gama de situaciones y comportamientos de búsqueda efectivos y seguros:

- Observación
- Análisis documental

#### **Instrumentos de recolección de datos.**

- Guía de observación. Esto permitió al observador determinar sistemáticamente la ubicación del objeto de investigación real; será también quien recabe y obtenga datos e información sobre el hecho o fenómeno de que se trate.
- Ficha de recolección de datos. Aquí anotamos toda la información importante que encontramos durante la aplicación del compost como efecto en el desarrollo de la planta (Anexo 8).

### 3.5. Procedimiento

#### 3.5.1. Ubicación del área de estudio

En la investigación se desarrolló en la provincia de Bellavista, capital de la provincia del mismo nombre, ubicada en el Departamento de San Martín, Perú. Que cuenta con una población de 17 686 habitantes según como se muestra en la figura 1.

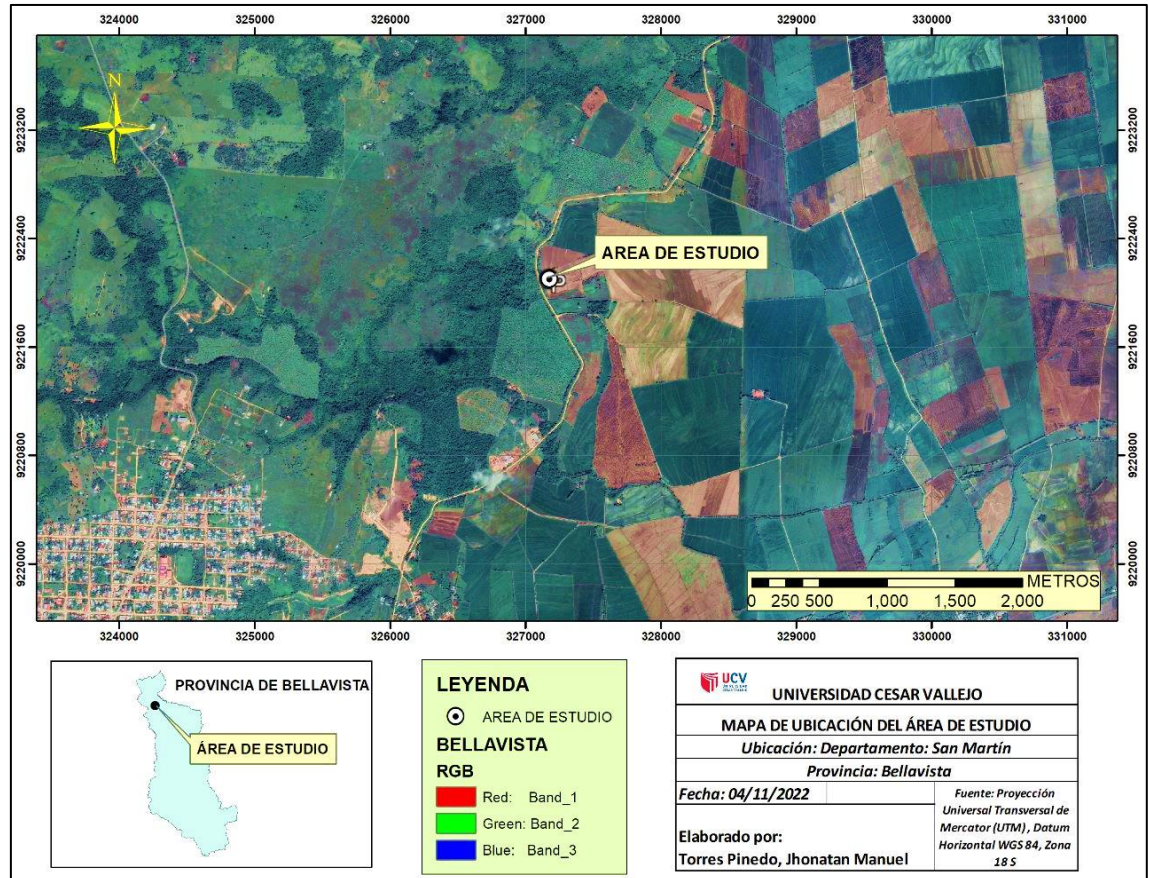


Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio

#### 3.5.2. Proceso de investigación

El procedimiento de la investigación estuvo considerado de acuerdo a los 3 objetivos específicos planteados:

##### 3.5.2.1. Determinación de las características fisicoquímicas del suelo antes y después de la aplicación del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en cultivos de arroz

- Se realizó el reconocimiento del lugar donde se tomarán las muestras de suelo para laboratorio inicial y posterior al tratamiento.



- Se tomó la muestra del suelo en base a 1 kg en bolsa Ziploc rotulada de la parcela donde se desarrolló los tratamientos para ser enviadas al laboratorio de la Universidad Nacional de San Martín, como testigo al grado de contaminación inicial.
- Se tuvo coordinaciones con algunos agricultores expertos en el manejo de cultivos de arroz como guía para un mejor tratamiento en la recuperación de los suelos contaminados.
- Después de 30 días de evaluación del trasplante de las plantas de arroz a cada tratamiento con compost se tomarán las muestras respectivas para ser enviadas nuevamente al laboratorio de la Universidad Nacional de San Martín.
- Con los resultados obtenidos se realizó la comparación respectiva con los estándares de calidad ambiental (ECA) para suelos agrícolas, en el cual se determinó la efectividad del compost para posteriormente ser plasmados en la investigación.

#### **3.5.2.2. Determinación de la dosis óptima del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno para la recuperación de suelos degradados de cultivos de arroz**

- Se realizó la compra respectiva del compost de cáscara de cacao y estiércol de animal para la aplicación a las unidades experimentales.
- Se diseñó las parcelas en base a los 4 tratamientos, cada parcela tendrá un área de 4m<sup>2</sup>, donde las parcelas estarán divididas por 1 m. Posteriormente se realizó la siembra en base a 12 plantas por parcela siendo un total de 48 plantas de acuerdo a la muestra establecida (figura 2 y 3).

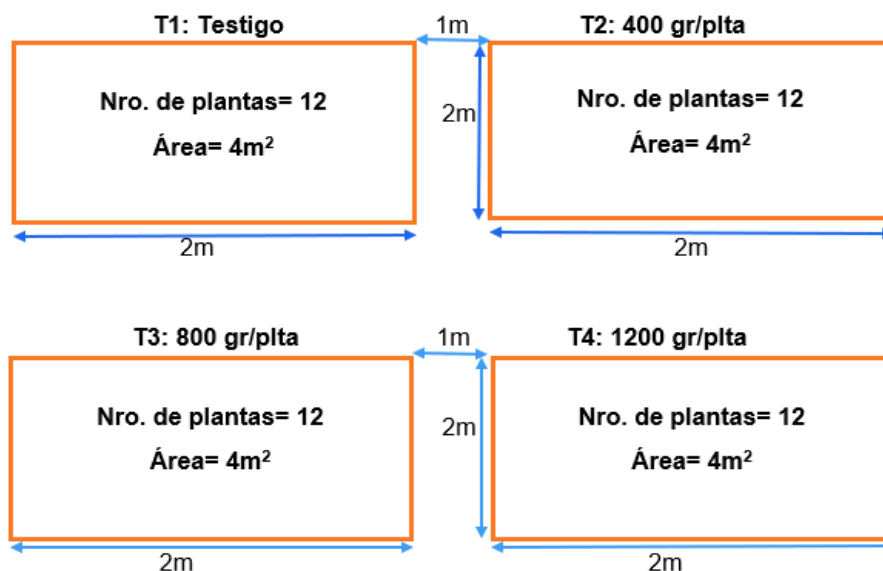


Figura 2: Sistema de tratamiento



Figura 3: Adecuación del área de estudio

### Tratamientos en base a las dosis

T1: Tratamiento testigo, el cual no contó con ninguna dosis de aplicación de compost, el desarrollo de las plantas que pertenecieron en este tratamiento permitió conocer la efectividad de este compost por cada tratamiento en diferentes dosis.

T2: Tratamiento 2, este fue aplicado con 400 gr de compost por cada planta, la aplicación hizo un total de 1.200 gr por las 3 veces de aplicación que se realizó por plantas de arroz. (Figura 4)



*Figura 4: Dosis de 400 gr de compost*

T3: Tratamiento 3, este fue aplicado con 800 gr de compost por cada planta, la aplicación hizo un total de 2.400 gr por las 3 aplicaciones que se realizó por plantas de arroz. (Figura 5)



*Figura 5: Dosis de 800 gr de compost*

T4: Tratamiento 4, este fue aplicado con 1.200 gr de compost por cada planta, la aplicación hizo un total de 3.600 gr por las 3 aplicación que se realizó por plantas de arroz. (Figura 6).



*Figura 6: Dosis de 1200 gr de compost*

### **Distribución de las unidades experimentales**

**Tabla 2:** Distribución y dosis del compost

<b>Tratamiento</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis/planta</b>	<b>Aplicación</b>
<b>T1</b>	Testigo	0 gr	Directo
<b>T2</b>	Compost de cáscara de cacao y estiércol	400gr	Directo
<b>T3</b>	Compost de cáscara de cacao y estiércol	800 gr	Directo
<b>T4</b>	Compost de cáscara de cacao y estiércol	1.200 gr	Directo

**Tabla 3.** Distribución de los tratamientos según el abonamiento

<b>Abonamiento</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>A1</b>	0 gr	400 gr	800 gr	1.200 kg
<b>A2</b>	0 gr	400 gr	800 gr	1.200 kg
<b>A3</b>	0 gr	400 gr	800 gr	1.200 kg

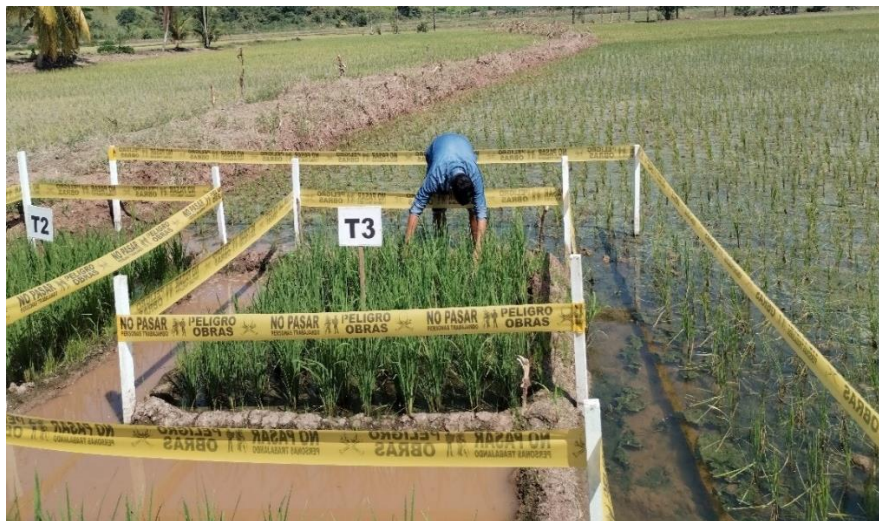
**3.5.2.3. Evaluación del efecto del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en base a las características biométricas de la planta de arroz.**



- Se efectuaron mediciones periódicamente en base a 10 días a cada planta durante las 3 veces de aplicación que se hizo por cada tratamiento, así se identificó las diferencias que han tenido en su desarrollo de la planta, y así se determinó que dosis es más adecuada para un crecimiento eficiente y posterior recuperación del suelo contaminado en base a los datos obtenidos de los análisis correspondientes del suelo de cada tratamiento. (Figura 7, 8 y 9).



*Figura 7: Mediciones de la altura de la planta de arroz*



*Figura 8: Mediciones del diámetro del macollo de la planta de arroz*



*Figura 9: Mediciones del número de hojas de la planta de arroz*

- Seguidamente se realizó los procesamientos de datos recopilados en las fichas de observación para luego ser analizadas en tablas y gráficos de la efectividad del compost de cáscara de cacao y estiércol.
- Se realizó la presentación final de la investigación.
- Posteriormente se realizó el levantamiento de las observaciones correspondientes por el asesor.
- Por último, se realizó la sustentación final de la tesis.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

El trabajo se realizó bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, tres repeticiones y 12 plantas en cada tratamiento, con lo cual se realizó la evaluación en el programa Excel de las medidas bibliométricas de la planta de arroz procesadas mediante la elaboración de tablas y figuras. Además del procesamiento de los datos obtenidos del laboratorio de las muestras de suelo de los metales pesados y las concentraciones de los micro y macro nutrientes del suelo antes y después de los tratamientos.

### **3.7. Aspectos éticos**

Como resultado de la investigación, los datos obtenidos son legítimos y transparentes, el texto no se modifica, los derechos de autor se respetan para cada cita de los párrafos especificados y la carta se administra bajo el Programa Antiplagio de Turnitin de la Universidad César Vallejo. La ética de

la investigación exige que la práctica científica se realice según los principios éticos para afirmar el desarrollo del conocimiento, la comprensión y el mejoramiento de la existencia humana y el progreso en sociedad. Avivar la cooperación y la confianza entre los científicos es fundamental para prosperar en los objetivos de la investigación, cumplir con las obligaciones sociales e impedir o restar los escándalos dañinos causados por comportamientos ilegales o poco éticos (Hernández, 2010).

#### IV. RESULTADOS

Luego de las investigaciones realizadas de acuerdo al análisis de suelo en el laboratorio se obtuvo los siguientes resultados:

##### 4.1. Características fisicoquímicas del suelo antes y después de la aplicación del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en cultivos de arroz

La caracterización del suelo de cultivo de arroz en la provincia de Bellavista, se logró obtener los siguientes valores de concentración de los indicadores evaluados que se muestran en la tabla 4.

Tabla 4: Caracterización del suelo pre y post tratamiento por compost

Indicadores	Pre aplicación	Post Aplicación		
	T0 testigo	T1: 400 gr	T2: 800 gr	T3: 1.200 gr
Textura arcillosa %	<b>52.3</b>	49.9	50.2	52.2
pH	<b>5.9</b>	6.2	6.4	7.1
C.E us/cm	<b>175.25</b>	162.1	156.8	112.7
Materia orgánica %	<b>1.52</b>	1.64	2.98	4.33
N %	<b>0.1</b>	0.1	0.1166	0.1288
P ppm	<b>6.26</b>	6.92	7.62	14.94
K ppm	<b>124.23</b>	138.24	186.66	256.1
CIC	<b>12.4</b>	16.8	18.2	32.4
Ca (meq/100g)	<b>7.42</b>	12.1	14.7	17.9
Mg (meq/100g)	<b>0.66</b>	0.92	2.52	4.3
Na (meq/100g)	<b>0.4</b>	0.3	0.3	0.3
Al (meq/100g)	<b>1.10</b>	0.86	0.1	0.0

Las características del suelo del cultivo de arroz, en Bellavista. Tuvo una textura arcillosa sin tratamiento es de 52.3%; luego con la agregación de 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost disminuyo a 49,9%. Con la incorporación de 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol



de vacuno) de compost aumento a 50,2% con la incorporación de 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de animal aumento a 52,2%.

El pH del suelo inicial fue de 5.9. Con la agregación de 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost aumento el pH a 6.2. Con la incorporación de 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost tuvo un aumento ligeramente el pH a 6.4 con la incorporación de 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost tuvo un aumento significativo el pH a 7.1.

La conductividad eléctrica (C.E) sin tratamiento es de 175,25 us/cm. Con 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost disminuyo la C.E a 162,1 us/cm. Con 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost disminuyó la C.E a 156.8 us/cm. Con 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno tuvo disminución significativa de la C.E a 112.7 us/cm.

La materia orgánica sin tratamiento fue de 1.52%. Con la incorporación de 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost aumento la MO a 1,64%. Con la incorporación de 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost aumento la MO a 2.98%. Con la incorporación de 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno la MO aumento a 4,33%.

Para el nitrógeno (N) inicial fue de 0,1%. Luego al añadir 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost el N se mantuvo a 0,1%. Con 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost el N aumento a 0,1166%. Con 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de animal el N incrementó a 0,1288%.

El fósforo (P) inicial fue de 6.26ppm. Con la incorporación de 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost el P aumento a 6.92ppm. Con la incorporación de 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de

estiércol de vacuno) de compost el P aumento a 7.62ppm. Con la incorporación de 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno el P aumento a 14.94ppm.

El potasio (K) sin tratamiento tuvo 124.23ppm. Con 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost el K aumento a 138.24ppm. Con 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost el K aumento a 186.66ppm. Con 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno el K aumentó a 256.1ppm.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) sin tratamiento es de 12.4. Con la incorporación de 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost el CIC aumento a 16.8. Al añadir de 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost el CIC aumentó a 18.2. Con 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno el CIC aumento a 32.4.

El calcio (Ca) inicial fue de 7.42 meq/100g. Al añadir 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost el Ca aumento a 12,1 meq/100g. Con 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost el Ca aumento a 14,7 meq/100g. Incorporando 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno el Ca aumentó a 17,9 meq/100g.

El magnesio (Mg) inicial fue de 0,66 meq/100g. Con 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost el Mg aumento a 0,92 meq/100g. Incorporando 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost el Mg aumento a 2,52 meq/100g. Con 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno el Mg aumento a 4,3 meq/100g.

El sodio (Na) sin tratamiento fue de 0,4 meq/100g. Al añadir 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost el Na disminuyó a 0,3 meq/100g. Incorporando 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost el Na se mantuvo a 0.3 meq/100g. Con 1200 gr

(820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno el Na se mantuvo a 0,3 meq/100g.

Tabla 5: Metales pesados del suelo pre y post aplicación de compost.

		<b>Arsénico (As) ppm</b>	<b>Cromo VI (Cr) ppm</b>	<b>Plomo (Pb) ppm</b>
<b>Pre aplicación</b>	<b>T0 testigo</b>	<b>52.1</b>	<b>0.6</b>	<b>66.2</b>
<b>Post aplicación</b>	T1 400 gr de compost	52.2	0.52	49.1
	T2 800 gr de compost	48.9	0.48	48.12
	T3 1200 gr de compost	38.5	0.39	37.68
<b>DS N° 011-2017-MINAM</b>	<b>ECA SUELO</b>	<b>50</b>	<b>0.4</b>	<b>70</b>

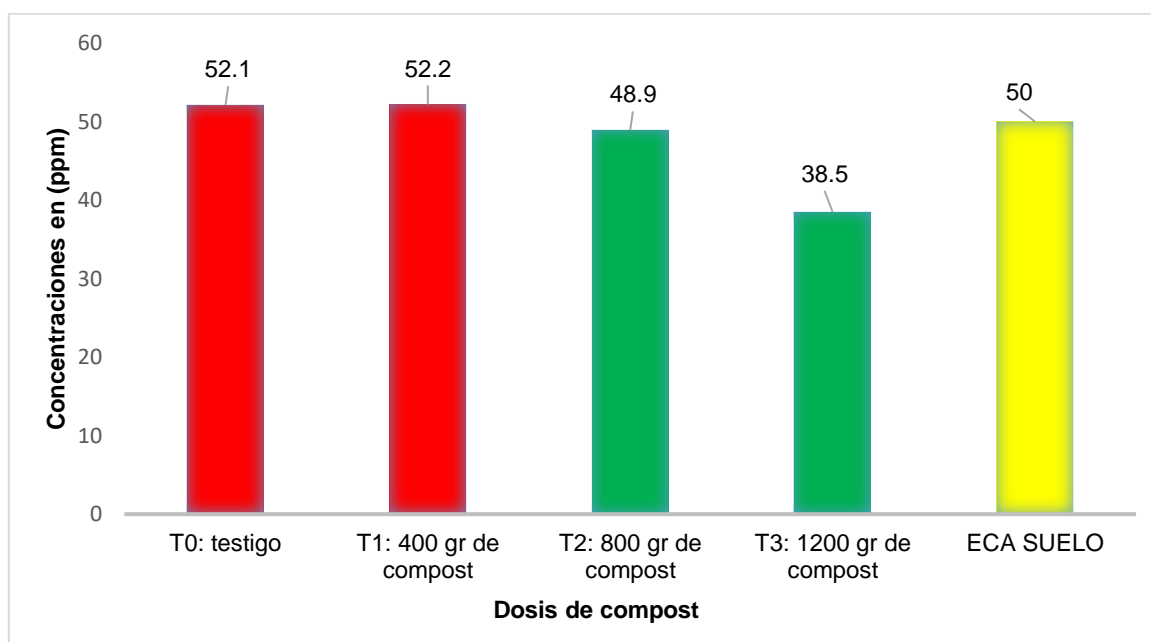
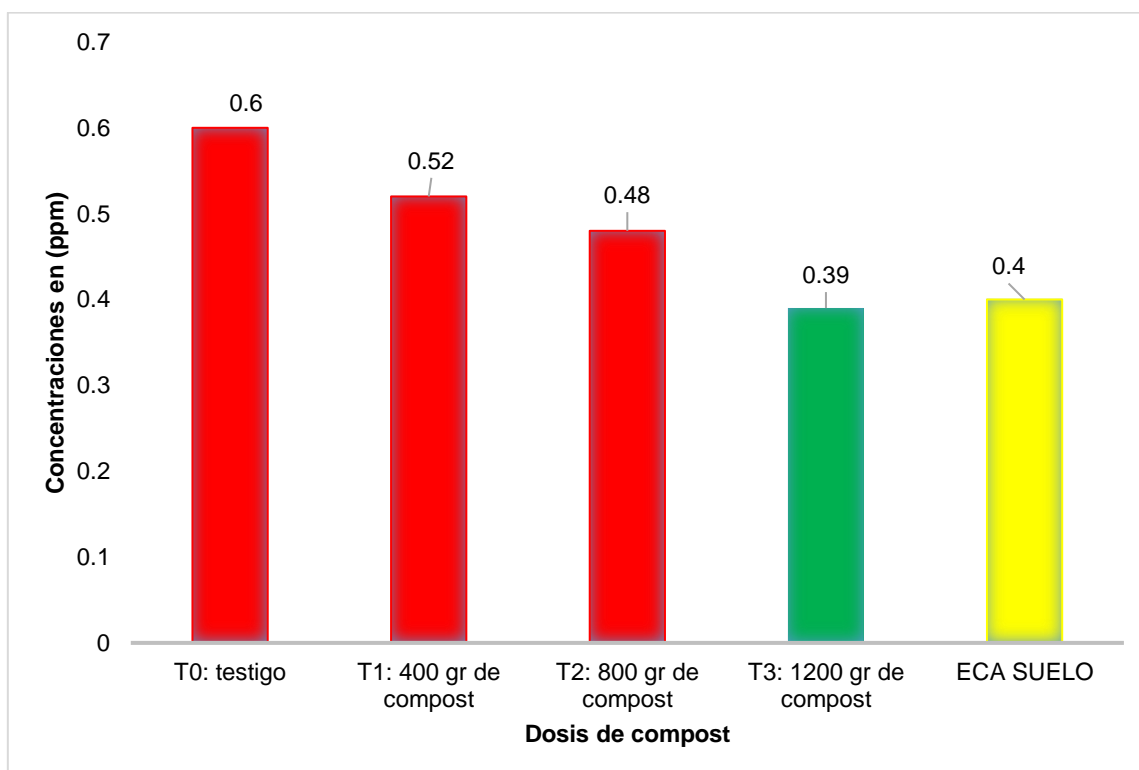


Figura 10: Presencia de arsénico en suelo de cultivos de arroz

En la figura 10, el metal pesado arsénico (As) en el suelo del cultivo de arroz, en la provincia de Bellavista, es de 52,01 ppm sin tratamiento; luego, con la incorporación de 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost se produjo la concentración de 52.2 ppm, a 30 días de la aplicación. Con la incorporación de 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost se produjo una concentración de 48,9 ppm, a 30 días de la

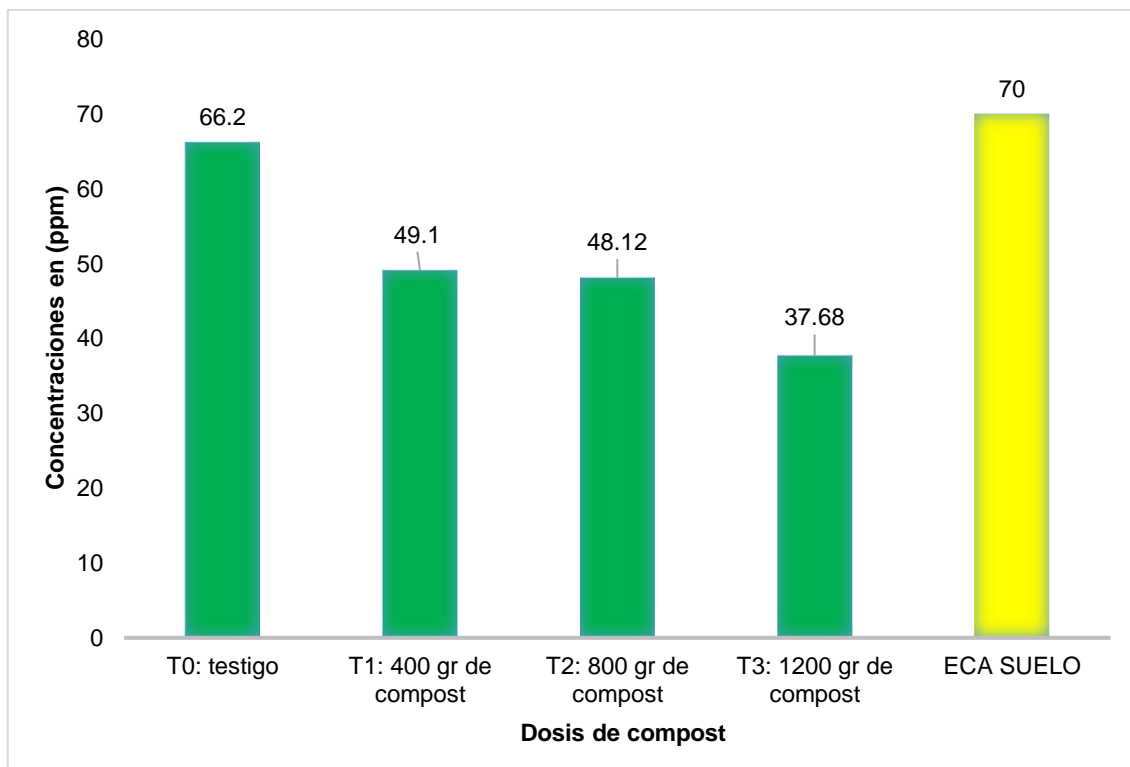
aplicación. Con la incorporación de 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de animal, se produjo una concentración de 38.5 ppm, a 30 días de la aplicación, relacionando con la ECA del suelo (DS N° 011-2017-MINAM) es de 50 mg/kg. Se demostró que el tratamiento con 800 gr y 1200 gr de compost redujeron las concentraciones de arsénico por debajo de los ECA para suelos agrícolas.



*Figura 11: Presencia de cromo VI en suelo de cultivos de arroz*

En la figura 11, el metal pesado cromo VI (Cr VI) en el suelo del cultivo de arroz, en la provincia de Bellavista, es de 0,6 ppm sin tratamiento; luego, con de 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost se produjo la concentración de 0.52 ppm, a 30 días de la aplicación. Con la incorporación de 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost se produjo una concentración de 0.48 ppm, a 30 días de la aplicación. Con la incorporación de 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de animal, se produjo una concentración de 0.39 ppm, a 30 días de la aplicación, relacionando con la ECA del suelo del (DS N° 011-2017-MINAM) es de 0.4 mg/kg. Demostrando que el tratamiento con 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de

vacuno) de compost redujo las concentraciones de a cromo VI (Cr VI) por debajo de los ECA para suelos agrícolas.



*Figura 12: Presencia de plomo en suelo de cultivos de arroz*

En la figura 12, el metal pesado plomo (Pb) en el suelo del cultivo de arroz, en la provincia de Bellavista, es de 66.2 ppm sin tratamiento; luego, con 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno) de compost se produjo la concentración de 49.1 ppm, a 30 días de la aplicación. Con la incorporación de 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost se produjo una concentración de 48.12 ppm, a 30 días de la aplicación. Con la incorporación de 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno, se produjo una concentración de 37.68 ppm, a 30 días de la aplicación, relacionando con la ECA del suelo del (DS N° 011-2017-MINAM) es de 70 mg/kg. Los valores no superaron lo establecido por los ECA, en cambio se demostró que el tratamiento con 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost redujo las concentraciones de plomo (Pb) por debajo de los ECA para suelos agrícolas.

#### 4.2. Dosis óptima del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno para la recuperación de suelos degradados de cultivos de arroz

Seguidamente se estableció la caracterización del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno según como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Caracterización físicas y químicas del compost

Parámetros medidos	Unidad	Concentración	Norma técnica colombiana 5167 - 2011	Norma técnica de Chile 2880	OMS
pH	---	7.35	4 -9	5 - 7.5	6 - 9
Conductividad eléctrica (CE)	mS/m	4.12	---	---	---
Materia orgánica (MO)	%	28.32	15	>45	25 - 50
Nitrógeno total	%	2.54	>1	>0.8	0 – 3.5
Fósforo (P)	%	0.22	---	---	---
Potasio (K)	%	0.28	>1	>1	---
Calcio (Ca)	%	1.26	>1	>1	---
Magnesio (Mg)	%	0.79	>1	>1	---
Fierro (Fe)	ppm	3001.24	---	---	---
Zinc (Zn)	ppm	84.32	---	Max. 200	---
Manganeso (Mn)	ppm	252.38	---	---	---

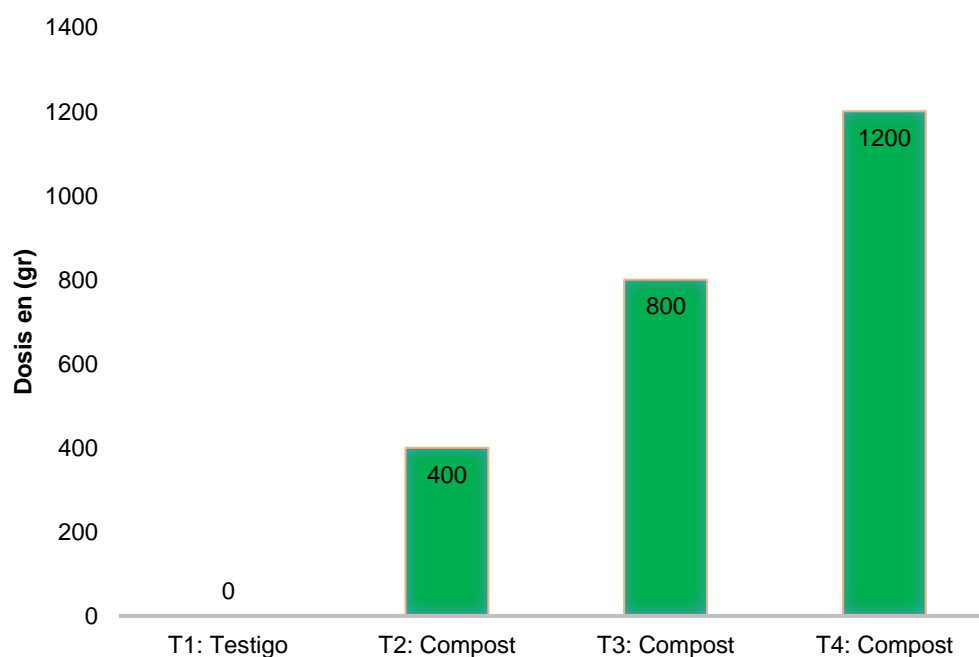
De acuerdo en la tabla 6, la caracterización fisicoquímica del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno fueron: el pH es de 7.35, que al comparar con las normas internacionales como la Norma Técnica Colombiana 5167-2011 el pH es de 4 – 9, Norma técnica de Chile 2880 es de 5 – 7.5 y OMS es de 6 – 9. La conductividad eléctrica (C.E) fue de 4.12 mS/m; La materia orgánica (MO) fue de 28.32 %; en comparación con la NT Colombina es 15 y en la NT Chilnena >45% y para la OMS de 25-50%. El nitrógeno (N) fue de 2.54 %; en comparación con la NT

Colombiana es de >1%. En la NT Chilena es de >0,8% y en la OMS desde 0%-3.5%. El fósforo (P) fue de 0.22%. El potasio (K) fue de 0,28% en comparación con la NT colombiana y chilena es >1%. El calcio (Ca) fue de 1.26%; en cambio con las NT colombiana y chilena es >1%. El magnesio (Mg) fue de 0.99 ppm, en cambio con las NT colombiana y chilena es >1%. El hierro (Fe) fue de 3001.24 ppm. El zinc (Zn) fue de 84.32 ppm en comparación con la NT Chilena max. 200. El manganeso (Mn) fue de 254.25 ppm.

Posteriormente se estableció las dosis que se usaron en cada tratamiento por cada planta de arroz determinado cual es la efectiva y en la recuperación de la fertilidad del suelo y mejorar el crecimiento de la planta.

*Tabla 7: Dosis efectiva del compost para los tratamientos en la recuperación del suelo*

<b>Tratamiento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Dosis/planta</b>
T1: Testigo	gr	0
T2: Compost	gr	400
T3: Compost	gr	800
T4: Compost	gr	1.200



*Figura 13: Dosis aplicadas a los tratamientos*

En la figura 13, se demostró las dosis que fueron aplicadas a los tratamientos con plantas de arroz. T1: sin tratamiento, T2: 400 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol, T3: 800 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol y T4: 1200 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno.

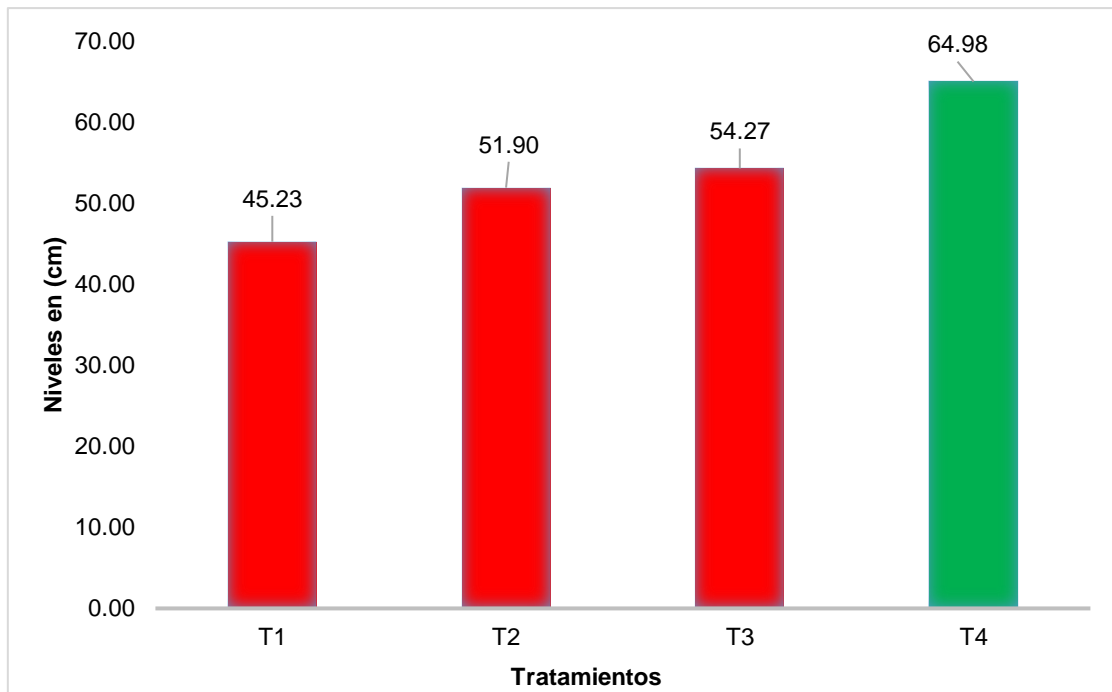
#### **4.3. Efecto del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en base a las características biométricas de la planta de arroz.**

A continuación, se determinaron las características biométricas de la planta de arroz a los 30 días del trasplante en los tratamientos con compost a dosis de 400 gr (220 gr de cáscara de cacao y 180 gr de estiércol de vacuno), a dosis de 800 gr (420 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno), 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) en comparación con un testigo sin tratamiento.

*Tabla 8: Características biométricas de la planta de arroz a diferentes dosis*

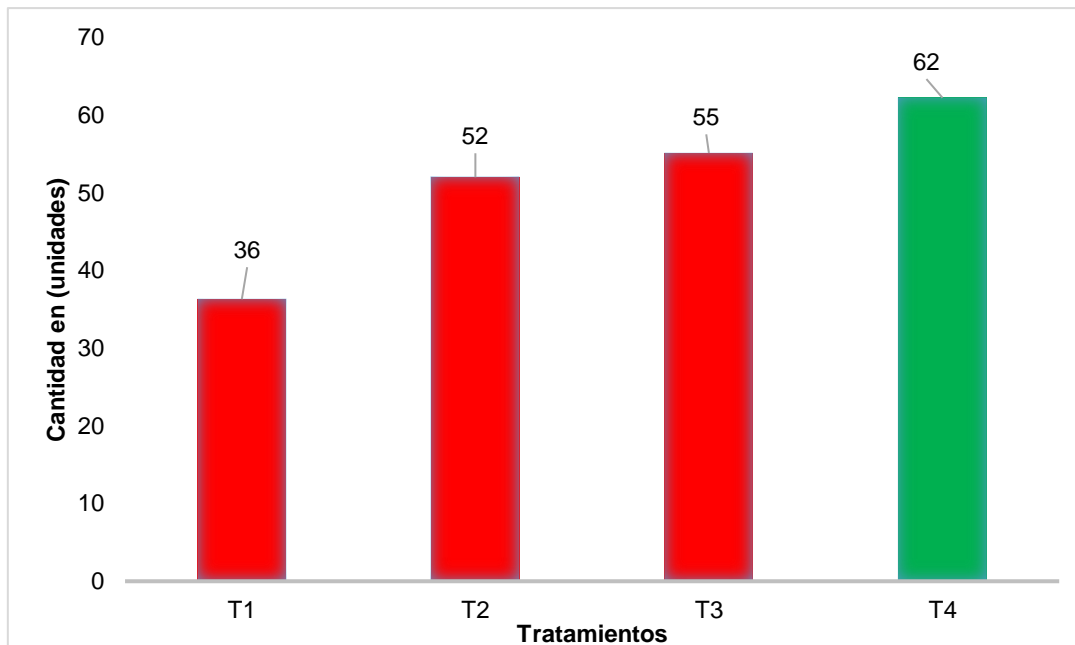
EVA. GENERAL		Indicadores		
Tratamientos	Altura cm	Número de hojas	Diámetro del macollo (cm)	
T1	45.23	36	5.74	
T2	51.90	52	6.78	
T3	54.27	55	7.68	
T4	64.98	62	9.32	





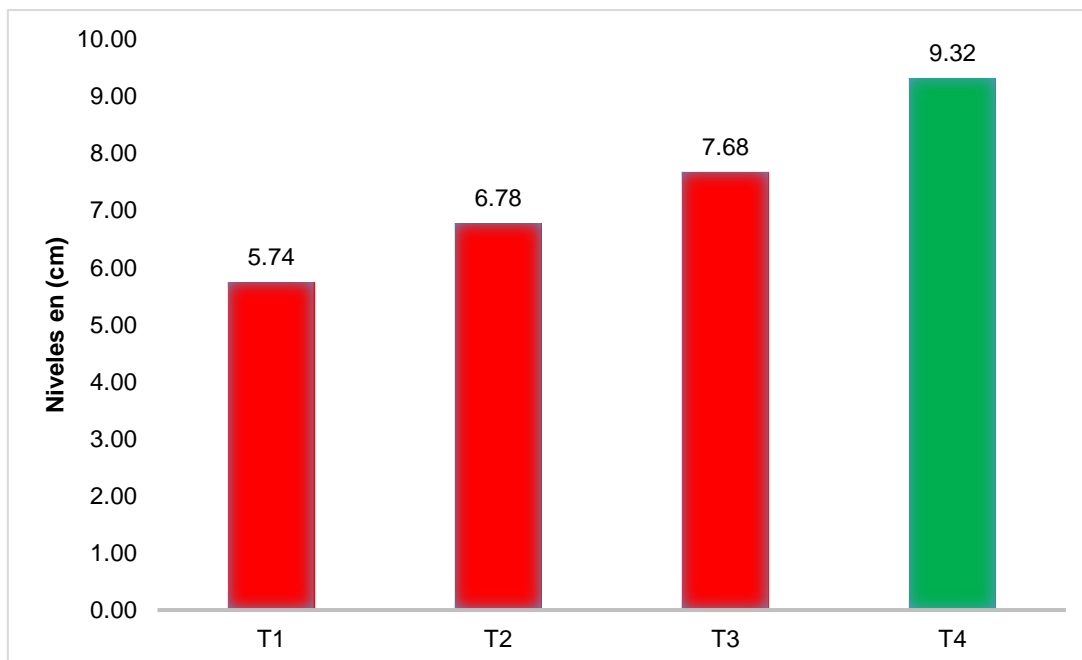
*Figura 14: Altura en cm de la planta de arroz según tratamiento*

De acuerdo a la figura 14 se estableció la altura en cm de la planta de arroz de acuerdo a cada tratamiento por un periodo de 30 días, en el tratamiento sin ninguna dosis de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno obtuvo una altura de 45.23 cm, en el tratamiento 2 con 400 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol se obtuvo una altura de 51.90 cm, en el tratamiento 3 con 800 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno se obtuvo una altura de 54.27 cm y a una dosis en el tratamiento 4 de 1200 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno se obtuvo una altura de 64.98 cm, Determinado que el T4 se obtuvo mejores resultados en los tratamientos.



*Figura 15: Número de hojas en cuanto a unidades*

De acuerdo a la figura 15 el número de hojas dados en un transcurso de 30 días establecidos en 4 tratamientos, se da a conocer que en el tratamiento 1, tratamiento testigo se obtuvo un total de 36 hojas, en el tratamiento 2 con una dosis de 400 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno se observó 52 hojas, en el tratamiento 3 con una dosis de 800 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno se obtuvo 55 hojas y en cuanto al tratamiento 4 con una dosis de 1200 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno se obtuvo 62 hojas. Esto quiere decir que la dosis adecuada fue de la de 1200gr/plta, pues se obtiene mejores resultados.



*Figura 16: Diámetro de macollo de la planta de arroz en cm*

En cuanto a la figura 16, se muestra el diámetro en cm alcanzado por cada tratamiento en un transcurso de 30 días, donde el tratamiento uno denominado tratamiento testigo obtuvo un diámetro de 5.74 cm en la planta de arroz, seguido del tratamiento 2 con una dosis de 400 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno obtuvo un diámetro de 6.78 cm, el tratamiento 3 con una dosis de 800 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno obtuvo un diámetro de 7.68 cm y el tratamiento 4 con una dosis de 1200 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno obtuvo un diámetro de 9.32 cm, demostrando así que la mejor dosis está en el tratamiento 4, ya que se obtiene mejores resultados en características biométricas de la planta de arroz.

## V. DISCUSIÓN

Se determinó las características fisicoquímicas del suelo antes y después de la aplicación del compost de cascara de cacao y estiércol de vacuno, donde el suelo presenta una textura arcillosa inicial de 52.3%, con el tratamiento 3 de 1200 gr/plta de compost de cáscara de cacao con estiércol de vacuno este se aumenta a un valor de 52.2%, seguido del pH inicial de 5.9, con el tratamiento 3 de 1200 gr/L de compost de cacao y estiércol de vacuno se adquirió un valor ideal de 7.1 de pH, luego en la CE tuvo un valor inicial de 175.25  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , pero con la aplicación de 1200 gr/plta de cascara de cacao y estiércol de vacuno este valor se reduce a 112.7  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , posterior a ello en el valor del nitrógeno inicial se tiene un valor de 0.1%, con la aplicación de 1200 gr/plta de cáscara de cacao y estiércol de vacuno este valor se incrementa a 0.1288%, en tanto en el valor inicial de fósforo se tuvo un valor inicial de 6.26  $\mu\text{m}$ , con el tratamiento 3 de 1200 gr/plta de cáscara de cacao y estiércol de vacuno este valor se incrementa a 14.94 ppm, en el valor inicial de potasio se tiene un valor inicial de 124.23 ppm, con el tercer tratamiento este valor se incrementa a 256.1 ppm, así mismo el valor de CIC inicial fue de 12.4, con la aplicación de 1200 gr/plta de cáscara de cacao y estiércol de vacuno esta característica aumenta a 32.4, en cuanto al calcio sin tratamiento fue de 7.42 meq/100g, con la incorporación de 1200 gr (820 gr de cáscara de cacao y 380 gr de estiércol de vacuno) de compost de cáscara de cacao y estiércol de animal el Ca aumento a 17,9 meq/100g. El magnesio inicial fue de 0,66 meq/100g, con la incorporación de 1200 gr de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno el Mg aumento a 4,3 meq/100g. El sodio tuvo un valor inicial de 0,4 meq/100g, con el tercer tratamiento este se mantuvo a 0,3 meq/100g. En cuanto a los metales pesados, el arsénico tuvo un valor inicial de 52.1, el tratamiento fue más efectivo porque redujo dicha concentración a 38.5 ppm, permaneciendo muy por debajo del ECA- suelo. Así mismo el Cromo VI tuvo un valor inicial de 0.6 ppm, el tratamiento 3 con una dosis de 1200 gr/plta de compost de cáscara de cacao con estiércol de vacuno lo redujo a 0.39 ppm, permaneciendo dentro del ECA- suelo, por último, el plomo tuvo un valor inicial de 66.2 ppm, después del tratamiento 3 esta concentración se redujo a 37.68 ppm permaneciendo dentro del ECA- suelo. Un estudio similar lo tiene Díaz, Tantalean y De la Cruz (2018) que usaron microorganismos eficientes para la producción de compost con cascara de cacao,

en dicha investigación evaluaron las siguientes variables para determinar su eficiencia en cuanto a la concentración ideal, dando como resultado el pH tuvo un valor inicial de 8 al finalizar el tratamiento 3 de 60 días este tuvo un valor final de 7.64 de pH, en cuanto a la temperatura inicial es de 23.6°C y por medio del tratamiento 3 con 24.8°C, en cuanto al nitrógeno este tuvo un valor inicial de 1.7%, con el tratamiento 3 de 25 kg de compost de cacao este tuvo un valor final de 10.75%, en el fósforo inicial fue de 191.713ppm, donde el tratamiento 3 con mayor concentración de fósforo de 250.05 ppm, el potasio tuvo un valor inicial de 18267.75ppm, el tratamiento 3 tuvo un mayor incremento de potasio para luego descender la concentración llegando a hacer similar al inicio de 22504.475ppm y en cuanto a la humedad este tiene un valor inicial de 38.75%, con el tratamiento 3 este valor se reduce a 32.48%, demostrando así que el tratamiento más efectivo fue el tratamiento 3 con 25 kg/ parcela. Así mismo la investigación de Kayode et al. 2018 es similar pues también se usó compost en base de la vaina de cascara de cacao en la absorción de nutrientes de la okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) MOENCH) y las propiedades del suelo en un Alfisol, se obtuvieron los siguientes resultados, la absorción de nitrógeno varió de 53,6 (60 kg N/ha NPK) a 106,7 (50 kg N/ha CPH+ PM) y de 16,10 (50 kg N/ha NPK) a 55,06 (25 kg N/ha CPH+ PM+ NL); la absorción de fósforo varió de 6,9(25 kg N/ha CPH+ NL) a 24,1 (60 kg N/ha NPK) y de 3,70 (25 kg N/ha CPH+ NL) a 9,98 (50 kg N/ha CPH+ PM+ NL), mientras que el potasio la absorción varió de 166,4 (25 kg N/ha CPH+ NL) a 244,48 (25 kg N/ha CPH+ PM+ NL) y 64,06 (40 kg N/ha NPK) a 122,29 (75 kg N/ha CPH+ NL) mg/planta en cultivo principal y residual, respectivamente. El carbono orgánico, el pH, el nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K), el magnesio (Mg) y el sodio (Na) también aumentaron significativamente con el compost a base de CPH.

En cuanto a la dosis óptima de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno para la recuperación de suelos degradados de cultivos de arroz, el T1: sin tratamiento, T2: 400 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno, T3: 800 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno y T4: 1200 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno. Una investigación similar, pero con distinta dosificación fue hecha por Lykas, Gougoulas y Vagelas, (2020) para intervenir en las propiedades químicas del suelo a nivel laboratorio, se empleó cantidades de 0,2, 0,4 y 0,6 g de cacao fino de cáscaras en polvo,

originadas a partir de cáscaras de cacao que se secaron en un horno de circulación de aire (80°C), se utilizaron para la preparación de tres mezclas (CS0.2, CS0.4 y CS0.6 respectivamente) con 5,0 g de estiércol de oveja y 50 g de suelo franco arenoso tamizado y secado al aire. Cuatro muestras de las mencionadas mezclas, 40 g cada una, se colocaron en una incubadora a 28°C por un periodo de 21 semanas, para luego determinar la variación en cuanto al valor de los parámetros químicos del suelo. Así mismo una investigación diferente fue la realizada por Olowoake, Osunlola y Ojo (2018) que elaboraron compost suplementado con torta de *Jatropha* en la fertilidad del suelo, el crecimiento y el rendimiento del maíz (*zea mays* L.) en un suelo degradado de Ilorin, Nigeria, para verificar la eficiencia de dicho compost se realizaron tratamientos que consistieron en compost de control sin enmendar Grado B suplementado con torta de *Jatropha* AJ (30 % Grado B + 70 % JC) a 1,5 t/ha, BJ (30 % Grado B + 70 % JC) a 2,0 t/ha, CJ (50% Grado B + 50% JC) a 2,5 t/ha incluyendo NPK a 60 kg N/ha. Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar (RCBD) y se repitieron tres veces, donde el fertilizante 50% grado B + 50% torta de *Jatropha* a 2,5 t/ha tuvo un efecto significativo y positivo sobre la fertilidad del suelo después de la cosecha de maíz en comparación con NPK en ambos cultivos.

Se determinó el efecto de la cáscara de compost de cacao y estiércol de vacuno en base a las características biométricas de la planta de arroz, donde la altura máxima alcanzada fue la 64.98 cm, en cuanto al número de hojas se obtuvo 62 hojas también, el diámetro de macollo fue de 9.32 cm, todos estos valores fueron obtenidos en el T-4 con una dosis de 1200 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno. Un estudio diferente fue el realizado por Olascuaga (2020) que investigó el efecto residual de fuentes y niveles de compost de residuos biodegradables, en el rendimiento del frijol (*phaseolus vulgaris* L.) variedad chaucha, obteniendo como características biométricas, la altura máxima fue de 52.20 cm, esto en cuanto al T-5 con una dosis de 40 t/ha de compost de cascara de plátano, seguido del diámetro del frejol después de 45 días de tratamiento teniendo una medida máxima de 6.09 cm esto en base al T-3 con una dosis de 60 t/ha de compost comedor universitario, en cuanto al porcentaje de flores y frutos, se obtuvo 45% flores de acuerdo al tratamiento 5 con compost cáscara de plátano 40 t/ha y se obtuvo 37% frutos esto en cuanto al tratamiento 3 con compost comedor

universitario 60 t/ha, de acuerdo al número de semillas se obtuvo 6.33 esto según el tratamiento 6 con compost cáscara de plátano 60 t/ha y en el peso de la semilla/ parcela se obtuvo 0.91 kg en el tratamiento 6 con compost cáscara de plátano 60 t/ha. Otra investigación distinta es la realizada por Blas (2022) que utilizó compost y humus de lombriz sobre las características biométricas del cultivo de Moringa (*Moringa oleífera*) en condiciones de vivero, Distrito de Vilcabamba, Grau – Apurímac, determinando después de un tratamiento de 60 días, en número de hojas de moringa el T-4 con una dosis de 20% HL +80% TA, presenta mayor media de 16.60 hojas por planta, en cuanto a la altura el tratamiento T4 = (20% HL +80% TA), presenta una mayor media de 9.77 cm de altura de planta y en cuanto a la raíz de moringa, el tratamiento T4 = (20% HL + 80% TA) con una media de 7.06 cm de longitud de raíz es superior a los otros tratamientos.

## VI. CONCLUSIONES

- Se determinaron las características fisicoquímicas del suelo antes y después de la aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno, características fisicoquímicas iniciales como textura arcillosa con 52.3%, pH con 5.9, CE con 175.25 us/cm, MO con 1.52%, nitrógeno con 0.1%, fósforo con 6.26ppm, potasio con 124.23ppm, CIC con 12.4, calcio con 7.42 meq/100g, magnesio con 0.66 meq/100g, sodio con 0.4 meq/100g y aluminio con 1.10 meq/100g. En cuanto a las características fisicoquímicas finales se tuvo en promedio las siguientes concentraciones textura arcillosa con 50.77%, pH con 6.57, CE con 143.87 us/cm, MO con 2.98%, nitrógeno con 0.12%, fósforo con 9.83ppm, potasio con 193.67ppm, CIC con 22.47, calcio con 14.90 meq/100g, magnesio con 2.58 meq/100g, sodio con 0.30 meq/100g y aluminio con 0.32meq/100g.
- Se determinó la dosis de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno, de 400 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol, 800 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol vacuno y 1200 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol vacuno.
- Se determinaron las características biométricas de la planta de arroz con su altura máxima de 64.98 cm, el número de hojas tuvieron un total de 62 hojas, el diámetro de macollo fue de 9.32 cm, todos estos valores fueron obtenidos en el T4 con dosis de 1200 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno considerando el mejor en el tratamiento de los suelos.



## **VII. RECOMENDACIONES**

- Es necesario realizar un análisis fisicoquímico del suelo antes y después de la aplicación de compost, de esta manera poder determinar la eficiencia de este tratamiento.
- Se recomienda replicar la dosis de 1200 gr/plta de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno, pues da mejores resultados en cuanto a la reducción de contaminantes y parámetros fisicoquímicos presentes en suelo.
- Para mejorar las características biométricas de las plantas es recomendable usar la mayor dosis de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno, pues mejora y modifica las propiedades del suelo.
- Para investigaciones futuras se recomienda el uso de residuos orgánicos para la elaboración de compost, pues sea comprobado que es eficiente en cuanto a la recuperación de suelos degradados y mejora de las características biométricas de las plantas.

## REFERENCIAS

- Adeyemo, A.J., Akingbola, O.O. & Ojeniyi, S.O. Effects of poultry manure on soil infiltration, organic matter contents and maize performance on two contrasting degraded alfisols in southwestern Nigeria. *Int J Recycl Org Waste Agricult* 8 (Suppl 1), 73–80 (2019). <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0273-7>
- Amoah-Antwi, C., Kwiatkowska-Malina, J., Thornton, S. F., Fenton, O., Malina, G., & Szara, E. (2020). Restoration of soil quality using biochar and brown coal waste: A review. *Science of The Total Environment*, 137852. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137852>
- Angraeni, L et al. Application of Various Species of *Trichoderma* spp. in Composting Cocoa Pod Husk Contaminated *Phytophthora palmivora*. *Agriculture and Biosystem* 12-13 November 2019, West Sumatera Province, Indonesia. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/515/1/012069/meta#references>
- Ayamba, B. E., Abaidoo, R. C., Opoku, A., & Ewusi-Mensah, N. (2021). Enhancing the Fertilizer Value of Cattle Manure Using Organic Resources for Soil Fertility Improvement: A Review, *Journal of Bioresource Management*, 8 (3). DOI: <https://doi.org/10.35691/JBM.1202.0198>
- Ayamba, B., Abaidoo, R., Opoku, A. Y Ewusi-Mensah, N., 2021. Enhancing the Fertilizer Value of Cattle Manure Using Organic Resources for Soil Fertility Improvement: A Review. *Journal of Bioresource Management* [en línea], vol. 8, no. 3. ISSN 2309-3854. DOI <https://doi.org/10.35691/JBM.1202.0198>.
- Bailón-Rojas, M.R. Y Florida-Rofner, N., 2021. Caracterización y calidad de los compost producidos y comercializados en Rupa Rupa-Huánuco. *Enfoque UTE*, vol. 12, no. 1, pp. 1-11. ISSN 1390-6542, 1390-9363. DOI 10.29019/enfoqueute.644.
- Blas, Julio (2022) Efecto de dos sustratos orgánicos sobre las características biométricas del cultivo de Moringa (*Moringa oleífera*) en condiciones de vivero, Distrito de Vilcabamba, Grau – Apurímac. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac
- Chen, W., He, L., Tian, S., Masabni, J., Zhang, R., Zou, F. Y Yuan, D., 2020. Combined Addition of Bovine Bone and Cow Manure: Rapid Composting of

Chestnut Burrs and Production of a High-quality Chestnut Seedling Substrate. *Agronomy*, vol. 10, no. 2, pp. 288. ISSN 2073-4395. DOI 10.3390/agronomy10020288.

Christianah Olubunmi Kayode, Gideon Olajire Adeoye, Dorcas Tinuke Ezekiel-Adewoyin, Olufemi Emmanuel AyanfeOluwa, David Ogundeji Ogunleti & Adenike Fisayo Adekunle (2018) Influence of Cocoa Pod Husk-Based Compost on Nutrient Uptake of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) MOENCH) and soil properties on an Alfisol, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49:17, 2113-2122, DOI: 10.1080/00103624.2018.1499108

De La Cruz Castañeda, A., 2018. Determinación de la dosificación óptima de los microorganismos eficaces para la obtención de compost a partir de la cáscara de *Theobroma cacao* L. "cacao", Naranjos, Pardo Miguel, Provincia de Rioja-2016. En: Accepted: 2018-10-08T18:58:52Z, Repositorio - UNSM [en línea], [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2892>.

Ding, S., Zhou, D., Wei, H., Wu, S., & Xie, B. (2021). Alleviating soil degradation caused by watermelon continuous cropping obstacle: Application of urban waste compost. *Chemosphere*, 262, 128387. doi:10.1016/j.chemosphere.2020.12

Dougous, O., Minyaka, E., Longue, E.A.M. et al. Potentials of cocoa pod husk-based compost on *Phytophthora* pod rot disease suppression, soil fertility, and *Theobroma cacao* L. growth. *Environ Sci Pollut Res* 25, 25327–25335 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2591-0>

Duku, M. H., Gu, S., & Hagan, E. B. (2018). Biochar production potential in Ghana— A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(8), 3539–3551. doi:10.1016/j.rser.2018.05.010

Essel, B., Abaidoo, R.C., Opoku, A. Y Ewusi-Mensah, N., 2021. Efficacy of Selected Crop Residues and Rock Phosphate in Improving the Quality of Cattle Manure. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, vol. 52, no. 5, pp. 511-521. ISSN 0010-3624. DOI 10.1080/00103624.2020.1862151.

- Ferry Y et al. Improvements of soil quality and cocoa productivity with agricultural waste biochar. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 974 012045. 2020. DOI 10.1088/1755-1315/974/1/012045
- Heyman H, Bassuk N, Bonhotal J, Walter T. Compost Quality Recommendations for Remediating Urban Soils. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019; 16(17):3191. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173191>
- Kayode, C.O., Adeoye, G.O., Ezekiel-Adewoyin, D.T., Ayanfeoluwa, O.E., Ogunleti, D.O. Y Adekunle, A.F., 2018. Influence of Cocoa Pod Husk-Based Compost on Nutrient Uptake of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) MOENCH) and soil properties on an Alfisol. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, vol. 49, no. 17, pp. 2113-2122. ISSN 0010-3624. DOI 10.1080/00103624.2018.1499108.
- Leygnima Yaya Ouattara, Esaie Kouadio Appiah Kouassi, Doudjo Soro, Yaya Soro, Kouassi Benjamin Yao, Kopoin Adouby, Allali Patrick Drogui, Dayal Rajeshwar Tyagi, and Pepin Martin Aina. Cocoa Pod Husks as Potential Sources of Renewable High-Value-Added Products: A Review of Current Valorizations and Future Prospects. *BioResources* 16(1), 1988-2020. Disponible: DOI: 10.15376/biores.16.1.Ouattara
- Lykas, C., Gougoulas, N. Y Vagelas, I., 2020. Effect of Manure and Cocoa Shell Biomass Addition on Soil Chemical Properties Under Laboratory Incubation Conditions. *International Journal of Environmental Science and Development*, vol. 6, pp. 58-66. DOI 10.14445/23942568/IJAES-V6I6P109.
- Mendoza Vintimilla, E.H. Y Plaza Saltos, A.N., 2019. Evaluación química del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), a partir de sustrato de cáscara de cacao y estiércol bovino [en línea]. bachelorThesis. S.l.: Calceta: ESPAM MFL. [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1212>.
- Michael Rotimi Olojugba, and David Boluwaji Oguntoyinbo. Application of Dry Cocoa Bean Shell Ash and NPK 15:15:15 for Improvement of Soil Fertility and Maize Yield on a Degraded Humid Tropical Alfisol, Southwestern Nigeria. *International Journal of Plant & Soil Science* 29(4): 1-12, 2019; Article

no.IJPSS.49534 ISSN: 2320-7035. Disponible en: DOI:  
10.9734/IJPSS/2019/v29i430151

- Muhammad Azeem et al. Cow bone-derived biochar enhances microbial biomass and alters bacterial community composition and diversity in a smelter contaminated soil. *Environmental Research* Volume 216, Part 1, 1 January 2022, 114278. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114278>
- Olascuaga, Maribel (2020) Efecto Residual De Fuentes Y Niveles De Compost De Residuos Sólidos Biodegradables, En El Rendimiento Del Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) Variedad Chaucha. Universidad Nacional Agraria de la Selva
- Olim, D., Afu, S., Adie, P. Y Akpa, E., 2020. Adsorption kinetics of Copper, Lead and Zinc by Cow Dung, Poultry Manure and Cocoa (*Theobroma Cacao*) Pod, pp. 2020.
- Olowoake, A.A., Osunlola, O.S. & Ojo, J.A. Influence of compost supplemented with jatropha cake on soil fertility, growth, and yield of maize (*zea mays* L.) in a degraded soil of Ilorin, Nigeria. *Int J Recycl Org Waste Agricult* 7, 67–73 (2018). <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0192-4>
- Rahim, Abdul et al. 2020. The role of local isolates of *Trichoderma* sp. as a decomposer in the substrate of cacao pod rind (*Theobroma cacao* L.). *Universitas Tadulaku*, 2020. <http://repository.untad.ac.id/6121/2/10.%20Similarity.pdf>
- Rojas, Lina. Aprovechamiento De La Cáscara De Cacao Para La Elaboración De Un Biocomposito Con Aplicación En La Construcción Sostenible. Abril 2019. *Universida El Bosque*. Disponible en: [https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2817/Rojas\\_Gonz%C3%A1lez\\_Lina\\_Manuela\\_2019.pdf?sequence=1](https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2817/Rojas_Gonz%C3%A1lez_Lina_Manuela_2019.pdf?sequence=1)
- Sabry et al. Sustainable applications of rice feedstock in agro-environmental and construction sectors: A global perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Volume 153, January 2022, 111791. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111791>
- Sanchez-Hernandez, J. C., Ríos, J. M., Attademo, A. M., Malcevschi, A., & Andrade Cares, X. (2018). Assessing biochar impact on earthworms: implications for soil quality promotion. *Journal of Hazardous Materials*. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.12.032>

- She, W., Bai, Y., Zhang, Y., Qin, S., Feng, W., Sun, Y., Wu, B. (2018). Resource Availability Drives Responses of Soil Microbial Communities to Short-term Precipitation and Nitrogen Addition in a Desert Shrubland. *Frontiers in Microbiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.0018>
- Shen, Z., Hou, D., Jin, F., Shi, J., Fan, X., Tsang, D. C. W., & Alessi, D. S. (2018). Effect of production temperature on lead removal mechanisms by rice straw biochars. *Science of The Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.282>
- Sun, J., Pan, L., Tsang, D. C. W., Zhan, Y., Zhu, L., & Li, X. (2018). Organic contamination and remediation in the agricultural soils of China: A critical review. *Science of The Total Environment*, 615, 724–740. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.271>
- Tello, Marín et al. Coffee Pulp: An Industrial By-product with Uses in Agriculture, Nutrition and Biotechnology. *Reviews in Agricultural Science*. 2020. [https://doi.org/10.7831/ras.8.0\\_323](https://doi.org/10.7831/ras.8.0_323)
- Tsetsegmaa G, Akhmadi K, Cho W, Lee S, Chandra R, Jeong CE, Wainkwa Chia R, Kang H. Effects of Oxidized Brown Coal Humic Acid Fertilizer on the Relative Height Growth Rate of Three Tree Species. *Forests*. 2018; 9(6):360. <https://doi.org/10.3390/f9060360>
- Wei, Y., Wu, D., Wei, D., Zhao, Y., Wu, J., Xie, X., ... Wei, Z. (2018). Improved lignocellulose-degrading performance during straw composting from diverse sources with actinomycetes inoculation by regulating the key enzyme activities. *Bioresource Technology*. doi:10.1016/j.biortech.2018.09.08
- Yu, H., Zou, W., Chen, J., Chen, H., Yu, Z., Huang, J., Gao, B. (2019). Biochar amendment improves crop production in problem soils: A review. *Journal of Environmental Management*, 232, 8–21. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.117>
- Zhang, M., Riaz, M., Zhang, L., El-desouki, Z., & Jiang, C. (2019). Biochar Induces Changes to Basic Soil Properties and Bacterial Communities of Different Soils to Varying Degrees at 25 mm Rainfall: More Effective on Acidic Soils. *Frontiers in Microbiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01321>
- Zhang, S., Sun, L., Wang, Y., Fan, K., Xu, Q., Li, Y., Ma, Q., Wang, J., Ren, W. Y Ding, Z., 2020. Cow manure application effectively regulates the soil bacterial

community in tea plantation. *BMC Microbiology*, vol. 20, no. 1, pp. 190. ISSN 1471-2180. DOI 10.1186/s12866-020-01871-y.

Zhu, Y., Yi, B., Yuan, Q., Wu, Y., Wang, M., & Yan, S. (2018). Removal of methylene blue from aqueous solution by cattle manure-derived low temperature biochar. *RSC Advances*, 8(36), 19917–19929. doi:10.1039/c8ra03018a

Zou, C., Li, Y., Huang, W., Zhao, G., Pu, G., Su, J., Jin, Y. (2018). Rotation and manure amendment increase soil macro-aggregates and associated carbon and nitrogen stocks in flue-cured tobacco production. *Geoderma*, 325, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.03.017>

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

TÍTULO	Aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista, 2022	
PROBLEMA	GENERAL	¿De qué manera aplicar compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista 2022?
	ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del suelo antes y después de la aplicación del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en cultivos de arroz?</li> <li>• ¿Cuál es la dosis óptima del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno para la recuperación de suelos degradados de cultivos de arroz?</li> <li>• ¿Cuál será el efecto del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en base a las características biométricas de la planta de arroz?</li> </ul>
OBJETIVOS	GENERAL	Evaluar la aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en la recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista 2022.
	ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las características fisicoquímicas del suelo antes y después de la aplicación del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en cultivos de arroz.</li> <li>• Determinar la dosis óptima del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno para la recuperación de suelos degradados de cultivos de arroz.</li> <li>• Determinar el efecto del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en base a las características biométricas de la planta de arroz</li> </ul>
HIPÓTESIS	HIPÓTESIS GENERAL	La aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno influye significativamente en la recuperación de suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista 2022
	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los análisis de suelos permitirán determinar las características fisicoquímicas del suelo contaminado y recuperación por aplicación del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno en cultivos de arroz</li> <li>• Las dosis de 1200 gr de compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno influyen significativamente en la recuperación de suelos degradados de cultivos de arroz.</li> <li>• El efecto del compost de cáscara de cacao y estiércol de vacuno permitirá obtener las mejores características biométricas de la planta de arroz</li> </ul>





## Anexo 2: Análisis de los micro y macro nutrientes del compost

Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto  
Jr. Amorarca Cdra. 3  
Ciudad Universitaria- Laboratorio de Suelos - FCA  
Morales - San Martín



### INFORME DE ENSAYO COMPOST - 2022 -LSA- FCA-UNSM

Solicitantes : Torres Pinedo, Jhonathan Manuel  
Título : Aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista, 2022  
Procedencia : San Martín - Tarapoto  
Producto : Compost - cáscara de cacao y estiércol  
Cantidad de muestra : 1000 g Aprox.  
Presentación : Bolsa Plástica Rotulada  
Metodologías : Absorción Atómica, Kjehendhal, Potenciometría  
Fecha de ingreso : 08/12/2022  
Fecha de reporte : 23/12/2022

Parámetros medidos	Contenido	
pH	7.35	
Conductividad Eléctrica (CE mS/m)	4.12	
Materia Orgánica (%)	28.32	
Nitrógeno total (%)	2.54	
Fósforo P (%)	0.22	
Potasio K(%)	0.28	
Calcio Ca (%)	1.26	
Magnesio Mg (%)	0.79	
Fierro Fe (ppm)	3001.24	
Zinc Zn (ppm)	84.32	
Manganeso Mn (ppm)	252.38	

  
Ing. Carlos Vinicio G. Pinedo  
M. Sc. en Agronomía de Suelos y Fertilidad  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias

### Anexo 3: Caracterización del suelo sin tratamiento – Pre tratamiento



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: Torres Pinedo, Jhonathan Manuel

PROVINCIA: San Martín

DISTRITO: Tarapoto

Título: Aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista, 2022

FECHA DE MUESTREO: 19/12/2022

FECHA DE REPORTE: 09/01/2023

MUESTRA 1: SIN TRATAR

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Ac. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>		
1	18.6	52.3	17.3	F Arcilloso	5.9	175.25	1.52	0.1	6.26	124.23	12.4	7.42	0.66	0.4	0.4	1.10	1.75	95	25.6

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
5.9	175.55	1.52	0.1	6.26	124.23	7.42	0.66	0.4	1.10	1.75
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Alto

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.44 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 10.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

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

## Anexo 4: Análisis de suelo con presencia de metales pesados – Pre tratamiento



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: Torres Pinedo, Jhonathan Manuel

PROVINCIA: San Martín

DISTRITO: Tarapoto

Título: Aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista, 2022

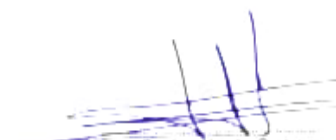
FECHA DE MUESTREO: 19/12/2022

FECHA DE REPORTE: 09/01/2023

MUESTRA 1: Metales pesados

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cromo VI (Cr (VI)) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	66.2	0.6	52.1
						Medio	Alto	Alto

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cr (VI)	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.15	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.15 < 0.40	> 12 < 50
Alto	> 5	> 2	> 1.5	> 2	> 2	> 70	> 0.4	> 50

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

## Anexo 5: Análisis post tratamiento – Sin tratar



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: Torres Pinedo, Jhonathan Manuel

PROVINCIA: San Martín

DISTRITO: Tarapoto

FECHA DE MUESTREO: 07/02/2023

FECHA DE REPORTE: 16/02/2023

Título: Aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista, 2022

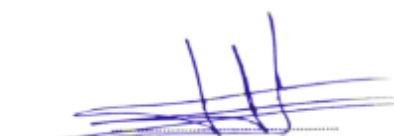
MUESTRA 1: SIN TRATAR

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Acl. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>		
1	17.5	51.9	16.6	F Arcilloso	5.8	174.6	1.34	0.1	6.1	123.9	14.7	6.86	0.68	0.3	0.4	1.16	1.78	95	24.6

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
5.8	174.6	1.34	0.1	6.1	123.9	6.86	0.68	0.4	1.16	1.78
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Alto

Densidad Aparente  $\longrightarrow$  136 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 10.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

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

. Amarca cdra 3  
 Distrito de Morales  
 Universidad Universitaria

## Anexo 6: Análisis de metales pesados post tratamiento – Sin tratar



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: Torres Pinedo, Jhonathan Manuel

PROVINCIA: San Martín

DISTRITO: Tarapoto

Título: Aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista, 2022

FECHA DE MUESTREO: 07/02/2023

FECHA DE REPORTE: 16/02/2023

MUESTRA 1: SIN TRATAR

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cromo VI (Cr (VI)) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	65.7	07	51.9
						Medio	Alto	Alto

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cr (VI)	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.15	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.15 < 0.40	> 12 < 50
Alto	> 5	> 2	> 1.5	> 2	> 2	> 70	> 0.4	> 50

## Anexo 7: Muestra del suelo sin tratar



## Anexo 8: Análisis pos tratamiento – 400 gr de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: Torres Pinedo, Jhonathan Manuel

PROVINCIA: San Martín

DISTRITO: Tarapoto

Título: Aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista, 2022

FECHA DE MUESTREO: 07/02/2023

FECHA DE REPORTE: 16/02/2023

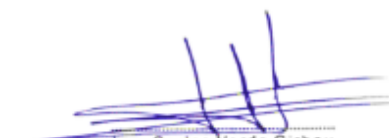
### MUESTRA 2: SUELO TRATADO A 400 g DE COMPOST

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>		
1	14.8	49.9	15.3	F Arcilloso	6.2	162.1	1.64	0.1	6.92	138.24	16.8	12.1	0.92	0.5	0.3	0.86	1.62	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.2	162.1	1.64	0.1	6.92	138.24	12.1	0.92	0.3	0.86	1.62
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio	bajo	Bajo	Bajo	Alto

Densidad Aparente  $\longrightarrow$  142 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 10.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

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

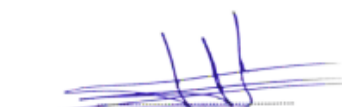


Anexo 9: Análisis de metales pesados post tratamiento – 400 gr de compost

MUESTRA 2: SUELO TRATADO A 400 g DE COMPOST

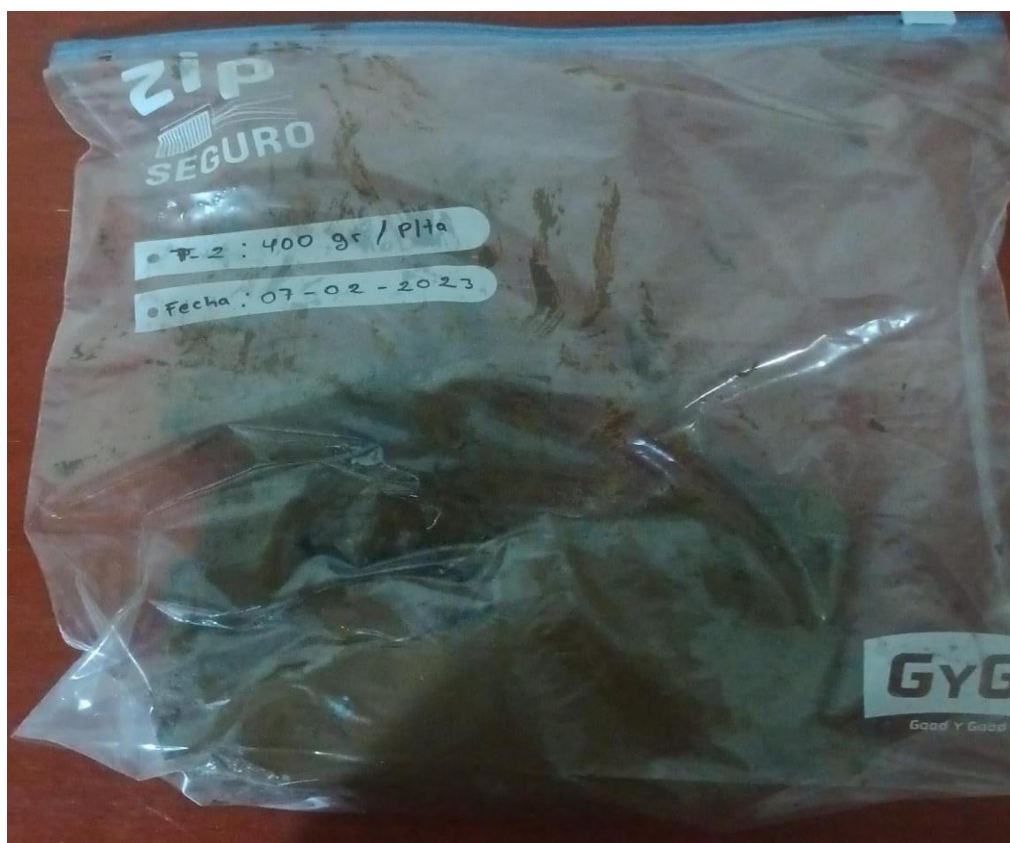
Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cromo VI (Cr (VI)) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	52.2	0.52	49.1
						Medio	Alto	Medio

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cr (VI)	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.15	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.15 < 0.40	> 12 < 50
Alto	> 5	> 2	> 1.5	> 2	> 2	> 70	> 0.4	> 50

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

Jr. Amorarca cdra 3  
 Distrito de Morales  
 Ciudad Universitaria

Anexo 10: Muestra del suelo tratado con 400 gr de compost





# Anexo 11: Análisis pos tratamiento – 800 gr de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: Torres Pinedo, Jhonathan Manuel

PROVINCIA: San Martín

DISTRITO: Tarapoto

Título: Aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista, 2022

FECHA DE MUESTREO: 07/02/2023

FECHA DE REPORTE: 16/02/2023


### MUESTRA 3: SUELO TRATADO A 800 g DE COMPOST

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Baz.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{K}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Al}^{+3}$	$\text{Al}^{+3} + \text{H}^+$		
1	13.7	50.2	14.9	F Arcilloso	6.4	156.8	2.98	0.1166	7.82	186.66	18.2	14.7	2.52	0.5	0.3	0.1	0.00	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{Na}^+$	$\text{Al}^{+3}$	$\text{Al}^{+3} + \text{H}^+$
6.4	156.8	2.98	0.1166	7.82	138.66	14.7	2.52	0.3	0.1	0.00
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	—

Densidad Aparente  $\longrightarrow$  148  $\text{t}/\text{m}^3$

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 10.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

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

## Anexo 12: Análisis de metales pesados post tratamiento – 800 gr de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: Torres Pinedo, Jhonathan Manuel

PROVINCIA: San Martín

DISTRITO: Tarapoto

Título: Aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista, 2022

FECHA DE MUESTREO: 07/02/2023

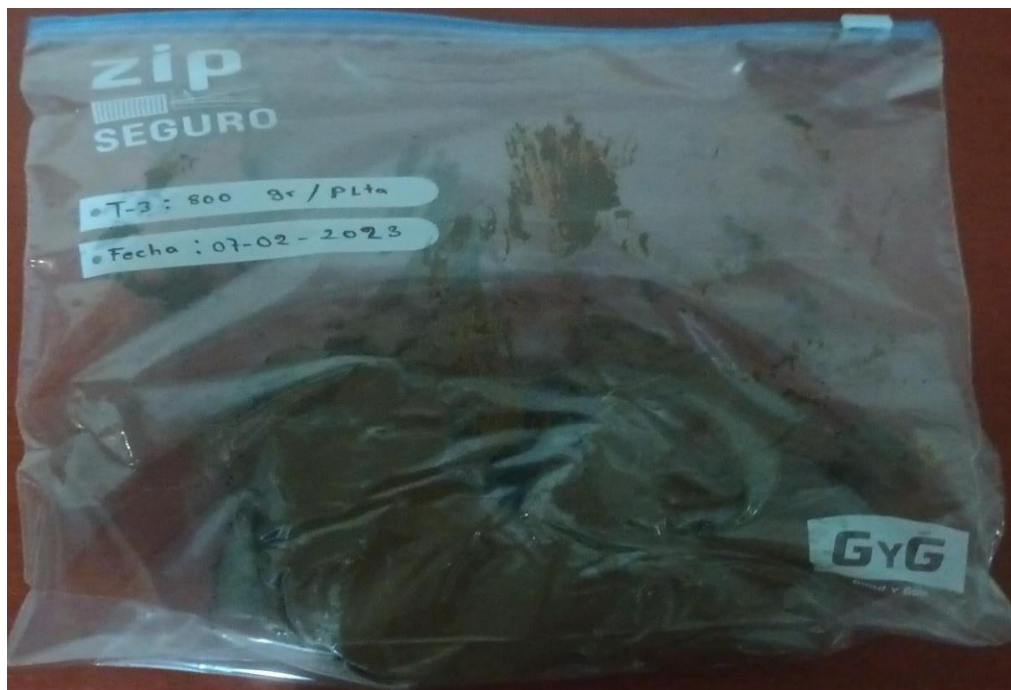
FECHA DE REPORTE: 16/02/2023

MUESTRA 3: SUELO TRATADO A 800 g DE COMPOST

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cromo VI (Cr (VI)) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	48.9	0.48	48.12
						Medio	Alto	Medio

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cr (VI)	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.15	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.15 < 0.40	> 12 < 50
Alto	> 5	> 2	> 1.5	> 2	> 2	> 70	> 0.4	> 50

## Anexo 13: Muestra del suelo tratado con 800 gr de compost



# Anexo 14: Análisis post tratamiento – 1200 gr de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: Torres Pinedo, Jhonathan Manuel

PROVINCIA: San Martín

DISTRITO: Tarapoto

Título: Aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista, 2022

FECHA DE MUESTREO: 07/02/2023

FECHA DE REPORTE: 16/02/2023

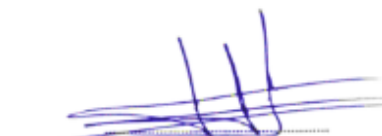
## MUESTRA 4: SUELO TRATADO A 1200 g DE COMPOST

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)					% Sat. Bas.	% Aci. Inter	
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>			Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
1	15.2	52.2	16.2	F Arcilloso	7.1	112.7	4.33	0.1288	14.94	256.1	32.4	17.9	4.3	0.3	0.3	0.00	0.00	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>
7.1	112.7	4.33	0.1166	14.94	256.1	17.9	4.3	0.3	0.00	0.00
Neutro	No hay problemas de sales	Alto	Normal	Alto	Alto	Muy alto	Alto	Bajo	--	--

Densidad Aparente → 149 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 10.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

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

## Anexo 15: Análisis de metales pesados pos tratamiento – 1200 gr de compost

MUESTRA 1: SUELO TRATADO A 1200 g DE COMPOST

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cromo VI (Cr (VI)) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	38.5	0.39	37.68
						Medio	Medio	Medio

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cr (VI)	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.15	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.15 < 0.40	> 12 < 50
Alto	> 5	> 2	> 1.5	> 2	> 2	> 70	> 0.4	> 50

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

Jr. Amorarca cdra 3  
 Distrito de Morales  
 Ciudad Universitaria

## Anexo 16: Muestra del suelo tratado con 1200 gr de compost





## Anexo 17: Reconocimiento y mediciones del área de tratamiento



## Anexo 18: Mediciones de las parcelas por tratamiento





Anexo 19: Acondicionamiento de las parcelas de estudio.



Anexo 20: Parcelas demarcadas por cada tratamiento con compost





Anexo 21: Parcelas demarcadas y sembradas



Anexo 22: Parcela 1 sin tratamiento





Anexo 23: Parcela 2 con tratamiento a dosis de 400 gr de compost



Anexo 24: Parcela 2 con tratamiento a dosis de 800 gr de compost





Anexo 25: Parcela 2 con tratamiento a dosis de 1200 gr de compost



Anexo 26: Parcelas tratadas con su respectiva dosis de compost

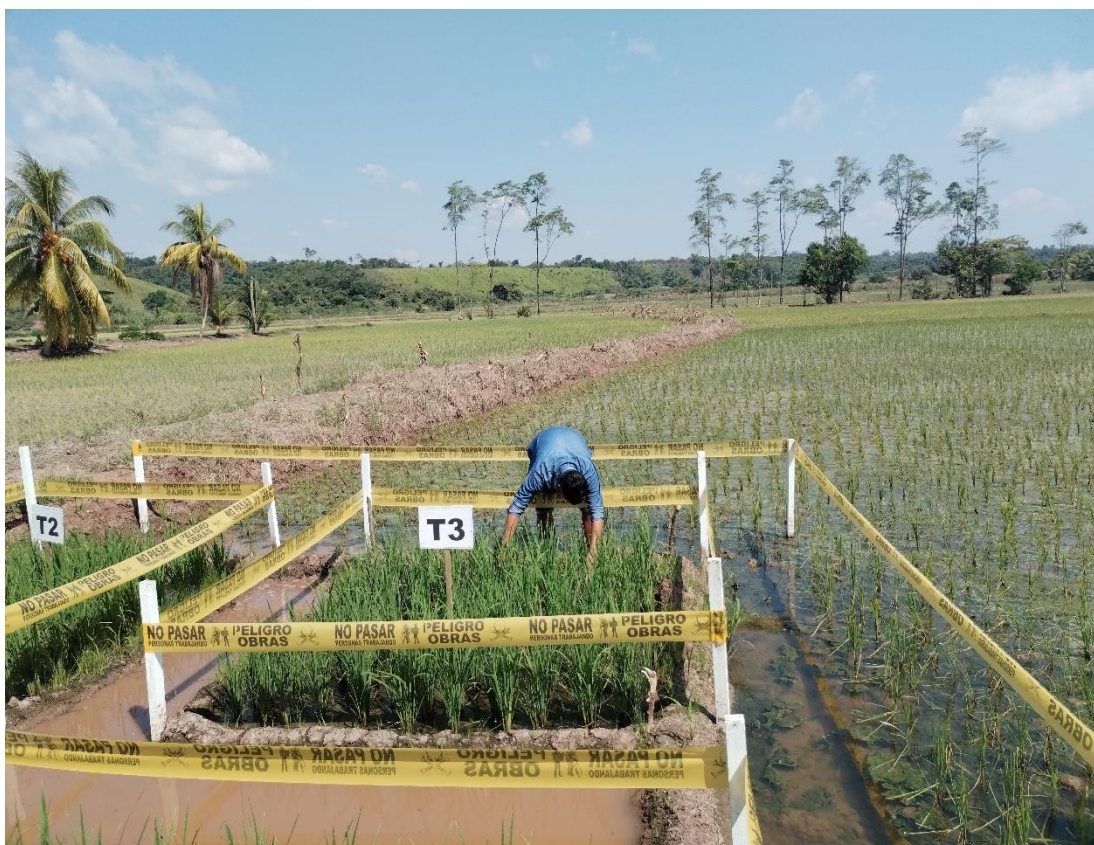




Anexo 27: Toma de medidas a la altura de la planta de arroz

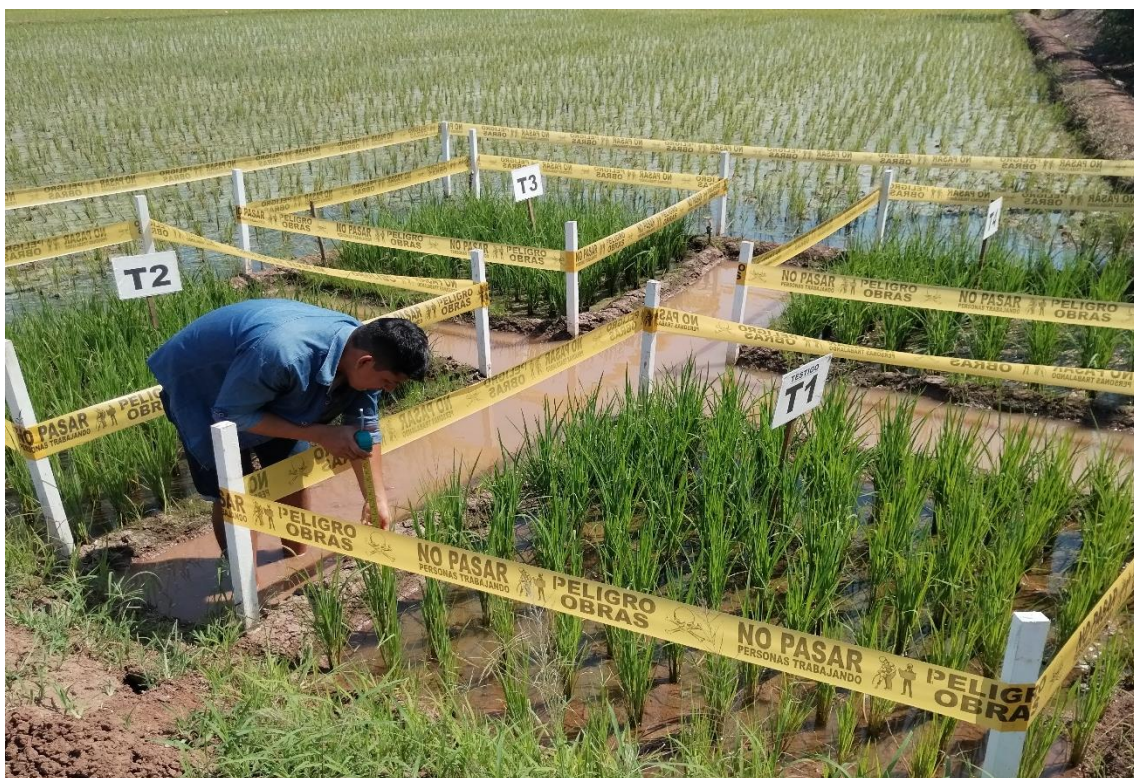


Anexo 28: Medidas del diámetro del macollo de las plantas de arroz





Anexo 29: Mediciones de la altura de la planta



Anexo 30: Determinado el número de hojas por macollo







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, TELLO ZEVALLOS WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "APLICACIÓN DE COMPOST DE CÁSCARA DE CACAO Y ESTIÉRCOL PARA RECUPERAR SUELOS DEGRADADOS DE CULTIVOS DE ARROZ, BELLAVISTA, 2022", cuyo autor es TORRES PINEDO JHONATHAN MANUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 06 de Abril del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
TELLO ZEVALLOS WILFREDO <b>DNI:</b> 45571102 <b>ORCID:</b> 0000-0002-8659-1715	Firmado electrónicamente por: TTELLOZE el 17-04- 2023 11:40:50

Código documento Trilce: TRI - 0540844