



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Remediación del suelo del cultivo de arroz, con dolomita y humus,  
Cacatachi, 2022.

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

**AUTORES:**

Lozano Muñoz, Melecio ([orcid.org/0000-0001-5747-765X](https://orcid.org/0000-0001-5747-765X))

Suárez Alvarez, Flor Medali ([orcid.org/0000-0003-4679-147X](https://orcid.org/0000-0003-4679-147X))

**ASESOR:**

MSc. Ordóñez Sánchez, Luis Alberto ([orcid.org/0000-0003-3860-4224](https://orcid.org/0000-0003-3860-4224))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y gestión de los recursos naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**TARAPOTO – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Yo, Melecio Lozano Muñoz dedico esta tesis a mi hijita Joselyn Rihanna quien fue mi motivo de este nuevo reto y sacrificio que me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ánimo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está con nosotros siempre.

Yo, Flor Medali Suárez Alvarez dedico esta tesis a mis padres y hermano por el apoyo incondicional que me brindaron y la motivación de perseguir mis metas y así poder lograr un sueño más en mi vida.

## **Agradecimiento**

Yo Melecio Lozano Muñoz agradezco en primer lugar agradecer a Dios, y a la Universidad César Vallejo, directivos y profesores por la formación académica y sus experiencias de la carrera de Ingeniería Ambiental.

Yo Flor Medali Suárez Alvarez. Agradezco a mis padres y hermano por su amor, paciencia y apoyarme siempre en los momentos difíciles. A Dios por darme la vida y haberme acompañado a lo largo de mi carrera. Gracias a la universidad César Vallejos, profesores por el apoyo moral y conocimientos brindados para mi formación académica y lograr una meta más de mi vida.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tabla.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo .....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimiento.....	15
3.6. Métodos de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos .....	18
IV. RESULTADOS .....	19
V. DISCUSIÓN .....	32
VI. CONCLUSIONES .....	36
VII. RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS .....	45

## Índice de tabla

Tabla 1: Taxonomía del arroz .....	11
Tabla 2: Metales pesados del suelo pre y post aplicación de humus y dolomita .	20
Tabla 3: Caracterización del suelo pre y post aplicación de humus y dolomita ....	23
Tabla 4: Altura de plantas de arroz según tratamientos (cm) .....	24
Tabla 5: Ancho de hojas de la planta de arroz según tratamientos (mm).....	24
Tabla 6: Número de hojas de plantas de arroz según tratamientos. ....	25
Tabla 7: Número de tallos por macollo de plantas de arroz según tratamientos ...	26
Tabla 8: Número de insectos de plantas de arroz según tratamientos .....	26
Tabla 9: Humedad de plantas de arroz según tratamientos.....	27
Tabla 10: Remediación de metales pesados del suelo de cultivo de arroz por dolomita y humus.....	29
Tabla 11: Remediación de micro y macronutrientes del suelo de cultivo de arroz por dolomita y humus.....	30

## Índice de figuras

Figura 1: Composición del suelo.....	6
Figura 2: Características físicas del humus.....	8
Figura 3: Aplicación de dolomita para la recuperación del suelo contaminado.....	9
Figura 4: Partes de la planta de arroz.....	10
Figura 5: Procesos fenológicos de la planta de arroz .....	11
Figura 6: Estructura de los tratamientos .....	16
Figura 7: Primera evaluación biométrica .....	16
Figura 8: Identificación de la coloración de las hojas de arroz .....	17
Figura 9: Metal pesado (As) en pre y post tratamiento con dolomita y humus.....	21
Figura 10: Metal pesado (Cr) en pre y post tratamiento con dolomita y humus.....	21
Figura 11: Metal pesado (Cd) en pre y post tratamiento con dolomita y humus .....	21
Figura 12: Metal pesado (Pb) en pre y post tratamiento con dolomita y humus .....	22
Figura 13: Evaluación del promedio de altura de la planta de arroz en base a los tratamientos.....	24
Figura 14: Evaluación del promedio del ancho de la hoja de la planta de arroz en base a los tratamientos .....	25
Figura 15: Evaluación del promedio del número de hoja de la planta de arroz en base a los tratamientos.....	25
Figura 16: Evaluación del promedio del número de tallos por macollo de la planta de arroz en base a los tratamientos .....	26
Figura 17: Evaluación del promedio del número de insectos por planta de arroz en base a los tratamientos .....	27
Figura 18: Humedad de plantas de arroz en base a los tratamientos .....	28
Figura 19: Remediación de metales del suelo con dolomita y humus.....	29
Figura 20: Caracterización del suelo con dolomita y humus.....	31

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general evaluar la remediación del suelo del cultivo de arroz, con dolomita y humus, Cacatachi, 2022. El tipo de investigación fue aplicada con diseño cuasiexperimental, con una población de 176 plantas de arroz y una muestra de 48 plantas de manera aleatoria, dividida en 4 parcelas de 4m<sup>2</sup>. Los resultados fueron, después de la aplicación de dolomita y humus se logró reducir los niveles encontrados anteriormente, (As) a 9,23ppm, (Cr) a 0,071ppm y (Pb) a 56,23pp; valores permitidos por el ECAs para suelos agrícolas. Asimismo, las características de la planta de arroz de 44 días de trasplante, la altura fue 61,14 cm, el ancho de las hojas 8.59 mm, el número de hojas 101,75, el número de tallos 31, número de insectos por planta fue de 13,50 y el peso húmedo 590 g. Se concluyó que el uso de dolomita y humus para la remediación de suelos de cultivo de arroz es efectivo en la disminución de los niveles de metales pesados y son reguladores de los micro y el macro nutrientes del suelo que favorecen al desarrollo de la planta de arroz.

**Palabras clave:** Dolomita, humus, remediación de suelos, cultivos de arroz

## **Abstract**

The present research work had as general objective to evaluate the remediation of the soil of the rice crop, with dolomite and humus, Cacatachi, 2022. The type of research was applied with a quasi-experimental design, with a population of 176 rice plants and a sample of 48 plants randomly, divided into 4 plots of 4m<sup>2</sup>. The results were, after the application of dolomite and humus it was possible to reduce the levels previously found, (As) to 9.23ppm, (Cr) to 0.071ppm and (Pb) to 56.23pp; values allowed by the ECAs for agricultural soils. Likewise, the characteristics of the rice plant of 44 days of transplantation, the height was 61.14 cm, the width of the leaves 8.59 mm, the number of leaves 101.75, the number of stems 31, number of insects per plant. was 13.50 and the wet weight 590 g. It was concluded that the use of dolomite and humus for the remediation of rice cultivation soils is effective in reducing the levels of heavy metals and they are regulators of the micro and macro nutrients of the soil that favor the development of the rice plant.

**Keywords:** Dolomite, humus, soil remediation, rice crops

## I. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, la contaminación y las enfermedades han limitado drásticamente el rendimiento de los cultivos, como: Pesticidas (fungicidas, herbicidas y aerosoles) utilizados para controlar patógenos o infecciones durante el desarrollo de las plantas de arroz (Setiapermas y Minarsih., 2021). Estos químicos juegan un papel importante en las prácticas agrícolas de hoy en día, sin embargo, su uso concentrado puede dañar la naturaleza y causar problemas ecológicos afectando la calidad del suelo, ahí tenemos los fungicidas más comercializados en este segmento del mundo agrícola en comparación con otros pesticidas utilizados la mayor parte del tiempo (Hongtao et al., 2021). Los agroquímicos son necesarios para el desarrollo y productividad de las plantas, sólo si se encuentran dentro del área de influencia de las raíces de la planta, si algunos de los químicos utilizados se dejan en las áreas mencionadas, no podrán hacer su trabajo e incluso pueden convertirse en productos tóxicos que producen un impacto nocivo en el ambiente (Sri et al., 2021). Por lo tanto, los agroquímicos aplicados al suelo suelen sufrir muchos procesos diferentes como lixiviación, evaporación, degradación y adsorción de tal forma que todos o algunos no llegan a las raíces de las plantas, provocando efectos negativos sobre el ambiente. Una de “sus características de los agroquímicos, contiene metales pesados especiales que son bioconcentrados y persistentes en el suelo y el medio ambiente (Mulyani et al., 2019). La región de San Martín del sur del Perú es apreciada como una de las regiones arroceras más productivas. Actualmente existen unas 84.000 ha dedicadas al cultivo de arroz, así como unas 12.000 ha de arroz en San Martín. Este producto genera más de \$100 millones en movimientos comerciales anuales en esta zona selvática (SENASA, 2017); es por ello que la manipulación de agroquímicos es primordial para los agricultores para mejorar la productividad y sostenimiento de las producciones actuales. Por otro lado, los agricultores enjuagan los equipos de aplicación y separan los restos de su carga de agroquímicos sobre la superficie terrestre, del cual perjudica y contamina los componentes naturales de este; es decir, aleja y minimiza los diversos tipos de vida que ayudan y admiten dar soporte al suelo. El distrito de Cacatachi, ubicado en la provincia de San Martín no está libre de este problema, al ser un sector que se caracteriza por ser zona arroceras, con un aproximado de 3.500 has de arroz al año (SENASA, 2016). Asimismo, una de las

opciones utilizadas es la restauración como tratamiento o secuencia de actuaciones realizadas con el objetivo de restaurar la calidad del subsuelo contaminado (suelo y aguas subterráneas asociadas). Porque constan de diversos métodos que permiten obtener el nivel óptimo de contaminación residual para asegurar la salud de las personas y los ecosistemas, en función del uso definido del lugar. Tales como, “la dolomita es un carbonato doble de calcio y magnesio cuya fórmula química es  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ; no es una variante simple de la caliza, sino que contiene un 30,41 % de  $\text{CaO}$ , 21.86% de  $\text{MgO}$  y el 47.73% de  $\text{CO}_2$  y que en combinación con otros abonos orgánicos se utiliza para la regeneración de suelos (Guo et al., 2018). Además, “el humus se define como una sustancia compuesta de materia orgánica coloidal específica, estos se derivan de la descomposición de residuos orgánicos por parte de microorganismos y organismos como bacterias y hongos”. (Wu, Hongtao et al., 2021).

Seguidamente, se formula el **problema general**: ¿Cuál es la remediación del suelo del cultivo de arroz, con dolomita y humus, Cacatachi, 2022? Seguido de los **problemas específicos**: ¿Cuáles son los metales pesados presentes en el suelo del cultivo de arroz en el pre y post tratamiento con dolomita y humus, Cacatachi, 2022?, ¿Cuáles son las características biométricas de plantas de arroz en post tratamiento con dolomita y humus, Cacatachi, 2022? La investigación se basa en la **justificación social**, mostrar al público una técnica de restauración que utiliza dolomita y humus en suelos contaminados por el cultivo del arroz mediante el uso indiscriminado de pesticidas utilizados para mejorar la producción. Del mismo modo, la **justificación económica**, se enfoca en el abuso del suelo debido a la aplicación de pesticidas, lo que reduce su calidad, promueve bajos rendimientos del cultivo de arroz y tiene un impacto dramático en la economía de las personas y el abastecimiento del mercado. Asimismo, **justificación metodológica** se enfoca en el uso de dolomita y humus en la restauración de suelos contaminados con pesticidas antes de los métodos de tratamiento previo y posterior, seguido de análisis de laboratorio del suelo en el tratamiento previo y posterior determina la proporción de metales pesados concentrados en el suelo, relacionado con la eficacia de la rehabilitación de humus. Por último, **justificación ambiental**, se está realizando un proyecto de investigación que será una herramienta para las autoridades involucradas en el manejo ambiental de cultivos orgánicos en el área

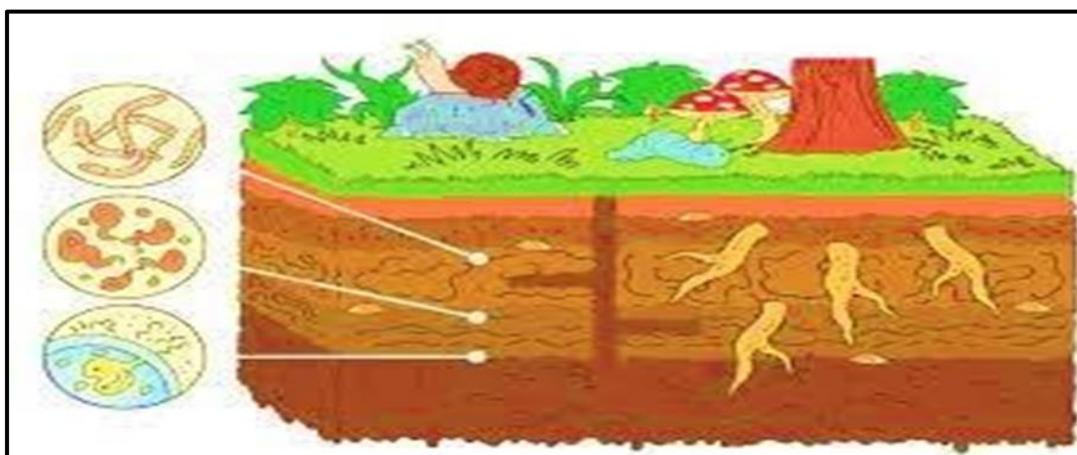
de Cacatachi, enfocándonos en mostrar que el suelo se está deteriorando debido al cultivo de arroz y al abuso de pesticidas y proponemos sugerencias para reducir la contaminación del suelo y restaurar la calidad natural del suelo. Para el proyecto de investigación tenemos los objetivos, **objetivo general**: Evaluar la remediación del suelo del cultivo de arroz, con dolomita y humus, Cacatachi, 2022 seguido de los **objetivos específicos**: Determinar los metales pesados presentes en el suelo del cultivo de arroz en el pre y post tratamiento con dolomita y humus, Cacatachi, 2022, también, registrar las características biométricas de plantas de arroz en post tratamiento con dolomita y humus, Cacatachi, 2022. Finalmente, se formula la **hipótesis de la investigación**. La dolomita y humus, permiten la remediación del suelo del cultivo de arroz, Cacatachi, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

**Sekolah et al., (2020)**, evaluaron el mejoramiento del suelo (*Oryza Sativa, L*) para incrementar la producción de arroz, los mejores métodos de mejoramiento y aplicación de biocarbón para el crecimiento y el beneficio del arroz utilizando un diseño de bloques totalmente aleatorios de replicación de tres propósitos determinación de la combinación: “El primer factor es el mejorador (A), que se manifiesta de tres etapas. Es decir, fertilizante líquido 20 t/ha + zeolita 2 t/ha + dolomita 2 t/ha (a1), compost de paja de arroz 50 t/ha + zeolita 2 t/ha + dolomita 2 t/ha (a2) y paja de arroz compost 75 t/ha + zeolita 3 t/ha + dolomita 3 t/ha (a3), los resultados mostraron una fina aplicación de biocarbón como suplemento o capa de urea 75 t/ha + zeolita 3 ton/ha + dolomita 3 ton/ha en la combinación con compost de paja de arroz por crecimiento es más efectiva para aumentar la disponibilidad de los nutrientes indicados, y el rendimiento del arroz es mejor que otros tratamientos. Asimismo. **Wu, Hongtao et al., (2021)**, realizaron un experimento de incubación de 35 días para influir en los efectos de las tres fracciones de tamaño de partícula de la dolomita (0,5-0,25, 0,25-0,15 y <0,15 mm). Se investigó y se decidió el SOC. Mineralización de dos suelos ácidos de arroz. Se indicó que “las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentaron entre un 3 % y un 7 %, entre un 11 % y un 21 % y entre un 32 % y un 49 % para la dolomita gruesa, media y fina. Se llega a concluir, al manipular el pH del suelo con dolomita, se manifestó que el tamaño de la dolomita es un factor importante en la regulación de la mineralización del COS en suelos ácidos de arroz”. Asimismo, **Sri et al., (2021)**, estudiaron el efecto de aplicar mejoras en el desarrollo y producción de variedades de arroz en las planicies de marea de los arrozales. Usando un diseño de trama dividida de 5 repeticiones. Las variedades de arroz comprobadas fueron Inpari 34, Dendang, Inpara 9, Inpari 35 y Ciherang como parcelas principales, y los tipos de mejoradores probados fueron ácido húmico, yeso, zeolitas y fertilizantes orgánicos como subparcelas. En los resultados se demostró que “el mejor tratamiento fue una combinación de 25 kg de ácido húmico. Ha-1 e Inpari 34 produjeron 8,6 t ha<sup>-1</sup> o un 41 % más de DMG en comparación con Ciherang sin actualización. Conclusión: El uso de diferentes variedades y cultivadores de arroz ha optimizado significativamente el crecimiento y el rendimiento del arroz en los arrozales. La mejor combinación para aumentar el desarrollo y la producción del arroz en planicies intermareales fue Inpari 34 y 25 kg

ha-1 de ácido húmico. **Oviyanti et al. (2019)**, los resultados mostraron que los minerales orgánicos tenían un efecto significativo sobre el pH, el C orgánico y el rendimiento del arroz seco, pero no sobre el N total. “La combinación de ácido húmico 10 kg/ha + zeolita 150 kg/ha + dolomita 100 kg/ha + roca fosfórica 250 kg/ha es la mejor dosis frente a otras combinaciones. Concluyó que la combinación de minerales orgánicos (zeolita, dolomita, ácido húmico y fosfato natural) tiene un efecto significativo sobre el C orgánico, el pH del suelo y el rendimiento del arroz de secano, pero no sobre el porcentaje de N total. **Munive. (2018)**, tuvo como objetivo estudiar el efecto de la aplicación de compost y vermicompost a base de Stevia sobre la extracción de los metales pesados y la fertilidad de los suelos agrícolas del Valle del Mantaro con la aplicación de la técnica de Fitorremediación. Los resultados mostraron que los abonos orgánicos contribuyen a la solubilización del Pb y Cd para una mejor absorción por las plantas; la planta de maíz acumula plomo promedio en las raíces (80%), hojas (15%) y tallos (5%), para cadmio tenemos que acumulan un promedio en las raíces (91%) hojas (6%) y tallos (3%). La planta de girasol acumula plomo en las raíces (55%), hojas (42%), flores (5%) y tallos (3%), en caso de cadmio acumulan en promedio en las raíces (40%), hojas (32%), tallos (20%) y flores (8%), los cultivos extraen mayor Pb cuando el suelo presenta mayor contenido (Muqui); maíz y girasol extraen mayor Cd. Se concluyó que el vermicompost de Stevia fue el más efectivo para la absorción de nutrientes, no afectando a las plantas las altas concentraciones de Pb y Cd del suelo; los cálculos de FBC y FT, indican que maíz y girasol son plantas exclusivas o estabilizadoras. **Ríos y Saavedra. (2019)**, tuvieron como objetivo mejorar la calidad del suelo en cultivos de arroz a través del abonamiento con cascarilla de café y agua miel de cacao. El tipo de investigación fue aplicada, con una población de 3 has y una muestra de 4 sub parcelas, equivalente a las dimensiones de 2 m de ancho y 5 m de largo, siendo 40 m<sup>2</sup> el área a utilizar en los 4 tratamientos, por tal motivo fue aplicada un diseño experimental. Los resultados mostraron que el abonamiento con la dosis de 2kg de cascarilla de café y 800 ml, 900 ml y 1000 ml de agua miel de cacao permitieron la reducción de la concentración de metales pesados en los tratamientos 1, 2 y 3, demostrando la eficacia en la minimización de la contaminación de suelos en cultivos de arroz, el grado de contaminación por acción del abonamiento de cascarilla de café y agua miel de cacao obtuvo la

reducción de los valores de metales pesados y los parámetros fisicoquímicos (Conductividad eléctrica y pH). Concluyeron que los abonos orgánicos tuvieron buenos resultados en la recuperación de los suelos contaminados. **Del Castillo y Encina (2021)**, determinaron la contaminación del suelo con metales pesados, los cuales son producto del uso de plaguicidas en el cultivo de arroz en el sector Mishquiyacu donde se han identificado 4 hectáreas de cultivo de arroz. Se utilizó un diseño experimental, corte transversal descriptivo. Como resultado, los efectos adversos causados por cambios en el ecosistema causados por el abuso de pesticidas resultaron en problemas de salud relacionados con el trabajo debido a la falta de cuidado adecuado. Consecutivamente se detectaron niveles de contaminación de metales pesados en suelos como Cr, Pb, Cu y Ba. Esto supera la tolerancia máxima ECAS y las normas técnicas ecuatorianas. Si usa pesticidas para el cultivo de arroz, contamina las tierras de cultivo. **Huarcaya y Vargas (2021)**, obtuvieron como resultados: 0,23 mg/kg de cadmio menos que la concentración de suelo agrícola especificada por la ECA D.S 0112017 MINAM (1,4 mg/kg). Cuando se aplicaron diferentes dosis, el tratamiento de mayor porcentaje de reducción fue 1 kg de dolomita, resultando 0,15 mg/kg, seguido de una mezcla uniforme de 1/2 kg de gallinaza y 1/2 kg de dolomita. 0,182 mg/kg para ECA de suelo agrícola. Concluyó que el uso de abonos orgánicos para el cultivo de cacao en dosis bajas redujo el cadmio. Las **teorías relacionadas** con la investigación en cuanto al **suelo**, es la superficie biológicamente activa de la corteza terrestre, que actúa como sede de la vida de plantas y animales, proporcionando nutrientes, oxígeno y agua” (Shaaban et al. 2019).



*Figura 1: Composición del suelo*

También se considera como un recurso natural esencial para la producción de otros recursos y juega un papel fundamental en el ciclo natural y la cadena alimentaria (Soria et al. 2022). Cuatro factores importantes están involucrados en la composición del suelo, material mineral que es un componente inorgánico formado por rocas y fragmentos minerales, la materia orgánica son los desechos de la flora y la fauna en diversas etapas de descomposición y dan como resultado el humus (Cuenca et al., 2019). Por lo tanto, el **humus** es una sustancia que ayuda a proporcionar al suelo consistencia, nutrientes y otros beneficios y el agua se retiene en los poros y participa en el transporte de nutrientes, determinando la humedad del suelo y las concentraciones de sales minerales (Radziemska et al. 2020). Se caracteriza por su color negrozco, debido principalmente a la gran cantidad de carbono que contiene. Principalmente se encuentra en las partes altas de los suelos con actividad orgánica (Espinoza, 2019). Cuando la materia orgánica se descompone y produce humus está formada básicamente por fragmentos vegetales como las hojas, los tallos, las raíces, las cortezas, las semillas, el polen en fase de descomposición. También por los exudados de raíces y excrementos de algunos animales como las lombrices y otros animales microbianos del suelo, sin olvidar la aportación que realizan los animales muertos y muchos otros microorganismos, como hongos y bacterias (Cuenca et al., 2019). Es por ello que el humus constituye una reserva importante de materia orgánica en el suelo y su influencia en el suelo es tanto física, química como biológica. Física ya que da consistencia tanto a los suelos ligeros como a los compactos, evita la formación de costras, ayuda a la retención de agua y al drenado de la misma, la química ya que ayuda a regular la nutrición vegetal, mejora el intercambio de iones y la asimilación de abonos minerales, aporta productos nitrogenados al suelo degradado y biológica porque sirve a su vez de soporte y alimento para los microorganismos (Athar et al., 2019). Por ello el humus se considera un reservorio esencial de materia orgánica en el suelo y afecta química, física y biológicamente al suelo, la consistencia tanto en suelos físicos, livianos y compactos, previniendo la formación de costras, apoyando la retención de agua y el drenaje” (Kucera et al. 2020). Químicamente regula la nutrición de las plantas y los iones ayuda a mejora el intercambio y proporciona asimilación de fertilizantes minerales y suministra productos de

nitrógeno a los suelos orgánicos descompuestos, también sirve como soporte microbiano y alimento (Cahyono et al. 2019).



*Figura 2: Características físicas del humus*

En cuanto a la **dolomita** es un carbonato doble de calcio y magnesio, su fórmula química es  $(CaMg (CO_3)_2)$ ; es más que una simple variante de la caliza, contiene el 30.41% de CaO, 21.86% de MgO y el 47.73% de CO<sub>2</sub>, en su forma más pura. Normalmente se presenta en cristales romboédricos y, por lo general, estos cristales son de hábito deformado, muy aplastados, curvos en forma de silla de montar o en formas masivas, compactas o bien en forma de pequeñas geodas (en dolomías). Como impurezas puede contener hierro y manganeso. Su color varía entre blanco, gris rosado, rojizo, negro, a veces con matices amarillento, parduzco o verdusco, predominando el incoloro o blanco grisáceo, el cual presenta un aspecto vítreo aperlado y es de transparente a translúcida. Tiene una dureza de 3.5 a 4, un peso específico de 2.9 g/cm<sup>3</sup> y forma la roca denominada dolomita (Lasota et al., 2021). Además, la dolomita corrige el pH de los suelos ácidos por la presencia de Ca e incorpora niveles adecuados de Mg para mejorar la función de fotosíntesis y es un ingrediente esencial de la clorofila de la planta” (Athar et al. 2019).

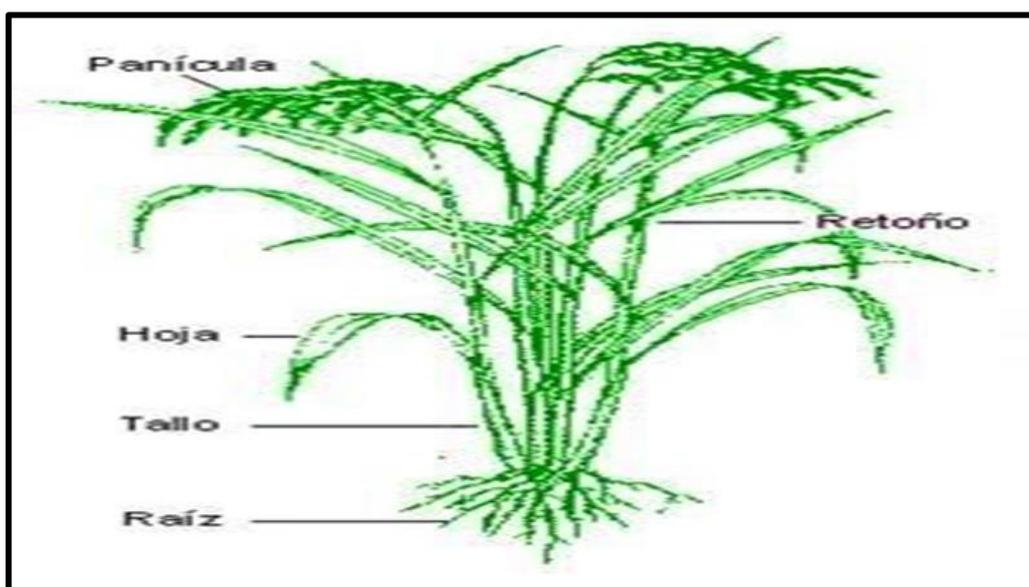


*Figura 3: Aplicación de dolomita para la recuperación del suelo contaminado*

La **contaminación del suelo** es el cuerpo receptor de sustancias tóxicas en la superficie del suelo, que es peligrosa para la sobrevivencia de todo ser vivo (Zheryakov et al.2022). Los factores que afectan la contaminación del suelo son aspecto de cada sustancia, toxicidad, concentración, biodegradación potencial y tiempo de residencia en el suelo. Como las condiciones climáticas presentes en esta zona. Por ejemplo, la lluvia, arrastra los contaminantes mediante la lixiviación y escorrentía contaminando las fuentes de agua. Otro ejemplo es el viento, que hace que las partículas contaminan zonas lejanas y lleguen al lugar donde se originaron (Litvinovich et al. 2020). Por otro lado, los **metales pesados** depositados en la capa superior del suelo, como: el plomo, el cadmio, el cromo y el arsénico están presentes en altas concentraciones como pesticidas residuales. También se consideran el producto de la quema de carbón, que es una de las principales causas de la degradación de metales en el suelo (Litvinovich et al. 2019). Como el **cadmio** es un metal pesado coligado con algunos problemas de salud; el aumento de las concentraciones de metales en los suelos agrícolas provoca importantes problemas ambientales debido a su movilidad y facilidad de absorción por las plantas (Kowalska et al. 2020). Además, el **plomo** es un metal pesado que no es biodegradable y permanece en el medio ambiente”. Su alta biodisponibilidad supone un riesgo para todos los seres vivos. Puede perjudicar a casi cualquier órgano o sistema del cuerpo humano (Kisic et al. 2021). Asimismo, el **cromo** es un metal que las plantas absorben fácilmente. La captación de Cr (III) es principalmente un proceso pasivo, mientras que la captación de Cr (VI) está mediada metabólicamente (Kowalska et al. 2020). También el **arsénico** es un

metal grisáceo que se presenta en tres estados de oxidación: As, As + 3 y As + 5. En solución, el arsénico puede estar presente como arsenito (As + 3), arsénico (As + 5) y varios complejos orgánicos. Los arseniatos inorgánicos constituyen sales con cationes de calcio y hierro (Dovletyarova et al. 2021). Debido a las concentraciones de metales pesados en los suelos, se establece la recuperación del suelo con un conjunto de acciones necesarias para restaurar cualquier actividad prevista en un programa de desarrollo urbano o zonificación ecológica aplicable a la zona afectada (Lasen et al. 2018). Además, el término **recuperación o remediación** se usa como sinónimo de restauración, reversión, restauración y rejuvenecimiento del suelo (Gheorghe et al. 2019). Por otro lado, la **planta de arroz** se cultiva en terrenos inundados por la lluvia y el riego, la profundidad del agua varía de 5 a 50 cm conocidas como arroz flotante y arroz de aguas profundas por lo que se siembra en áreas inundadas (Kowalska et al. 2020). Donde la eficacia de la dolomita y el humus permite beneficiar los residuos orgánicos y recuperar la materia orgánica del suelo, consienten en fijar el carbono en el suelo y ayudan a optimizar el suelo añadiendo fuerza, elasticidad, estructura y aireación para permitir que las raíces de las plantas respiren (Firnia y Rohmawati. 2022).

La **característica biométrica del arroz** es el rasgo biométrico de la planta, una herramienta importante para comprender la variación genética en la población y la relación entre esta variación y los factores ambientales (Akmaldi et al. 2020).



*Figura 4: Partes de la planta de arroz*

Por lo tanto, el estado fenológico biológico se puede precisar como cualquiera de los cambios o fenómenos que experimenta el arroz a lo largo de su ciclo de vida. Para ello, se muestra el estado biofenológico hasta que la planta ya no está sujeta a ciertos cambios (Persson, et al. 2021).

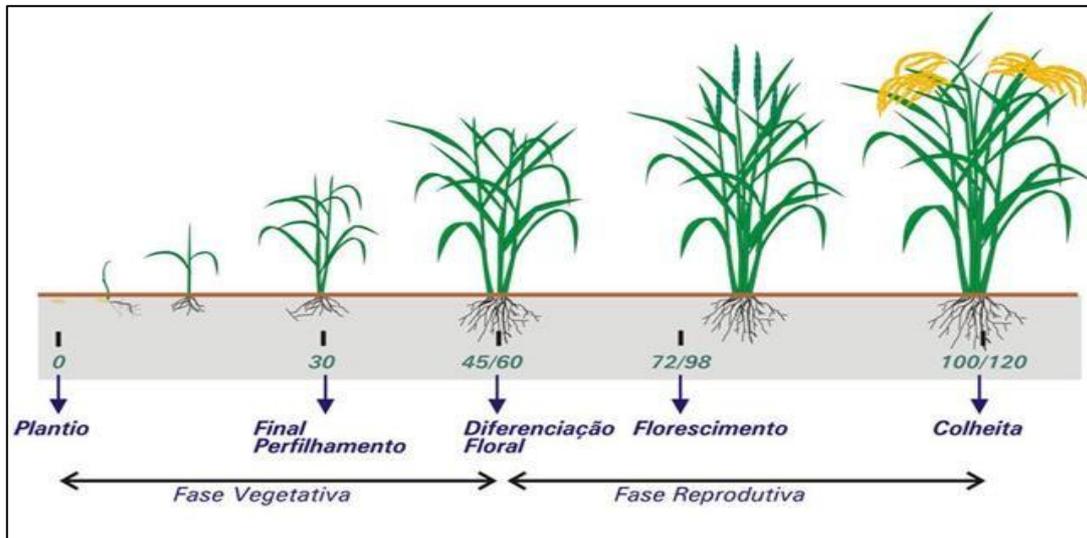
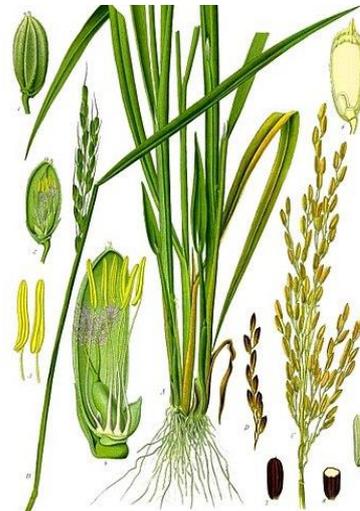


Figura 5: Procesos fenológicos de la planta de arroz

Tabla 1: Taxonomía del arroz

<b>Taxonomía</b>	
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Liliopsida
<b>Subclase:</b>	Commelinidae
<b>Orden:</b>	Poales
<b>Familia:</b>	Poaceae
<b>Subfamilia:</b>	Ehrhartoideae
<b>Tribu:</b>	Oryzeae
<b>Género:</b>	Oryza
<b>Especie:</b>	Oryza sativa L.



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación.** El tipo de investigación es **aplicada**, Sánchez & Reyes (2006), “la investigación aplicada tiene como objetivo resolver problemas prácticos por el momento para cambiar la situación”. El propósito de contribuir al conocimiento teórico es secundario. (Sánchez, 2016, p.10).

**Diseño de investigación.** El tipo de diseño de la investigación es cuasiexperimental, la característica o elemento esencial del proyecto se realizó mediante la manipulación de la variable independiente, esto implica un manejo u operación deliberada por parte del investigador con respecto a la variable independiente, llamada también variable experimental o de tratamiento. (Sánchez, 2016, p.10).

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Dolomita y humus.

**Definición conceptual:** “La dolomita se encarga de corregir la excesiva acidez del suelo se considera una práctica común. Al igual que el humus, es una mezcla de compuestos producto de los efectos digestivos y enzimáticos de las lombrices, que es eficaz en el tratamiento de suelos contaminados”. (Oviyanti et al., 2019).

**Definición operacional:** La dolomita y el humus serán adquiridos y aplicados en 3 tratamientos con su respectiva dosis, para luego ser monitoreada los cambios en la planta por la aplicación de los compuestos orgánicos.

**Indicadores:** Altura de planta, ancho de hojas, número de hojas, número de tallos por macollo, color de hojas.

**Escala de medición:** Nominal.

**Variable dependiente:** Remediación del suelo del cultivo de arroz.

**Definición conceptual:** La remediación de los suelos de cultivos de arroz es un proceso o secuencia de operaciones realizadas con el objetivo de restaurar la calidad del subsuelo contaminado para beneficiarse de mejores rendimientos (Wu, Hongtao et al, 2021).

**Definición operacional:** Se realizará la aplicación de dolomita y humus para la recuperación del suelo contaminado y favorecer el desarrollo de la planta de arroz con una mejor producción (Fernández, 2019, p.52).

**Dimensiones:** Tipo de metales pesados.

**Indicadores:** Cadmio, plomo, cromo VI y arsénico.

**Escala de medición:** nominal.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** Está formada por 176 plantas de arroz del distrito de Cacatachi.

- **Criterios de inclusión** se refirió a las características de las plantas de la población que la hicieron elegible para participar en el estudio. Los criterios de exclusión por su parte se refirieron a las características específicas de la población que la hacen inelegible para su estudio.
- **Criterios de exclusión** se consideraron a las plantas de arroz con mejor características vigorosas por el efecto de la dolomita y humus.

**Muestra:** Será considerada por 48 plantas de arroz usadas en 4 tratamientos por dolomita o humus.

$$n = \frac{(Z)^2(N)(p)(q)}{(e)^2(N - 1) + Z^2(p)(q)}$$

$n$ : Tamaño de la muestra= ¿?

$N$ : Número de la población= 176 plantas

$Z$ : 90%= 1.65

$p$ : 0.6

$q$ : 0.4

$e$ : 10%= 0.1

$$n = \frac{(Z)^2(N)(p)(q)}{(e)^2(N - 1) + Z^2(p)(q)}$$

$$n = \frac{(1.65)^2(176)(0.6)(0.4)}{(0.1)^2(176 - 1) + 1.65^2(0.6)(0.4)}$$

$$n = \frac{(2.7225)(42.24)}{(0.01)(175) + 0.6534}$$

$$n = \frac{114.998}{2.403}$$

$n = 48$  Plantas de arroz

**Muestreo:** Es tipo probabilístico aleatorio porque en cada elemento de la población tiene cierta probabilidad de ser seleccionado durante el proceso de muestreo.

**Unidad de análisis:** Suelo contaminados de cultivos de arroz en base a 5 kg.

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

#### Técnicas de recolección de datos

Las técnicas para la recolección y procesamiento de datos del proyecto de investigación fueron mediante una búsqueda integral, válido y confiable de comportamientos y situaciones que serán observables el comportamiento de las plantas las cuales son:

- Observación
- Análisis documental

#### Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos de la investigación fueron los siguientes:

- Guía de observación. Permite al observador emplazar sistemáticamente en aquello que realmente es objeto de estudio para la investigación; además será quien conduce la recolección y obtención de datos e información del hecho o fenómeno para ser procesados.

- Ficha de recolección de datos. Fue donde plasmamos por escrito toda información importante que fueron encontrados en el proceso de aplicación de la dolomita y el humus, además el efecto en el desarrollo de las plantas.

### **3.5. Procedimiento**

El procedimiento del proyecto se desarrolló en las siguientes 3 etapas siguientes:

#### **ETAPA 1: GABINETE INICIAL**

- Aprobación del título de investigación
- Recopilación de información bibliográfica.
- Estudios relacionados con el trabajo de investigación.
- Consultas a especialistas ligados al tema de investigación.
- Se elaboraron fichas de tomas de datos y de monitoreo.

#### **ETAPA 2: CAMPO Y LABORATORIO**

- Se hizo el reconocimiento del área de estudio.
- Se tomaron las coordenadas del área de influencia directa.
- Se obtuvo las muestras de suelo en zigzag de 6 puntos de muestreos de las 4 parcelas de 4m<sup>2</sup>, se mezcló las 6 muestras en 1 muestra y se llevó la muestra de suelo al laboratorio de la Universidad Nacional de San Martín.
- Se realizó la adecuación del área de influencia como: (Arado del suelo y fangueo del suelo con agua).
- Se obtuvo la dolomita y humus y se realizó el pesado para el respectivo tratamiento.
- Las parcelas fueron divididas por cada cuadrante donde se plantarán las plantas de arroz en 4 áreas diferentes, cada una para la aplicación de los diferentes tratamientos (T1, T2, T3 y T0).
- Cada parcela estuvo separada por 1 metro de distanciamiento, para la observación de la diferencia de los tratamientos.

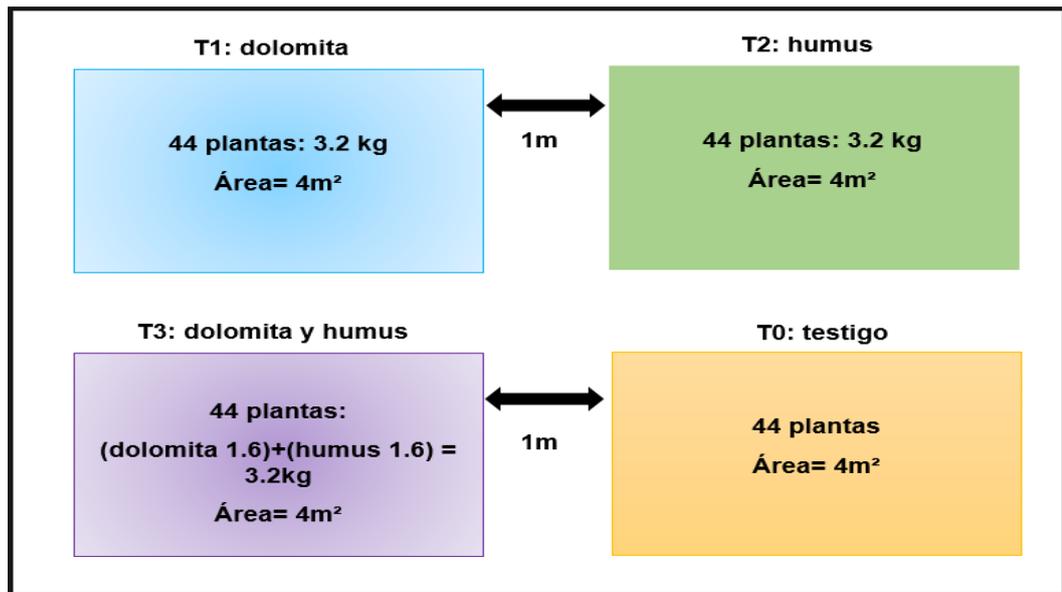


Figura 6: Estructura de los tratamientos

- Se aplicó la dolomita y humus en áreas de 4m<sup>2</sup> una dosis específica de 3.2 kg por cuadrante demarcado.
- Se obtuvo las plántulas de arroz del almácigo con edad de 25 días
- Se realizó el sembrado de las plántulas del arroz.
- Se efectuó la evaluación biométrica las dos primeras por un periodo de 15 días y las dos últimas cada semana de las cuatro parcelas demarcadas seleccionando 3 plantas de arroz por cada cuadrante.



Figura 7: Primera evaluación biométrica

- Se llevó a cabo el conteo del número de hojas por planta.
- Se realizaron las mediciones de altura de planta en cm.
- Se midió el ancho de las hojas mm.
- Se identificaron las coloraciones de las hojas



*Figura 8: Identificación de la coloración de las hojas de arroz*

- Se realizó el conteo de número de tallos por macollo.
- Se obtuvo las muestras de suelo post tratamiento por cada tratamiento, se llevó las muestras de suelo al laboratorio de la universidad Nacional San Martín.

### **ETAPA 3: GABINETE, ÚLTIMA ETAPA**

- Se ejecutó el procesamiento de datos del resultado de los tratamientos de aplicación de dolomita y humus.
- Se plasmó el procesamiento de datos recopilados en los formatos a utilizar.
- Se elaboró e interpretó los resultados obtenidos.
- Se realizó la presentación del informe final.
- Se subsanaron todas las observaciones.
- Al final se llevó a cabo la sustentación del proyecto final.

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

En la investigación los datos recopilados durante el proceso de tratamiento son procesados y analizados a través de cuadros, tablas y gráficos mediante

el programa Microsoft Excel y SPSS y adjuntados al documento Word del informe final.

### **3.7. Aspectos éticos**

El proyecto de investigación fue manejado mediante el uso de fuentes confiables, respetando el derecho intelectual de cada uno de ellos. Donde la investigación fue elaborada de acuerdo a la guía de la Universidad César Vallejo con la resolución N° 110-2022, donde está establecido el formato de proyecto de investigación, asimismo respetando el derecho intelectual de la norma internacional ISO 690 de documentación y referencias bibliográficas.

#### IV. RESULTADOS

Luego de las investigaciones realizadas, se obtuvieron los siguientes resultados:

##### **Metales pesados presentes en el suelo del cultivo de arroz en el pre y post tratamiento con dolomita y humus, Cacatachi.**

**4.1.** El metal pesado arsénico (As) en el suelo del cultivo de arroz, en Cacatachi, es de 12,02 ppm sin tratamiento; luego, con la incorporación de 8000 kg/ha de dolomita se produjo la remediación a 10,96 ppm, a 45 días de la aplicación, que sería 9 % menos. Con la incorporación de 8000 kg/ha de humus se produjo la remediación a 9,23 ppm, a 45 días de la aplicación, que sería 23 % menos. Con la incorporación de 8000 kg/ha de la mezcla a igual cantidad de dolomita y humus, se produjo la remediación a 10,89 ppm, a 45 días de la aplicación, que sería 9 % menos. Empero, con relación al ECA del suelo (DS N° 011-2017-MINAM), el suelo de arroz sin tratamiento contiene 76 % menos; con la incorporación de 8000 kg/ha de dolomita contiene 78,1 % menos; con la incorporación de 8000 kg/ha de humus contiene 81,5 % menos; con la incorporación de 8000 kg/ha de la mezcla uniforme de dolomita y humus contiene 78,2 % menos de Arsenio. El metal pesado cromo (Cr) en el suelo del cultivo de arroz, en Cacatachi, es de 0,1 ppm sin tratamiento; luego, con la incorporación de 8000 kg/ha de dolomita se produjo la remediación a 0,086 ppm, a 45 días de la aplicación, que sería 14 % menos. Con la incorporación de 8000 kg/ha de humus se produjo la remediación a 0,071 ppm, a 45 días de la aplicación, que sería 29 % menos. Con la incorporación de 8000 kg/ha de la mezcla a igual cantidad de dolomita y humus, se incrementó a 0,12 ppm, a 45 días de la aplicación, que sería 20 % más que el testigo. Empero, con relación al ECA del suelo (DS N° 011-2017-MINAM), el suelo de arroz sin tratamiento contiene 75 % menos de Cr; con la incorporación de 8000 kg/ha de dolomita contiene 78,5 % menos; con la incorporación de 8000 kg/ha de humus contiene 82,3 % menos; con la incorporación de 8000 kg/ha de la mezcla uniforme de dolomita y humus contiene 70,00 % menos de cromo. El metal pesado cadmio (Cd) en el suelo del cultivo de arroz, en Cacatachi, es de 0,18 ppm sin tratamiento; luego, con la incorporación de 8000 kg/ha de dolomita se produjo el incremento a 0,2 ppm, a 45 días de la aplicación, que sería 11 % más. Con la incorporación de 8000 kg/ha de humus se produjo el incremento a 0,19 ppm, a 45 días de la aplicación, que sería 6 % más de Cr. Con la incorporación de 8000 kg/ha de la

mezcla a igual cantidad de dolomita y humus, se produjo el aumento a 0,21 ppm, a 45 días de la aplicación, que sería 17 % más de cadmio que el testigo. Empero, con relación al ECA del suelo (DS N° 011-2017-MINAM), el suelo de arroz sin tratamiento contiene 87,1 % menos de Cd; con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita contiene 85,7 % menos de Cd; con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus contiene 86,4 % menos de Cd; con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de la mezcla uniforme de dolomita y humus contiene 85,00 % menos de Cd. El metal pesado plomo (Pb) en el suelo del cultivo de arroz, en Cacatachi, es de 62,1 ppm sin tratamiento; luego, con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita se produjo la remediación a 60,12 ppm, a 45 días de la aplicación, que sería 3 % menos. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus se produjo la remediación a 56,23 ppm, a 45 días de la aplicación, que sería 9 % menos de Pb. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de la mezcla a igual cantidad de dolomita y humus, se produjo el aumento a 63,25 ppm, a 45 días de la aplicación, que sería 2 % más de plomo que el testigo. Empero, con relación al ECA del suelo (DS N° 011-2017-MINAM), el suelo de arroz sin tratamiento contiene 11,3 % menos de Pb; con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita contiene 14,1 % menos de Pb; con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus contiene 19,7 % menos de Pb; con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de la mezcla uniforme de dolomita y humus contiene 9,64 % menos de Pb (tabla 2; figura 9, 10, 11 y 12).

Tabla 2: Metales pesados del suelo pre y post aplicación de dolomita y humus.

		<b>Arsénico (As) ppm</b>	<b>Cromo VI (Cr) ppm</b>	<b>Cadmio (Cd) ppm</b>	<b>Plomo (Pb) ppm</b>
<b>Pre aplicación</b>	<b>T0 testigo</b>	12.02	0.1	0.18	62.1
	<b>T1 dolomita</b>	10.96	0.086	0.2	60.12
<b>Post aplicación</b>	<b>T2 humus</b>	9.23	0.071	0.19	56.23
	<b>T3 dolomita y humus</b>	10.89	0.12	0.21	63.25
<b>DS N° 011-2017- MINAM</b>	<b>ECA SUELO</b>	50	0.4	1.4	70

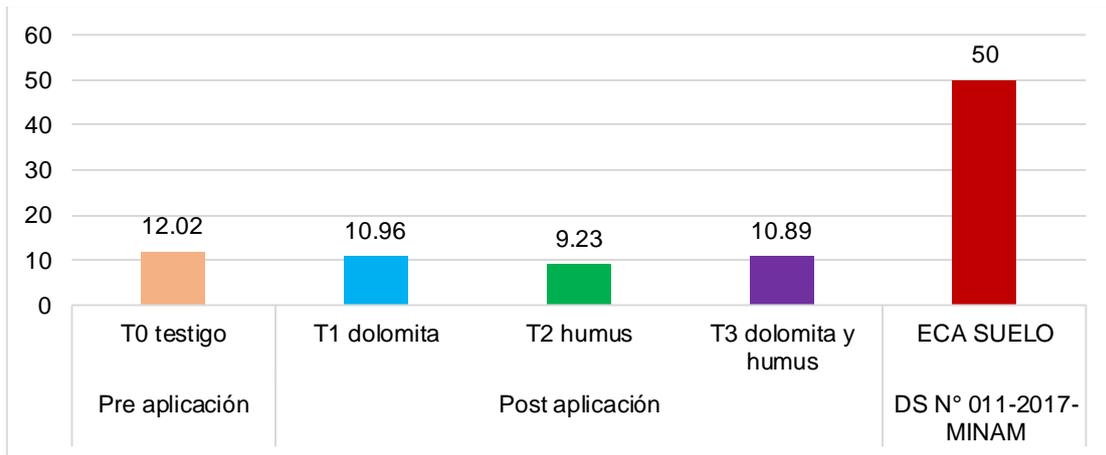


Figura 9: Metal pesado (As) en pre y post tratamiento con dolomita y humus

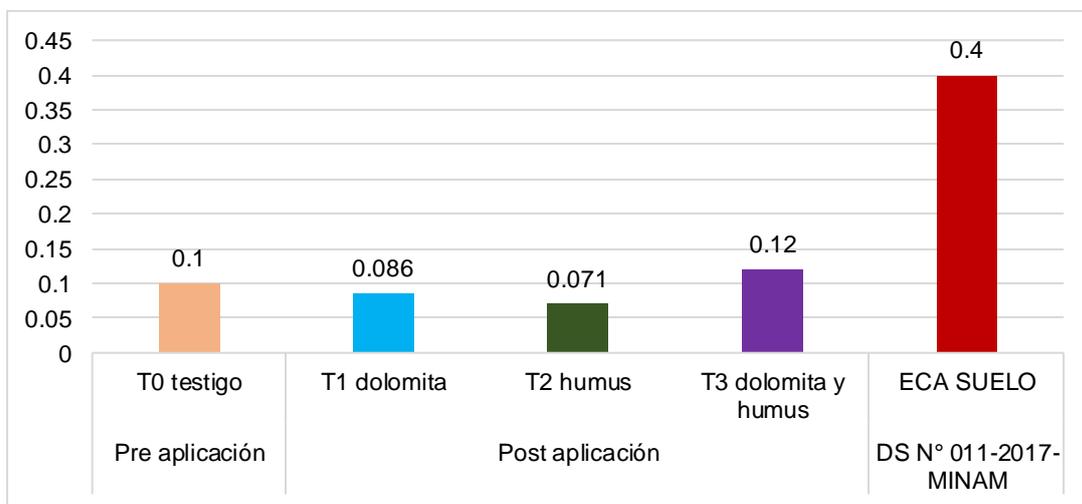


Figura 10: Metal pesado (Cr) en pre y post tratamiento con dolomita y humus

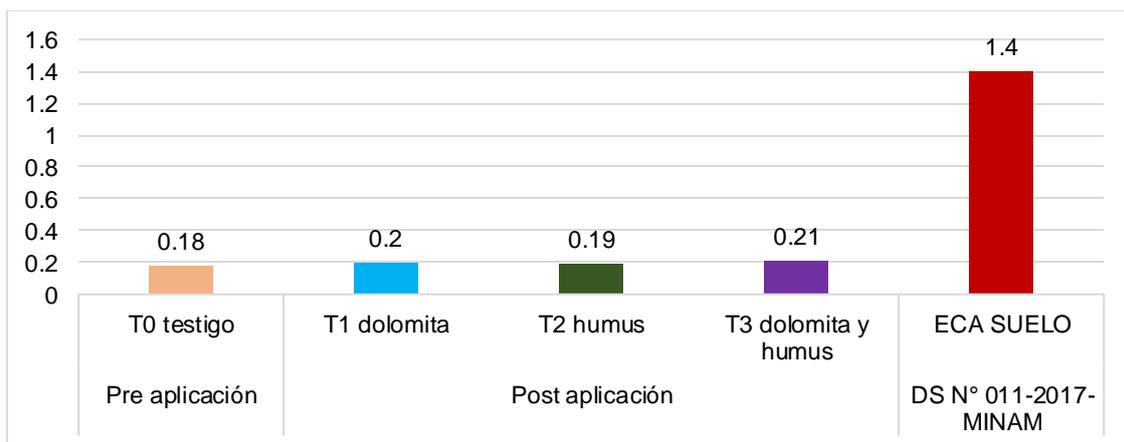


Figura 1: Metal pesado (Cd) en pre y post tratamiento con dolomita y humus

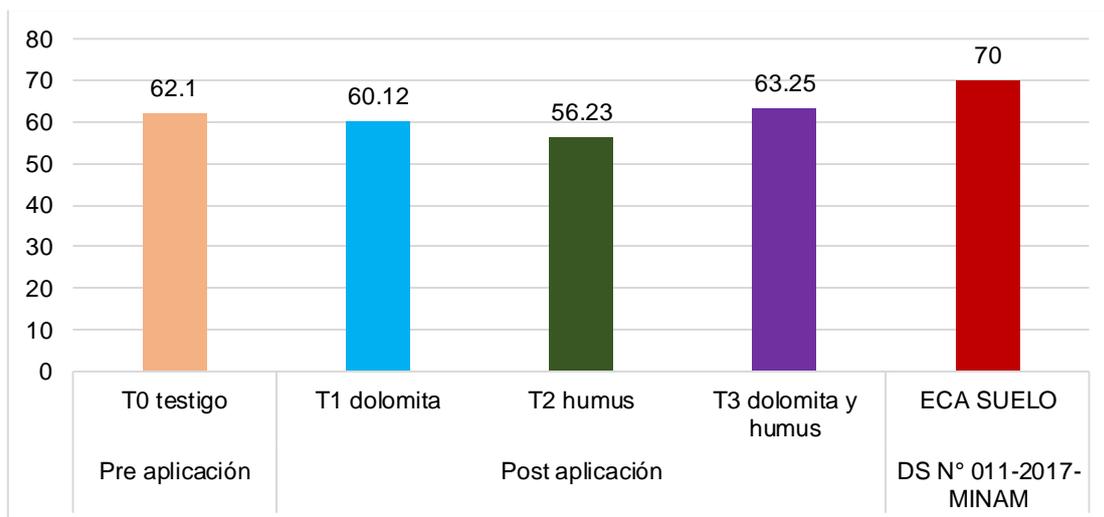


Figura 12: Metal pesado (Pb) en pre y post tratamiento con dolomita y humus

**4.2.** Las características del suelo del cultivo de arroz, en Cacatachi fueron: La textura del suelo es arcillosa, sin tratamiento es de 45,36%; luego con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita aumentó a 46,36%. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus se redujo a 45,23% con la incorporación de 4000kg/ha-1 de cada producto de dolomita y humus aumentó a 48,56%. El pH del suelo sin tratar es de 8,34. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita disminuyó el pH a 8,18. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus redujo el pH a 8,23 con la incorporación de 4000 kg/ha-1 de cada producto de dolomita y humus descendió el pH a 7,84. La conductividad eléctrica (C.E) sin tratamiento es de 343,25 us/cm. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita aumentó la C.E a 550,36 us/cm. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus aumentó la C.E a 348,52 us/cm. Con la incorporación de 4000 kg/ha-1 de cada producto de dolomita y humus tuvo mayor aumento de la C.E a 778,56 us/cm. La materia orgánica sin tratamiento fue de 2,85%. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita disminuyó la MO a 2,64%. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus aumento la MO a 2,96%. Con la incorporación de 4000 kg/ha-1 de cada producto de dolomita y humus la MO aumentó a 3,12%. Para el nitrógeno (N) sin tratamiento es de 0,10%. Luego con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita el N aumentó a 0,12%. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus el N aumentó a 0,13%. Con la incorporación de 4000 kg/ha-1 de cada producto de dolomita y humus el N aumentó a 0,14%. El fósforo (P) sin tratamiento es de 10,23ppm. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita el P aumentó a 13,25 ppm. Con la incorporación de 8000

kg/ha-1 de humus el P aumento a 10,89ppm. Con la incorporación de 4000 kg/ha-1 de cada producto de dolomita y humus el P aumento a 19,56ppm. El potasio (K) sin tratamiento tuvo 232,25ppm. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita el K disminuyó a 214,56ppm. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus el K menor a 200,36 ppm. Con la incorporación de 4000 kg/ha-1 de cada producto de dolomita y humus el K aumentó a 263,25ppm. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) sin tratamiento es de 14. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita el CIC aumentó a 15. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus el CIC disminuyó a 12. Con la incorporación de 4000kg/ha-1 de cada producto de dolomita y humus el CIC aumentó a 20. El calcio (Ca) sin tratamiento fue de 12,12. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita el Ca aumentó a 13,25. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus el Ca disminuyó a 11,23. Con la incorporación de 4000 kg/ha-1 de cada producto de dolomita y humus el Ca aumentó a 17,56. El magnesio (Mg) sin tratamiento fue de 0,58. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita el Mg aumentó a 0,63. Con la incorporación de 8000kg/ha-1 de humus el Mg disminuyó a 0,52. Con la incorporación de 4000 kg/ha-1 de cada producto de dolomita y humus el Mg aumentó a 1,12. El sodio (Na) sin tratamiento fue de 0,28. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita el Na aumentó a 0,6. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus el Na disminuyó a 0,21. Con la incorporación de 4000 kg/ha-1 de cada producto de dolomita y humus el Na aumento a 0,36 (Tabla 3).

Tabla 3: Caracterización del suelo pre y post aplicación de dolomita y humus.

Indicadores	Pre aplicación		Post Aplicación	
	T0 testigo	T1 dolomita	T2 humus	T3 dolomita y humus
Textura arcillosa %	45.36	46.36	45.23	48.56
pH	8.34	8.18	8.23	7.84
C.E us/cm	343.25	550.36	348.52	778.56
Materia Orgánica %	2.85	2.64	2.96	3.12
N %	0.10	0.12	0.13	0.14
P ppm	10.23	13.25	10.89	19.56
K ppm	232.25	214.56	200.36	263.25
CIC	14.00	15	12	20
Ca	12.12	13.25	11.23	17.56

Mg	0.58	0.63	0.52	1.12
Na	0.28	0.3	0.21	0.36

**Características biométricas de plantas de arroz en post tratamiento con dolomita y humus.**

**4.3.** La altura de plantas de arroz a los 44 días del trasplante es de 61,14 cm con tratamiento de humus a dosis de 8000 kgha-1. 61 cm con tratamiento de dolomita y humus a dosis de 4000 Kgha-1 cada producto. 59,25 cm con tratamiento de dolomita a dosis de 8000 kgha-1. 45,75 cm sin tratamiento (tabla 4, figura 13)

Tabla 4: Altura de plantas de arroz según tratamientos (cm)

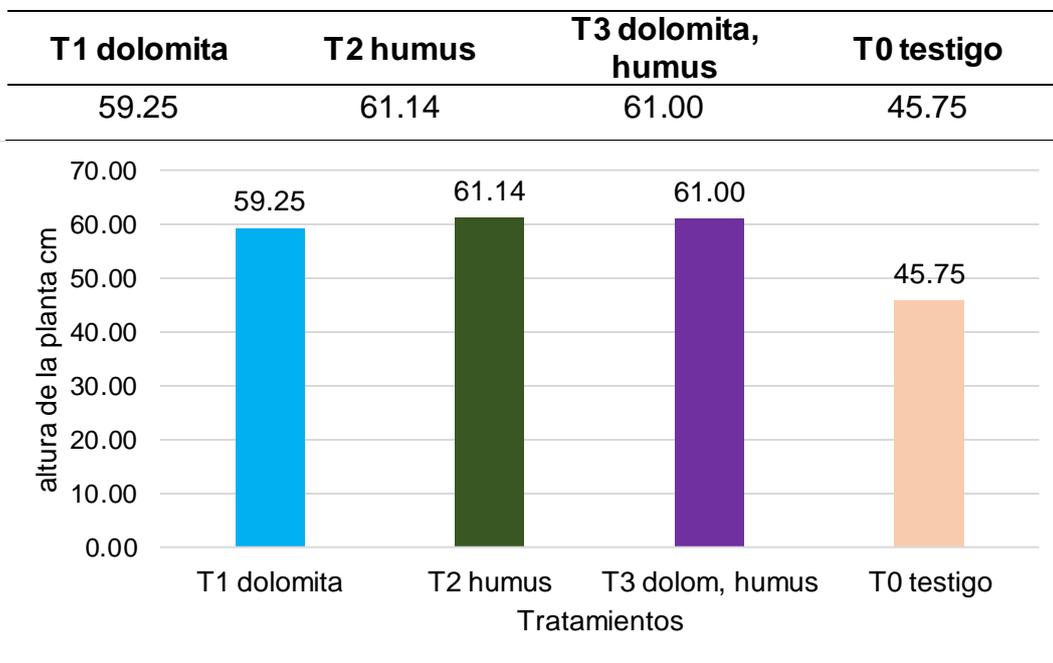


Figura 13: Evaluación del promedio de altura de la planta de arroz en base a los tratamientos.

**4.4.** El ancho de hojas de plantas de arroz a los 44 días del trasplante es de 8,59 mm con tratamiento de dolomita y humus a dosis de 4000 kgha-1 de cada producto. 8,52 mm con tratamiento de dolomita a dosis de 8000 Kgha-1. 8,51 mm con tratamiento de humus a dosis de 8000 kgha-1. 7,43 mm sin tratamiento (tabla 5, figura 14).

Tabla 5: Ancho de hojas de la planta de arroz según tratamientos (mm).

T1 dolomita	T2 humus	T3 dolomita, humus	T0 testigo
8.52	8.51	8.59	7.43

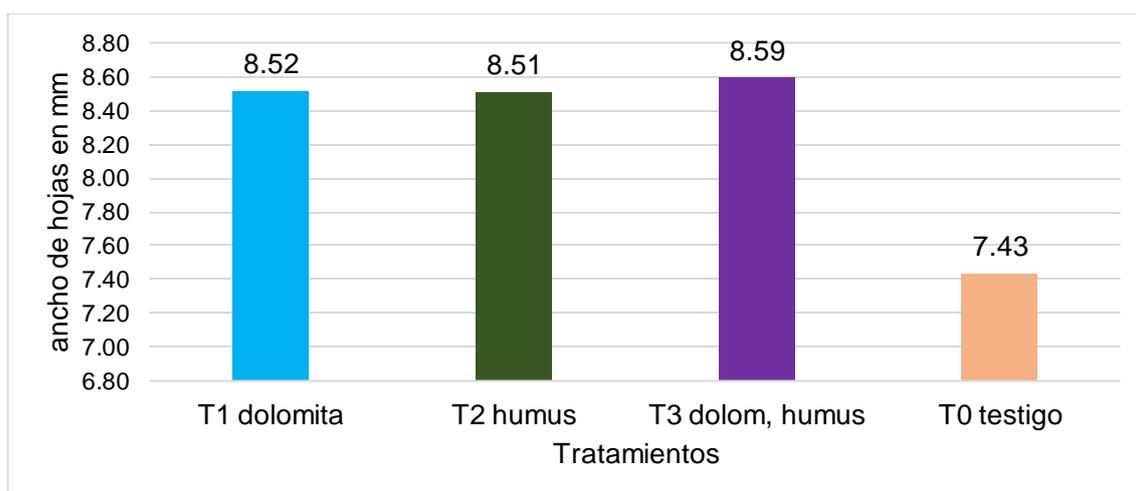


Figura 14: Evaluación del promedio del ancho de la hoja de la planta de arroz en base a los tratamientos

4.5. Número de hojas de plantas de arroz a 44 días del trasplante es de 101,75 con tratamiento de humus a dosis de 8000 kgha-1. 95,25 con tratamiento de dolomita y humus a dosis de 4000 Kgha-1 de cada producto. 93,33 con tratamiento de dolomita a dosis de 8000 kgha-1. 70,08 sin tratamiento (tabla 6, figura 15)

Tabla 6: Número de hojas de plantas de arroz según tratamientos.

T1 dolomita	T2 humus	T3 dolomita, humus	T0 testigo
93.33	101.75	95.25	70.08

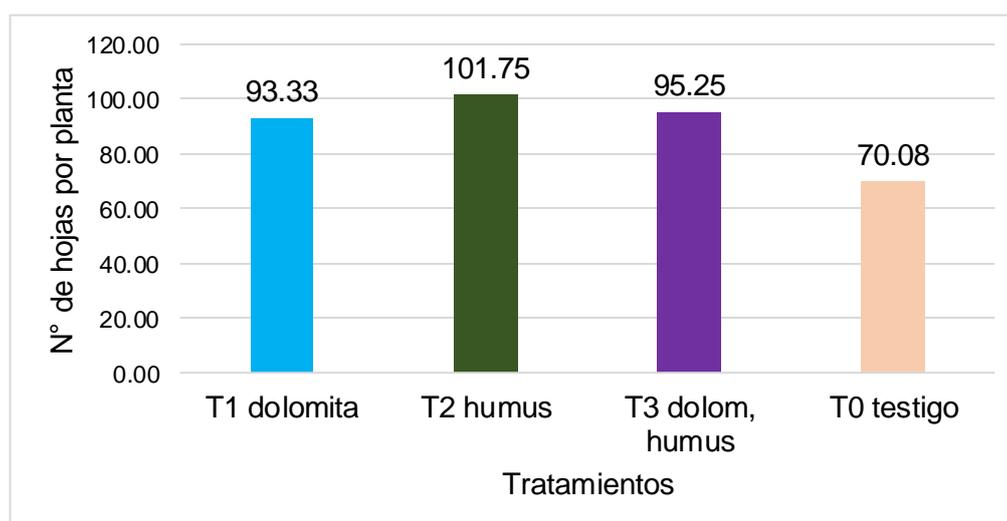


Figura 15: Evaluación del promedio del número de hojas de la planta de arroz en base a los tratamientos.

**4.6.** Número de tallos por macollos de plantas de arroz de 44 días es de 31,00 con tratamiento de humus a dosis de 8000 kg/ha-1. 29,42 con tratamiento de dolomita y humus a dosis de 4000 Kg/ha-1 de cada producto. 28,42 con tratamiento de dolomita a dosis de 8000 kg/ha-1. 22,25 sin tratamiento (tabla 7, figura 16)

Tabla 7: Número de tallos por macollo de plantas de arroz según tratamientos.

T1 dolomita	T2 humus	T3 dolomita, humus	T0 testigo
28.42	31.00	29.42	22.25

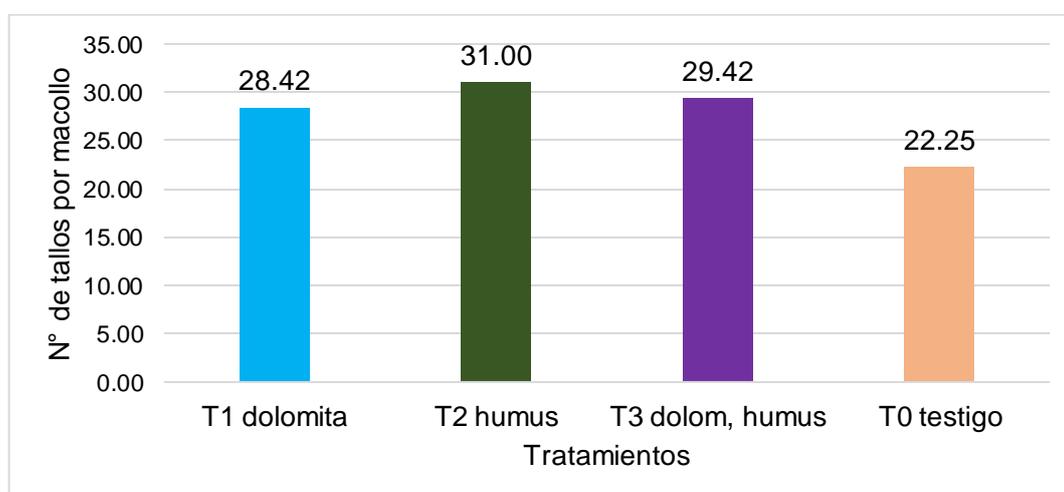
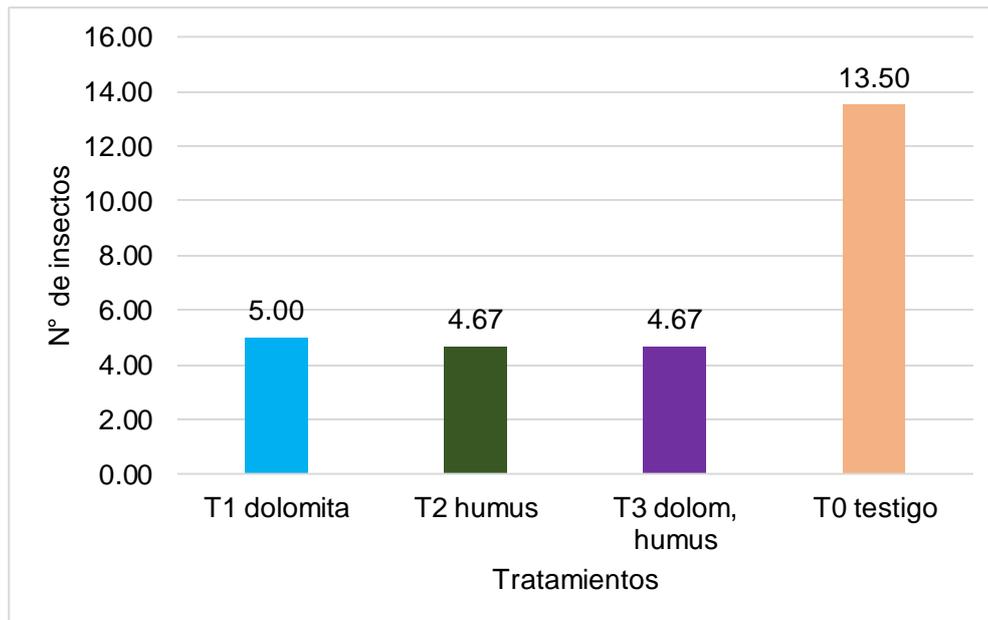


Figura 16: Evaluación del promedio del número de tallos por macollo de la planta de arroz en base a los tratamientos

**4.7.** Número de insectos de plantas de arroz a 44 días del trasplante es de 13,50 sin tratamiento. 5,00 con tratamiento de dolomita a dosis de 8000 kg/ha-1. 4,67 con tratamiento de humus a dosis de 8000 kg/ha-1. 4,67 con tratamiento de dolomita y humus a dosis de 4000 Kg/ha-1 de cada producto (Tabla 8, figura 17).

Tabla 8: Número de insectos de plantas de arroz según tratamientos.

T1 dolomita	T2 humus	T3 dolomita, humus	T0 testigo
5.00	4.67	4.67	13.50

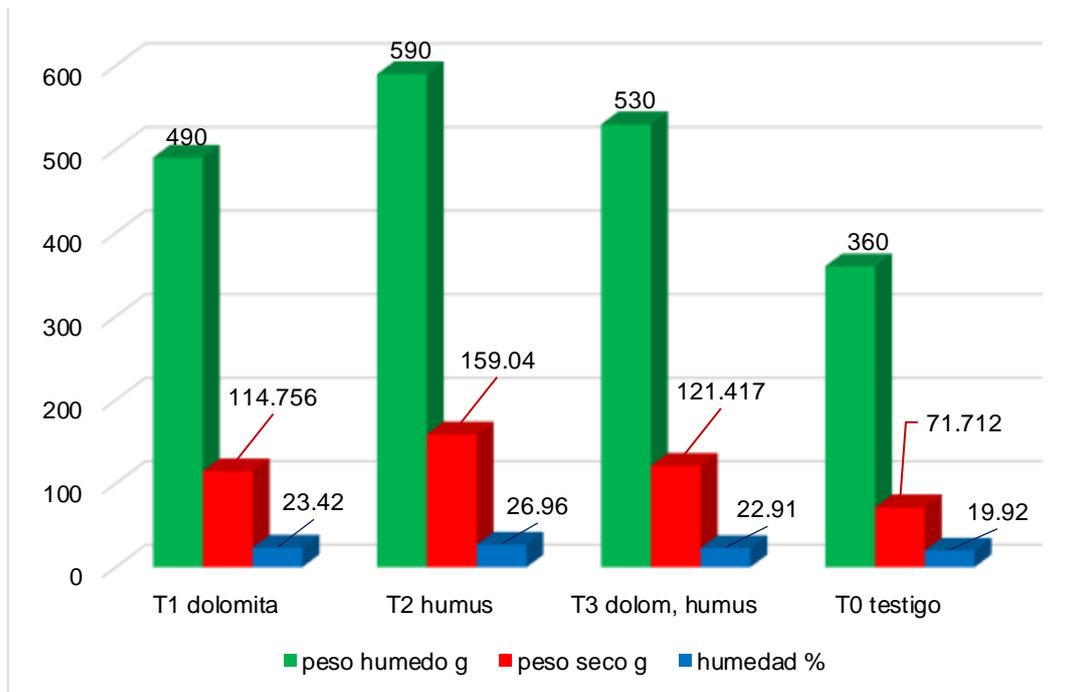


*Figura 17: Evaluación del promedio del número de insectos por planta de arroz en base a los tratamientos*

**4.8.** El peso húmedo de las plantas de arroz es 590 g con tratamiento de humus a dosis de 8000 kgha-1, peso seco en humus 159,04g con 26,96% de humedad; peso húmedo 530g con tratamiento de dolomita y humus a dosis de 4000 Kgha-1 de cada producto, peso seco en dolomita y humus 121,417g con 22,91% de humedad; peso húmedo 490 g con tratamiento de dolomita a dosis de 8000 kgha-1, peso seco dolomita 114,756g con 23,42% de humedad; peso húmedo 360g sin tratamiento, peso seco 71,712 con 19,92 % de humedad. (Tabla 9, figura 18)

Tabla 9: Humedad de plantas de arroz según tratamientos, Tarapoto 2022

Parámetros	T1 dolomita	T2 humus	T3 dolomita, humus	T0 testigo
peso húmedo (g)	490	590	530	360
peso seco (g)	114.756	159.04	121.417	71.712
% humedad	23.42	26.96	22.91	19.92



*Figura 18: Humedad de plantas de arroz en base a los tratamientos*

#### **Remediación del suelo del cultivo de arroz, con dolomita y humus, Cacatachi.**

**4.9** El metal pesado Arsénico (As) en el suelo del cultivo de arroz, en Cacatachi, es de 12,02 ppm sin tratamiento; luego, con la incorporación de 8000 kg<sub>ha</sub>-1 de dolomita a 45 días de la aplicación, se produjo la remediación a 10,96 ppm. Con la incorporación de 8000 kg<sub>ha</sub>-1 de humus a 45 días de la aplicación, se produjo la remediación a 9,23 ppm, Con la incorporación de 8000 kg<sub>ha</sub>-1 de la mezcla a igual cantidad de dolomita y humus a 45 días de la aplicación, se produjo la remediación a 10,89 ppm, El metal pesado cromo (Cr) en el suelo del cultivo de arroz, en Cacatachi, es de 0,1 ppm sin tratamiento; luego, con la incorporación de 8000 kg<sub>ha</sub>-1 de dolomita a 45 días de la aplicación, se produjo la remediación a 0,086 ppm. Con la incorporación de 8000 kg<sub>ha</sub>-1 de humus a 45 días de la aplicación, se produjo la remediación a 0,071 ppm. Con la incorporación de 8000 kg<sub>ha</sub>-1 de la mezcla a igual cantidad de dolomita y humus a 45 días de la aplicación, se produjo el incremento a 0,12 ppm. El metal pesado cadmio (Cd) en el suelo del cultivo de arroz, en Cacatachi, es de 0,18 ppm sin tratamiento; luego, con la incorporación de 8000 kg<sub>ha</sub>-1 de dolomita a 45 días de la aplicación, se produjo el incremento a 0,2 ppm. Con la incorporación de 8000 kg<sub>ha</sub>-1 de humus a 45 días de la aplicación, se produjo el incremento a 0,19 ppm. Con la incorporación de 8000 kg<sub>ha</sub>-1 de la mezcla a igual cantidad de dolomita y humus a 45 días de la aplicación, se produjo

el aumento a 0,21 ppm, incrementando en el T1, T2 y T3 más de cadmio que el testigo. El metal pesado plomo (Pb) en el suelo del cultivo de arroz, en Cacatachi, es de 62,1 ppm sin tratamiento; luego, con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de dolomita a 45 días de la aplicación, se produjo la remediación a 60,12 ppm. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de humus a 45 días de la aplicación, se produjo la remediación a 56,23 ppm. Con la incorporación de 8000 kg/ha-1 de la mezcla a igual cantidad de dolomita y humus a 45 días de la aplicación, se produjo el aumento a 63,25 ppm, que sería el T3 que obtuvo más de plomo que el testigo. (Tabla 10, figura 19).

Tabla 10: Remediación de metales pesados del suelo de cultivo de arroz por Dolomita y humus

Indicadores	Pre aplicación		Post Aplicación	
	T0 testigo	T1 dolomita	T2 humus	T3 dolomita y humus
Arsénico (As) ppm	12.02	10.96	9.23	10.89
Cromo IV (Cr) ppm	0.1	0.086	0.071	0.12
Cadmio (Cd) ppm	0.18	0.2	0.19	0.21
Plomo (Pb) ppm	62.1	60.12	56.23	63.25

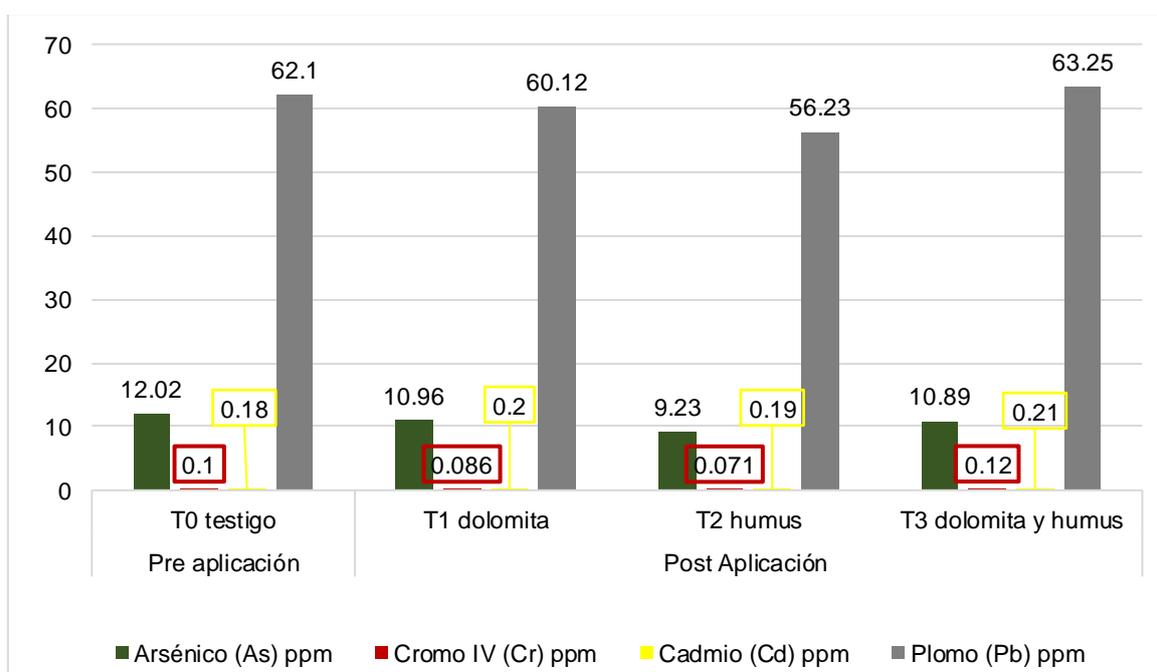


Figura 19: Remediación de metales del suelo con dolomita y humus

4.10. La remediación de los micro y macronutrientes en relación con los tratamientos de dolomita y humus a los 45 días después de la aplicación fueron: La textura fue arcillosa 46,38%; el pH 8,15; la conductividad eléctrica (C.E) fue 505,17us/cm; la materia orgánica (MO) es 2.89%; el nitrógeno (N) es 0,12%; el fósforo (P) fue 13,48ppm; el potasio (K) 227,61ppm; La capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue 15,25; el calcio (Ca) es de 13,54; el magnesio (Mg) 0,71 y el sodio (Na) fue 0,29. (Tabla 11, figura 20).

Tabla 11: Remediación de micro y macronutrientes del suelo de cultivo de arroz por Dolomita y humus

Indicadores	Pre aplicación	Post Aplicación			Promedio
	T0 testigo	T1 dolomita	T2 humus	T3 dolomita y humus	
Textura arcillosa %	45.36	46.36	45.23	48.56	46.38
pH	8.34	8.18	8.23	7.84	8.15
C.E us/cm	343.25	550.36	348.52	778.56	505.17
Materia Orgánica %	2.85	2.64	2.96	3.12	2.89
N %	0.10	0.12	0.13	0.14	0.12
P ppm	10.23	13.25	10.89	19.56	13.48
K ppm	232.25	214.56	200.36	263.25	227.61
CIC	14.00	15	12	20	15.25
Ca	12.12	13.25	11.23	17.56	13.54
Mg	0.58	0.63	0.52	1.12	0.71
Na	0.28	0.3	0.21	0.36	0.29

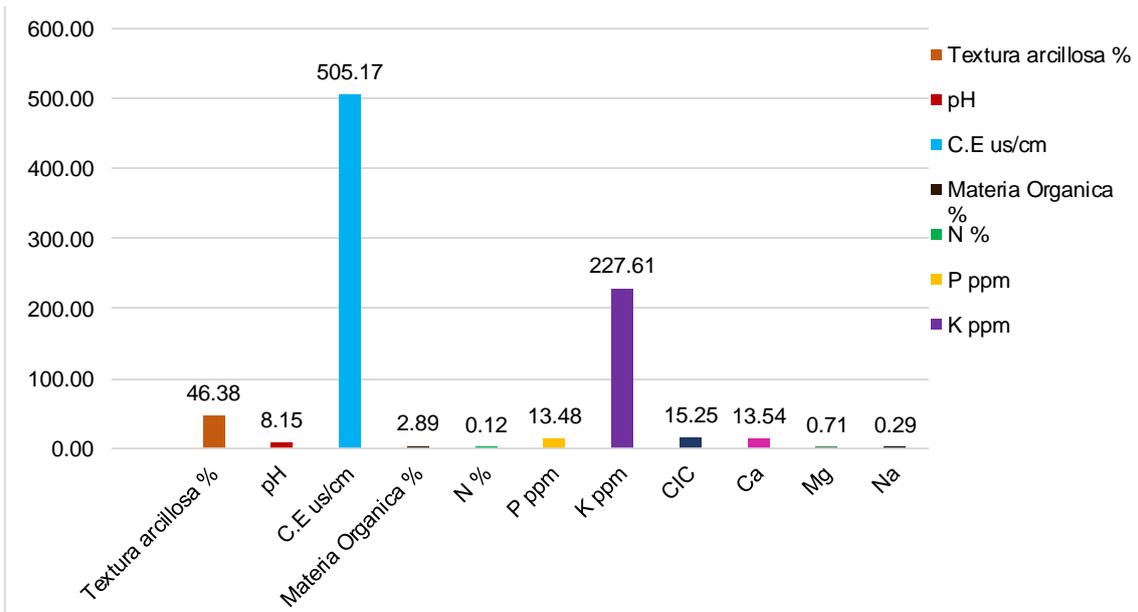


Figura 20: Caracterización del suelo con dolomita y humus

## V. DISCUSIÓN

- En la presente investigación de acuerdo a metales pesados encontrados en el suelo según pre y post tratamiento con dolomita y humus con una dosis de 8000 kg/ha, en un periodo de 45 días y divididos en (T0 testigo), (T1 dolomita), (T2 humus) y (T3 dolomita y humus) donde indica que en el pre tratamiento T0 el total de As fue de 12,02 ppm, luego de la aplicación de T2 el As redujo a 10,96 ppm, lo que indica un 9% menos. Asimismo, en el T2 el As se redujo a 9,23 ppm, que representa un 23% menos. Con la aplicación T3 se produjo una remediación de As a 10,89 ppm. Sin embargo, en el estudio realizado por Berrospi (2019) indica que antes de la aplicación de 10 g de dolomita a la superficie contaminada con arsénico, este tenía un valor de 1,77 mg/kg; luego de la aplicación se redujo a 0,0089 mg/kg; con 25 gr de dolomita este se redujo a 0,0123 mg/kg; lo que demuestra un porcentaje de remoción según dosis, de 10gr (99,50%) y 25 gr (99,88%). Por otro lado, en esta investigación relaciona los resultados con los ECAs del suelo contaminado en el cultivo de arroz, T0 76 % menos; T1 78,1 % menos; T2 81,5 % menos y T3 78,2 % menos de arsénico. Seguidamente también se evaluó la remediación del Cr en el suelo, T0 fue 0,1 ppm; luego con la incorporación de T1 se produjo la remediación a 0,086 ppm; con la incorporación de T2 se redujo la concentración a 0,071 ppm y con aplicación de T3 el valor se incrementó a 0,12 ppm; que sería un 20 % más que el T0. También Berrospi (2019) señala que el Cr tenía un valor inicial de 0,018 mg/kg, luego de la aplicación de 10 gr y 25 gr de dolomita este redujo a 0,0003 mg/kg, teniendo un porcentaje de remoción según dosis de 10 gr (98,33%) y 25 gr (98,24%). Así también en la presente investigación se evaluó Cd donde tenía un valor inicial de 0,18 ppm; luego con la incorporación de dolomita este valor se incrementó a 0,2 ppm; con la aplicación de humus el valor fue de 0,19 ppm y con la incorporación dolomita y humus el valor se incrementó a 0,21 ppm lo que sería un 17% más de cadmio que el testigo. A diferencia del estudio de Poma y Quiñones (2022) tenía un valor inicial de cadmio del 10,72 mg/kg, superando los ECA de suelo, después de la aplicación de vermicompost este redujo a 9,52 mg/kg, también en otro tratamiento donde aplicó compost el nivel de cadmio se

redujo a 8,23 mg/kg, estos valores aún se mantenían en niveles muy altos superando los ECAs. Por otro lado, en esta investigación también se evaluó el total de Pb en el suelo, donde su valor inicial T0 fue de 62,1 ppm; luego con la aplicación de dolomita este valor se redujo a 60,12 ppm; al aplicar humus redujo a 56,23 ppm y cuando se aplicó humus y dolomita este valor se incrementó a 63,25 ppm, superando en un 2% al testigo. A comparación del estudio realizado por Armas y Ramírez (2020) que realizó un tratamiento con compost de Girasol para remediar suelos contaminados con plomo, donde el valor inicial de este metal fue de 24,4 ppm, después de la aplicación de compost, el valor de plomo se redujo esto según dosis de 100 gr (7,53 ppm), 200 gr (6,4 ppm), 300 gr (7,5 ppm), 400 gr (6,73 ppm) y 500 gr (6,94 ppm).

- El desarrollo de la planta de arroz a los 44 días del trasplante con tratamientos de (T0 testigo), (T1 dolomita), (T2 humus) y (T3 dolomita y humus). La altura de planta con T2 es 61,14 cm, con T3 es 61, con T1 es 59,25 cm y T0 es 45,75 cm. Sin embargo, hay una mínima diferencia en el estudio de Vásquez (2010) donde determinó que, mediante la aplicación de dolomita, la altura la planta de arroz fue de 60 cm, el número de macollo fue de 13,25 por metro cuadrado, el número de espigas/panojas fue de 38,48 por metro cuadrado, el peso de la semilla fue de 24,30 gr, peso húmedo 531,61 gr y el peso seco 442 gr. Por otro lado, Gonzales (2018) que evaluó la efectividad del humus de lombriz en el crecimiento y desarrollo de plántones de cacao (*Theobroma cacao L*) en un tratamiento de 90 días, donde determinó la altura promedio del plantón fue de 18,71 cm, el diámetro del tallo fue de 5,72 mm, 7 hojas por plantón, volumen radicular de 5,53 cm<sup>3</sup>, longitud radicular de 28,94 cm, materia seca de 28,89% y área foliar de 810,42 cm<sup>2</sup>. También está la investigación de Martínez (2022) que evaluó la efectividad del abono orgánico humus con microorganismos eficientes en el crecimiento y desarrollo de 2 tipos de lechuga (*Lactuca sativa L.*) Grazion y Fabietto, donde la altura de Grazion fue de 22,6 cm y de Fabietto de 16,88 cm, el diámetro ecuatorial de Grazion fue del 20,94 cm y Fabietto del 17,41 cm y el peso fresco de Grazion fue de 390,78 gr y Fabietto del 448,35 gr,

determinando así que Fabietto se comportó mejor con al abonamiento de humus de lombriz más EM.

- En esta investigación para se evaluaron los metales pesados como Arsénico, cromo, cadmio y plomo para ver la remediación del suelo del cultivo de arroz con dolomita y humus, donde se determinó el que valor inicial de cada uno, por ejemplo, T0 de As fue de 12,02 ppm, después de la aplicación de dolomita se redujo 10,96 ppm, con la incorporación de humus se redujo 9,23 ppm y con la incorporación de dolomita y humus se produjo la remediación a 10,89 ppm. A diferencia del estudio realizado por Bustamante (2018) que evaluó el humus de lombriz para determinar su eficiencia en remoción de arsénico de suelo, donde terminó el valor inicial de este metal fue de 870 mg/kg, donde, se realizó 4 tratamientos según dosis de humus, suelo + 5% de humus: 1,02 mg/kg, suelo + 10% de humus: 1,78mg/kg, suelo + 15% de humus: 1,83mg/kg y suelo + 20% de humus: 3,66mg/kg. También se evaluó cromo, donde su valor inicial fue de 0,1 ppm, con la aplicación de dolomita se produjo la remediación a 0,086 ppm, con la aplicación de humus donde se produjo la remediación a 0,071 ppm, la mezcla a igual cantidad de dolomita y humus se produjo el incremento a 0,12 ppm. Sin embargo, en el estudio realizado por Berrospi (2019) donde el valor inicial de cromo fue de 0,017 ppm, después de la aplicación de 10 gr y 25 gr de dolomita este valor se redujo a 0.0003 ppm, donde determinó el porcentaje de remoción fue de 10g r (98,33%) y 25gr (98,24%). El metal pesado Cadmio también fue evaluado en esta investigación, donde el valor inicial fue de 0,18 ppm, después de la aplicación de dolomita este valor se incrementó a 0,2 ppm, también se aplicó humus y se produjo el incremento a 0,19 ppm, así mismo se aplicó dolomita y humus donde este valor aumento a 0,21 ppm, superando al testigo, pero en ningún tratamiento supero los ECAs para suelos agrícolas. A diferencia del estudio realizado por Sapaico (2020) que empleo humus de lombriz para determinar su eficiencia de remoción de cadmio de un suelo contaminado en la provincia de Jauja, donde determinó el valor inicial fue de 18,75 mg/kg, después de la aplicación humus este se redujo a 17,11 mg Cd.kg, pero aún se mantienen por encima del ECA de suelos del Perú, cuya concentración es 1,4 mg Cd.kg-1. También se analizó

plomo donde su valor inicial fue de 62,1 ppm; después de la aplicación de dolomita se produjo la remediación a 60,12 ppm, con la aplicación de humus se produjo la remediación a 56,23 ppm, y con la mezcla de dolomita y humus se produjo el aumento a 63,25 ppm, superando al testigo mas no a los ECAs. Sin embargo, en el estudio que realizó Febres (2019) donde empleo humus de lombriz para remediar suelos contaminados con plomo, identifico el valor inicial de este metal con 121,05 ppm, al final obtuvo un valor de remediación del 98,30 ppm, aun así, sobrepasan los valores dados por los ECA de suelos del Perú.

## VI. CONCLUSIONES

- La presencia de metales pesados en el suelo del cultivo de arroz en Cacatachi fueron: arsénico, cromo VI, cadmio y plomo antes del tratamiento están por debajo ECAs suelo, después de la aplicación de dolomita y humus se logró reducir los niveles encontrados anteriormente, con humus en (As) a 9,23ppm, al igual que el (Cr) a 0,071ppm y (Pb) a 56,23ppm disminuyendo estos metales pesados del suelo del cultivo de arroz que aun tiempo determinado ponen en riesgo los componentes ambientales y la salud de las personas.
- Después de la aplicación de dolomita y humus las características biométricas de la planta de arroz fueron, altura de la planta de arroz 61,14 cm; ancho de hojas 8,54mm; número de hojas 96,7; número de tallos por macollos 29,6; el número de insectos de plantas de arroz fue de 4,78; el peso húmedo 536,6 gr y el peso seco 11,7 gr. Logrando evidenciar la recuperación de los suelos con dolomita y humus.
- Se logró la remediación del suelo de metales pesados con la aplicación de dolomita y humus, teniendo a (As) en el pretratamiento T0 con 12,02ppm; con la dolomita (T1) se redujo a 10,96ppm; humus (T2) a 9,23ppm y con la combinación de ambos (T1, T2) disminuyó a 10,89ppm. De igual forma con el (Cr) con T0 fue 0,1 con T1 redujo a 0,086ppm; con T2 redujo a 0,071ppm. El metal (Pb) el T0 fue 62,1ppm con la aplicación del T1 redujo a 60,1ppm y T2 a 56,23ppm. De los resultados obtenidos ninguno de los metales pesados sobrepasó los estándares de calidad ambiental (ECA) para suelos agrícolas, el uso dolomita y humus fueron eficientes y ecoamigables con el medio ambiente.
- Se acepta la hipótesis de la investigación, se observó que el uso de dolomita y humus en la remediación de suelos de cultivo de arroz es efectivo en la reducción de los niveles de metales pesados en relación a los ECAs para suelos agrícolas y son reguladores de los micro y macro nutrientes del suelo ayudando el desarrollo de la planta de arroz.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda el uso de remediadores para suelos contaminados como dolomita y humus, pues reduce los niveles de metales pesados y otros contaminantes que puedan encontrarse en suelos agrícolas, para posteriormente ser utilizados en la siembra de cultivos.
- A los agricultores usar la dolomita y humus para mejora las características biométricas de cada cultivo en el cual es aplicado, pues le adhiere micro y macronutrientes, mejora las propiedades fisicoquímicas del suelo, mejora la textura y porosidad del suelo, volviéndolo un medio idóneo para la siembra de diversos cultivos.
- Se recomienda este tipo de tratamiento para suelos contaminados con metales pesados generados después del uso de agroquímicos, ya que reduce el nivel de contaminantes y los deja por debajo de los límites permitidos por los ECA para suelos agrícolas.

## REFERENCIAS

- AGUS, C., HENDRYAN, A., HARIANJA, V., FARIDAH, E., ATMANTO, W., CAHYANTI, P., WULANDARI, D., PERTIWININGRUM, A., SUHARTANTO, B., BANTARA, I., HUTAHAEAN, B., SUPARTO, B. y LESTARI, T., 2019. Role of organic soil amendment of paramagnetic humus and compost for rehabilitation of post tin-mined tropical land. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, pp. 556-561. DOI 10.12720/sgce.8.5.556-561.
- AKMALDI, W., BARCHIA, M.F. y GANEFIANTI, D.W., 2020a. Relationship Characteristics Soil, Fertilization and Outcome of Rice in Village Lubuk Pinang, Mukomuko. *TERRA: Journal of Land Restoration*, vol. 3, no. 1, pp. 15-22. ISSN 2621-0207. DOI 10.31186/terra.3.1.15-22.
- ANABEL CARMEN CUENCA-TINOCO, NOEMI ISABEL CASTRO-DELGADO, JESSICA ELIZABETH CARGUA-CHÁVEZ, GALO ALEXANDER CEDEÑO-GARCÍA, y JOSÉ LUIS CEDEÑO-ZAMBRANO, 2020. Efectivity of amendments on growth and yield of common beans in an acidic andisol soil. En: PubAg AGID: 7395366, *Temas Agrarios*, vol. 25, no. 1, pp. 54-65. ISSN 2389-9182. DOI 10.21897/rta.v25i1.2236.
- ANDERSSON, S., BERGHOLM, J., GRÖNQVIST, T., HÖGBOM, L., VEGERFORS, B. y WIRÉN, A., 2021. Long-Term Impact of Liming on Soil C and N in a Fertile Spruce Forest Ecosystem. *Ecosystems*, vol. 24, no. 4, pp. 968-987. ISSN 1435-0629. DOI 10.1007/s10021-020-00563-y.
- BAYRANVAND, M., AKBARINIA, M., SALEHI JOUZANI, G., GHARECHAHI, J. y ALBERTI, G., 2021a. Dynamics of humus forms and soil characteristics along a forest altitudinal gradient in Hyrcanian forest. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, vol. 14, no. 1, pp. 26. ISSN 1971-7458. DOI 10.3832/ifor3444-013. World
- BERROSPI, Liz. 2019. Remoción de metales pesados presentes en las aguas ácidas de la laguna Yanamate mediante la aplicación de la dolomita Como agente remediante a escala experimental-2019. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Disponible en: [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/930/1/T026\\_72631416-T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/930/1/T026_72631416-T.pdf)

- DAS, D., ABBHISHEK, K., BANIK, P. y BHATTACHARYA, P., 2021. A valorisation approach in recycling of organic wastes using low-grade rock minerals and microbial culture through vermicomposting. *Environmental Challenges*, vol. 5, pp. 100225. ISSN 2667-0100. DOI 10.1016/j.envc.2021.100225.
- DEL CASTILLO NAVARRO, H. y ENCINA RIMACHI, J., 2021. Evaluación del suelo, por metales pesados, producto del uso de agroquímicos en cultivos de arroz, Mishquiyacu, Tarapoto, 2021. En: Accepted: 2022-03-22T03:34:18Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [Consulta: 25 septiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84581>.
- DOVLETYAROVA, E.A., FAREEVA, O.S., BRYKOVA, R.A., KARPUKHIN, M.M., SMORKALOV, I.A., BRYKOV, V.A., GABECHAYA, V.V., VIDAL, K., KOMÁREK, M. y NEAMAN, A., 2022. Challenges in Reducing Phytotoxicity of Metals in Soils Affected by Non-Ferrous Smelter Operations. *GEOGRAPHY, ENVIRONMENT, SUSTAINABILITY*, vol. 15, no. 1, pp. 112-121. ISSN 2542-1565. DOI 10.24057/2071-9388-2021-141.
- ESPINOZA PRINCIPE, B.J., 2019. Efecto del compost, dolomita y magnocal en el contenido de cadmio del suelo y los granos de cacao (theobroma cacao l.) del clon ccn-51. En: Accepted: 2019-08-21T18:23:23Z, *Universidad Nacional Agraria de la Selva* [en línea], [Consulta: 25 septiembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1492>.
- FEBRES, SHADAI, 2019. Remediación De Suelos Contaminados Con Plomo (Pb) Mediante El Empleo De Girasol (Helianthus Annuus) Y Estiércol De Lombriz Roja (Eisenia Foetida) En Condiciones Controladas. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/12074/IAfeflse.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- FIRNIA, D. y ROHMAWATI, I., 2022. Chemical properties of acid soil after amelioration of dolomite, coal, and microbes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 978, no. 1, pp. 012010. ISSN 1755-1315. DOI 10.1088/1755-1315/978/1/012010.
- GHEORGHE, D., FLORIN, L., FIRICEL, F., SAIDA, D. y BORCEAN, A., [sin fecha]. RESEARCH ON THE EFFECT OF THE CORRECTION OF THE SOIL REACTION AND DIFFERENTIAL FERTILIZATION ON THE CROP AND THE QUALITY OF THE BARLEY GRAINS IN THE BANATH HILL AREA – ROMANIA

- ProQuest. *proquest* [en línea]. [Consulta: 25 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/fe7c7866dc2e0990e722ccfc443dad58/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1536338>.
- GUO, J., LI, Y., HU, C., ZHOU, S., XU, H., ZHANG, Q. y WANG, G., 2018. Ca-containing amendments to reduce the absorption and translocation of Pb in rice plants. *Science of The Total Environment*, vol. 637-638, pp. 971-979. ISSN 0048-9697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2018.05.100.
- HUARCAYA VASQUEZ, H.J. y VARGAS CHISTAMA, R., 2021. Presencia de cadmio en suelo de Theobroma cacao, remediación con incorporación de gallinaza y dolomita, La Banda de Shilcayo, 2021. En: Accepted: 2021-11-30T18:19:54Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [Consulta: 25 septiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74555>.
- IRINEU, T., SILVA, Josimar, VERAS, M., LINHARES, P., SILVA, Joselma, FIGUEREDO, J., DANTAS, É. y ANDRADE, R., 2018. GROWTH AND PRODUCTION OF *Vigna unguiculata* L. SUBMITTED TO ORGANIC FERTILIZATION WITH EARTHWORM HUMUS. *BRAZILIAN JOURNAL OF AGRICULTURE - Revista de Agricultura*, vol. 93, pp. 58. DOI 10.37856/bja.v93i1.3251.
- KHALIQ, M.A., KHAN TARIN, M.W., JINGXIA, G., YANHUI, C. y GUO, W., 2019. Soil liming effects on CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O emission and Cd, Pb accumulation in upland and paddy rice. *Environmental Pollution*, vol. 248, pp. 408-420. ISSN 0269-7491. DOI 10.1016/j.envpol.2019.02.036.
- KISIĆ, I., ĆORIĆ, R., LONČARIĆ, Z., JURKOVIĆ, D., KAJIĆ, N., ĆORIĆ, A., JURINA, D. y DELAČ, D., 2021. Effectiveness of different liming materials on some soil properties and yield of crops. *Journal of Central European Agriculture*, vol. 22, no. 2, pp. 346-360. ISSN 1332-9049. DOI 10.5513/JCEA01/22.2.3171.
- KOWALSKA, A., GROBELAK, A., ALMÅS, Å.R. y SINGH, B.R., 2020. Effect of Biowastes on Soil Remediation, Plant Productivity and Soil Organic Carbon Sequestration: A Review. *Energies*, vol. 13, no. 21, pp. 5813. ISSN 1996-1073. DOI 10.3390/en13215813.

- KUČERA, A., ROSÍKOVÁ, J., PECHÁČEK, J., DUNDEK, P. y VAVŘÍČEK, D., 2020. Combined fertilizers versus dolomitic limestone: A comparative study from a forest habitat with Norway spruce. *Central European Forestry Journal*, vol. 66, no. 3, pp. 141-150. ISSN 0323-1046. DOI 10.2478/forj-2020-0002.
- LASEN, C., TOMASELLI, M., SCARIOT, A., GARLATO, A. y CARBOGNANI, M., 2018. Floristic composition, site conditions and diversity of poet's daffodil (*Narcissus radiiflorus* Salisb.) hay meadows in the Venetian Pre-Alps and outer Dolomites (N-Italy): implications for conservation and restoration. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, vol. 152, no. 6, pp. 1236-1247. ISSN 1126-3504. DOI 10.1080/11263504.2018.1435578.
- LITVINOVICH, A., SALAEV, I., PAVLOVA, O., LAVRISHCHEV, A., BURE, V. y SALJNIKOV, E., 2019. Utilization of Large-Sized Dolomite By-Product Particles and Losses of Cations from Acidic Soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, vol. 50, no. 7, pp. 869-877. ISSN 0010-3624. DOI 10.1080/00103624.2019.1589490.
- LITVINOVICH, A.V., PAVLOVA, O.Y., LAVRISHCHEV, A.V. y BELIMOV, A.A., 2020. Composition of organic-mineral complexes (OMC) migrating in the reclaimed sod-podzolic soils (Umbric Albeluvisol Abruptic). *E3S Web of Conferences*, vol. 224, pp. 04012. ISSN 2267-1242. DOI 10.1051/e3sconf/202022404012.
- MINARSIH, S., KARYANINGSIH, S., SAMIJAN, S., SUPRIYO, A., HINDARWATI, Y., HUSNA, N. y WINARTO, B., 2021. EFFECT OF AMELIORANT ON GROWTH AND YIELD OF RICE AT TIDAL PADDY FIELD. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, vol. 22, no.2, pp. 85. ISSN 2354-8509, 1411-982X. DOI 10.21082/ijas.v22n2.2021.p85-91.
- MULYANI, O., SUDIRJA, R., JOY, B. y HANANDIVA, R.A., 2019. The Effect of Organomineral on pH, Nitrogen Content, Organic-C Content and Yield of Upland Rice (*Oryza sativa* L.) on Inceptisols, West Java Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 334, no. 1, pp. 012071. ISSN 1755-1315. DOI 10.1088/1755-1315/334/1/012071.
- MUNIVE CERRÓN, R.V., 2018. Recuperación de suelos degradados por contaminación con metales pesados en el valle del Mantaro mediante compost

- de Stevia y fitorremediación. En: Accepted: 2019-01-02T18:39:32Z, *Universidad Nacional Agraria La Molina* [en línea], [Consulta: 25 septiembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3770>.
- PANIAGUA ESTRADA, L.M., 2018. Potencialización de la dolomita en el sector agroindustrial. En: Accepted: 2018-02-16T15:22:04Z [en línea], [Consulta: 25 septiembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.esumer.edu.co/jspui/handle/esumer/984>.
- PERSSON, T., ANDERSSON, S., BERGHOLM, J., GRÖNQVIST, T., HÖGBOM, L., VEGERFORS, B. y WIRÉN, A., 2021. Long-Term Impact of Liming on Soil C and N in a Fertile Spruce Forest Ecosystem. *Ecosystems*, vol. 24, no. 4, pp. 968-987. ISSN 1435-0629. DOI 10.1007/s10021-020-00563-y.
- RADOVA, Z., [sin fecha]. PRODUCTION AND PROCESSING OF OILSEEDS. , pp. 380.
- RADZIEMSKA, M., BEŚ, A., GUSIATIN, Z.M., SIKORSKI, Ł., BRTNICKY, M., MAJEWSKI, G., LINIAUSKIENĖ, E., PECINA, V., DATTA, R., BILGIN, A. y MAZUR, Z., 2020. Successful Outcome of Phytostabilization in Cr(VI) Contaminated Soils Amended with Alkalizing Additives. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, no. 17, pp. 6073. ISSN 1660-4601. DOI 10.3390/ijerph17176073.
- RÍOS ROMERO, S.O. y SAAVEDRA ISUIZA, W.R., 2019a. Mejoramiento del suelo en cultivos de arroz a través del abonamiento con cascarilla de café y agua miel de cacao, Tarapoto, 2019. En: Accepted: 2020-11-12T19:52:21Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [Consulta: 25 septiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48688>.
- ROSÍKOVÁ, J., PECHÁČEK, J., DUNDEK, P. y VAVŘÍČEK, D., [sin fecha]. Combined fertilizers versus dolomitic limestone: A comparative study from a forest habitat with Norway spruce - ProQuest. [en línea]. [Consulta: 25 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/a46b6a8bd28eb93025fd554d21afebb5/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026604>.

- SEKOLAH, T., UNDAJAJA, B. y HANDAYANI, E.P., 2020. The Soil Amelioration To Increase Production Of Rice (*Oryza Sativa*, L). *Clinical Medicine*, vol. 07, no. 07, pp. 10.
- SETIAPERMAS, M.N. y MINARSIH, S., 2021. Introduction of components of rice varieties technology in waterlogged land in Kendal Central Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 724, no. 1, pp. 012113. ISSN 1755-1315. DOI 10.1088/1755-1315/724/1/012113.
- SHAABAN, M., PENG, Q., BASHIR, S., WU, Y., YOUNAS, A., XU, X., RASHTI, M.R., ABID, M., ZAFAR-UL-HYE, M., NÚÑEZ-DELGADO, A., HORWATH, W.R., JIANG, Y., LIN, S. y HU, R., 2019. Restoring effect of soil acidity and Cu on N<sub>2</sub>O emissions from an acidic soil. *Journal of Environmental Management*, vol. 250, pp. 109535. ISSN 0301-4797. DOI 10.1016/j.jenvman.2019.109535.
- SIKIRIĆ, B.B., STAJKOVIĆ-SRBINOVIĆ, O.S., SALJNIKOV, E.R., LITVINOVICH, A.V., JOVKOVIĆ, M.V. y MRVIĆ, V.V., 2022. Microelements Changes in Leaves and Fruits of Raspberry (*Rubus idaeus* L.) Under the Influence of Ameliorative Measures. *International Journal of Fruit Science*, vol. 22, no. 1, pp. 358-369. ISSN 1553-8362. DOI 10.1080/15538362.2022.2040404.
- SAPAICO, Y, 2020. Efecto de la cal, materia orgánica y EM en el contenido de cadmio de un suelo contaminado en el centro poblado de Huancaní, distrito de Leonor Ordoñez, provincia de Jauja – 2019. Universidad Continental. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8166/3/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Sapaico\\_Chancasanampa\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8166/3/IV_FIN_107_TE_Sapaico_Chancasanampa_2020.pdf)
- SORIA, R., GONZÁLEZ-PÉREZ, J.A., DE LA ROSA, J.M., SAN EMETERIO, L.M., DOMENE, M.A., ORTEGA, R. y MIRALLES, I., 2022a. Effects of technosols based on organic amendments addition for the recovery of the functionality of degraded quarry soils under semiarid Mediterranean climate: A field study. *Science of The Total Environment*, vol. 816, pp. 151572. ISSN 0048-9697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2021.151572.
- SYAHMINAR, S., HARAHAHAP, E.M., RAUF, A. y JAMIL, A., 2019. Effect of Amelioran Material on Soil Chemical Properties of Incubated Peat Planting Media in Polybag. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, vol. 7,

no. 7, pp. 1082-1087. ISSN 2148-127X. DOI 10.24925/turjaf.v7i7.1082-1087.2539.

- VASQUEZ, William, 2010. Efecto Residual De Enmiendas Organicas E Inorganicas En El Cultivo De Arroz (*Oryza Satlva* L.) Variedad 'Capirona' En Un Suelo Degradado [en línea] Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria de la Selva. Disponible en: <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/95/AGR-540.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- WONG, W.S., ZHONG, H.T., CROSS, A.T. y YONG, J.W.H., 2020. Plant Biostimulants in Vermicomposts. *The Chemical Biology of Plant Biostimulants* [en línea]. S.I.: John Wiley & Sons, Ltd, pp. 155-180. [Consulta: 25 septiembre 2022]. ISBN 978-1-119-35725-4. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119357254.ch6>.
- WU, H., HU, J., SHAABAN, M., XU, P., ZHAO, J. y HU, R., 2021a. The effect of dolomite amendment on soil organic carbon mineralization is determined by the dolomite size. *Ecological Processes*, vol. 10, no. 1, pp. 8. ISSN 2192-1709. DOI 10.1186/s13717-020-00278-x.
- XU, Y., LU, Q., LI, J., WAN, L., CHEN, S. y LU, Y., 2021. Effect of humus on the remediation of arsenic-contaminated soil by electrokinetic technology. *Environmental Technology & Innovation*, vol. 21, pp. 101297. ISSN 2352-1864. DOI 10.1016/j.eti.2020.101297.
- ZHAO, Y. y NAETH, M.A., 2022. Lignite derived humic products and cattle man ure biochar are effective soil amendments in cadmium contaminated and uncontaminated soils. *Environmental Advances*, vol. 8, pp. 100186. ISSN 2666-7657. DOI 10.1016/j.envadv.2022.100186.
- ZHERYAKOV, E.V., ZHERYAKOVA, Y.I. y BREDUCHEVA, E.S., 2022. Effect of liming and fertilisation systems on the physico-chemical properties of leached chernozem (black soil). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 953, no. 1, pp. 012018. ISSN 1755-1315. DOI 10.1088/1755-1315/953/1/012018.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN DEL CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Independiente:</b> Dolomita y humus	“La dolomita es considerada habitual para corregir el exceso de acidez de un suelo. Al igual que el humus es una mezcla de compuestos químicos como producto de la acción digestiva y enzimática en el tracto digestivo de la lombriz, eficiente para el tratamiento de suelos contaminados” (Oviyanti et al., 2019).	La dolomita y el humus fueron aplicados en 3 tratamientos con su respectiva dosis, para luego ser monitoreada los cambios en la planta por la aplicación de los compuestos orgánicos.	Características biométricas de las plantas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura de planta</li> <li>• Ancho de hojas</li> <li>• Número de hojas</li> <li>• Número de tallos por macollo</li> <li>• Color de hojas</li> </ul>	Nominal
<b>Dependiente:</b> Remediación del suelo del cultivo arroz.	“La remediación de los suelos de cultivos de arroz es el tratamiento o conjunto de operaciones que se realizan con el objetivo de recuperar la calidad del subsuelo contaminado con la finalidad de dar uso a cultivos mejorados” (Hongtao et al, 2021).	Se aplicó dolomita y humus para la recuperación del suelo contaminado y favorecer el desarrollo de la planta de arroz con una mejor producción.	Tipo de metales pesados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cadmio</li> <li>• Plomo</li> <li>• Cromo VI</li> <li>• Arsénico</li> </ul>	Nominal

## Anexo 2: Instrumento de Recolección de datos

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>FORMATO DE OBSERVACIÓN</b>				
<b>Departamento</b>		San Martín				
<b>Provincia</b>		San Martín				
<b>Distrito</b>		Cacatachi				
<b>Fecha</b>						
<b>Realizado por</b>		Lozano Muñoz Melecio / Flor Medali Suárez Alvarez				
<b>Identificación de la toma de datos</b>						
Punto de recolección	coordenadas		altura msnm	cantidad de dolomita y humus en (kg)	N° de tratamientos	observaciones
	x	y				
Cacatachi				3.2	T1 dolomita	
				3.2	T2 humus	
				1.6 dolomita +1.6 humus	T3 dolomita y humus	
				0	T0 testigo	

**Anexo 3:** Ficha de recolección de datos

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>FORMATO DE OBSERVACIÓN</b>						
<b>Departamento</b>		San Martín						
<b>Provincia</b>		San Martín						
<b>Distrito</b>		Cacatachi						
<b>Fecha</b>								
<b>Realizado por</b>		Lozano Muñoz Melecio / Flor Medali Suárez Alvarez						
<b>Dolomita y humus</b>								
Cantidad de parcelas	Dolomita	Humus	Peso de dolomita y humus en (kg)	Dosis de aplicación para la remediación			Tiempo de remediación post aplicación en (días)	observaciones
				1	2	3		
T1 dolomita	3.2 kg		3.2	X			45	
T2 humus		3.2 kg	3.2	X			45	
T3 dolomita y humus	1.6 kg	1.6 kg	3.2	X			45	
T0 testigo	Sin tratamiento							

## Anexo 5: Validación de instrumentos N°1

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

**Apellido y nombre del experto** : Dayani Shirley Romero Vela  
**Institución donde labora** : FONCODES  
**Especialidad** : Fertilización en suelos  
**Instrumento de evaluación** : Cadena de custodia  
**Autor(s) del instrumento (s)** : Lozano Muñoz Melecio / Suárez Alvarez Flor Medali

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
ACTUALIDAD	instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación ilegal inherente a la variable					x
ORGANIZACIÓN	los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respeto a la variable, de manera que permitan hacer inferencia en la función de la hipótesis, problema y objetivos e la investigación.					x
SUFICIENTE	los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos hipótesis y variable de estudio.					x
CONSISTENCIA	la información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	los ítems del instrumentó expresa la relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Dolomita y humus, Remediación del suelo del cultivo arroz					x
METODOLOGIA	la relación entre la técnica y el instrumento propuesto, responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINECIA	la redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>45</b>				

(nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente", sin embargo, un puntaje menos a anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

#### III. OPINION DE APLICABILIDAD

El instrumento es valido

Promedio de valoración **45**

Tarapoto 31 de agosto del 2022



**INGENIERA AGRONOMA**  
**REG. CIP N°69215**

## Anexo 6: Validación de instrumentos N°2

### II INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DATOS GENERALES

Apellido y nombre del experto : Andi Lozano Chung  
 Institución donde labora : UNSM.TARAPOTO  
 Especialidad : Calidad Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Cadena de custodia  
 Autor(s) del instrumento (s) : Lozano Muñoz Melecio / Suárez Alvarez Flor Medali

### II. ASPECTOS DE VALIDACION MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
ACTUALIDAD	instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación ilegal inherente a la variable					x
ORGANIZACIÓN	los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permitan hacer inferencia en la función de la hipótesis, problema y objetivos e la investigación.					x
SUFICIENTE	los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos hipótesis y variable de estudio.					x
CONSISTENCIA	la información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	los ítems del instrumentó expresa la relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Dolomita y humus, Remediación del suelo del cultivo arroz					x
METODOLOGIA	la relación entre la técnica y el instrumento propuesto, responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINECIA	la redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>45</b>				

(nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "excelente", sin embargo, un puntaje menos a anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

### III. OPINION DE APLICABILIDAD

El instrumento es valido

Promedio de valoración 45

Tarapoto 31 de agosto del 2022



## Anexo 7 : Validación de instrumentos N°3

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellido y nombre del experto : José Máximo Díaz Pinto  
Institución donde labora : FUCOMA IES  
Especialidad : Calidad Ambiental  
Instrumento de evaluación : Cadena de custodia  
Autor(s) del instrumento (s) : Lozano Muñoz Melecio / Suárez Alvarez Flor Medali

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
ACTUALIDAD	instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación inherente a la variable					x
ORGANIZACIÓN	los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permitan hacer inferencia en la función de la hipótesis, problema y objetivos e la investigación.					x
SUFICIENTE	los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos hipótesis y variable de estudio.					x
CONSISTENCIA	la información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	los ítems del instrumento expresa la relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Dolomita y humus, Remediación del suelo del cultivo arroz					x
METODOLOGIA	la relación entre la técnica y el instrumento propuesto, responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINECIA	la redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>45</b>				

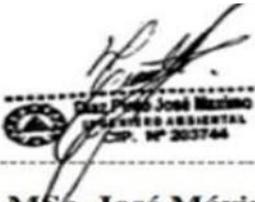
(nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 Excelente", sin embargo, un puntaje menos a anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

#### III. OPINION DE APLICABILIDAD

El instrumento es valido

Promedio de valoración 45

Tarapoto 31 de agosto del 2022

  
Ing. MSc. José Máximo Díaz Pinto

## Anexo 8 : Carta de presentación para permisos de las parcelas

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Tarapoto, 24 de agosto del 2022

### CARTA N° 001 – 2022 –MLM Y FMSA/UCV-T

Señor:

Humberto Manosalva Cubas

Presente. –

Asunto: Presentación de los estudiantes para ejecutar proyecto de investigación.

De nuestra consideración: Tenemos el agrado de saludarle cordialmente como estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo – Tarapoto y, a la vez señalar que nosotros como estudiantes como parte de nuestra formación profesional requerimos ejecutar nuestro proyecto de investigación que tiene por título: **Remediación del suelo del cultivo de arroz, con dolomita y humus, Cacatachi, 2022.** ; por lo que agradecemos su apoyo en brindarnos su propiedad para instalar 4 parcelas de 4 m<sup>2</sup> que serán divididas por cada cuadrante donde se plantarán las plantas de arroz en 4 áreas diferentes, cada una para la aplicación de los diferentes tratamientos (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>0</sub>). Cada parcela estará separada por 1 metro de distanciamiento, para la observación de la diferencia de los tratamientos. En tal sentido, nos presentamos como estudiantes de la Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental LOZANO MUÑOZ MELECIO, con el código de estudiante 7002498931, N° de DNI 80206682 y SUAREZ ALVAREZ FLOR MEDALI con el código de estudiante 7002500497 N° de DNI 76789732, a la cual nos encontramos en el X Ciclo de estudios. Así mismo hacemos de su conocimiento que del indicado proyecto se le alcanzará una copia original para fines convenientes. Por lo que nuevamente reiteramos nuestro agradecimiento en brindarnos las facilidades necesarias a la recurrente, lo que redundará en beneficio de nuestra formación profesionales para nuestra sociedad. Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima personal.

Atentamente,



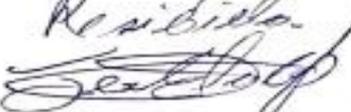
---

ESTUDIANTE LOZANO MUÑOZ MELECIO  
código de estudiante 7002498931



---

ESTUDIANTE SUAREZ ALVAREZ FLOR MEDALI  
código de estudiante 7002500497

Recibido  
  
26-08-2022  
1:35 PM

## Anexo 9 : Resultados de analisis de suelo pre aplicación– caracterización



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



### ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: FLOR MEDALI SUAREZ ÁLVAREZ

FECHA DE MUESTREO: 2/09/2022

MELECIO LOZANO MUÑOZ

FECHA DE REPORTE: 14/09/2022

PROVINCIA: SAN MARTÍN

SECTOR: CACATACHI

DISTRITO: CACATACHI

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	6.8	75.6	17.6	Arcilla	7.9	651.2	2.75	0.1	9	220.23	11.6	10.23	0.56	0.6	0.2	0	0	100	0

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>
7.86	651.23	2.75	0.1375	8.63	220.23	10.23	0.56	0.2	0	0
Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		

Densidad aparente  $\rightarrow$  1.15 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
No hay problemas de sales	<2000
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000
Medios problemas de sales	4000 - 8000
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000
Muy fuertemente salino	> 16000

Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 10.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Relaciones catiónicas				Neutro	> 6.5 - 7.3
Clasificación	K/Mg	Ca/Mg		Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
Normal	0.2 - 0.3	5.9 - 9.0		Fuertemente alcalino	> 8.3
Defc. de Mg	> 5				
Defc. de K	> 0.2				
Defc. Mg		> 10			

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

## Anexo 10: Resultado de análisis de metales pesados en suelo pre aplicación



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



### ANÁLISIS DE METALES PESADOS EN SUELOS

SOLICITANTES : FLOR MEDALI SUAREZ ÁLVAREZ  
MELECIO LOZANO MUÑOZ

FECHA DE MUESTREO: 2/09/2022

FECHA DE REPORTE: 14/09/2022

PROVINCIA: SAN MARTÍN

SECTOR: CACATACHI

DISTRITO: CACATACHI

Metal pesado				
Elementos	Arsénico (As) ppm	Cromo IV (Cr) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Plomo (Pb) ppm
Niveles	11.02	0.09	0.13	12.32
	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

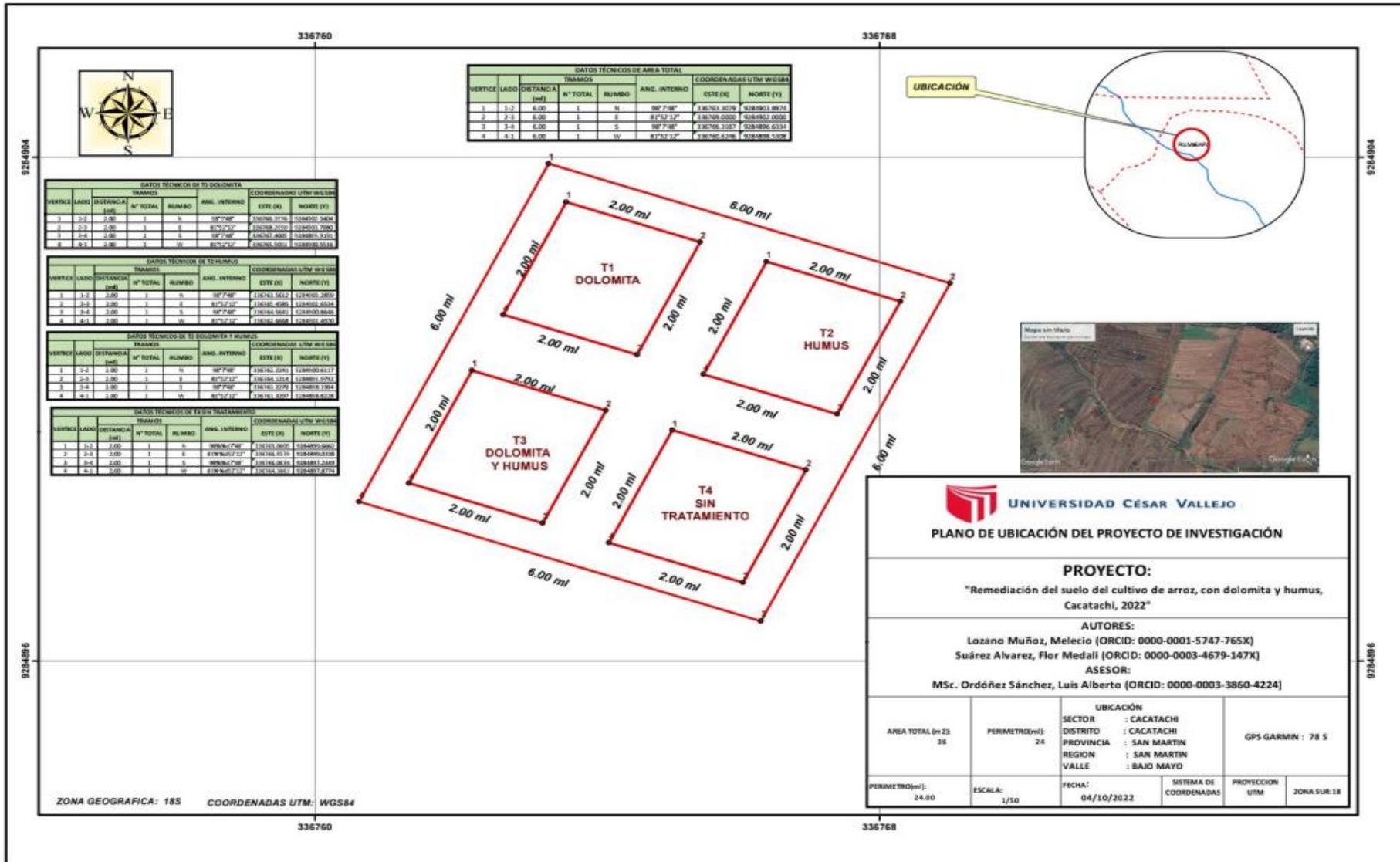
Niveles	As	Cr	Cd	Pb
Bajo	$\leq 18.5$	$\leq 0.15$	$\leq 0.23$	$\leq 14$
Medio	$> 18.5 < 50$	$> 0.15 < 0.40$	$> 0.23 < 1.40$	$> 14 < 70$
Alto	$\geq 50$	$\geq 0.40$	$\geq 1.4$	$\geq 70$

#### Metodología

ECA 3051 (METODO 3051A) Digestión ácida - Lectura Absorción Atómica

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

Anexo 11: Mapa de ubicación del área de estudio



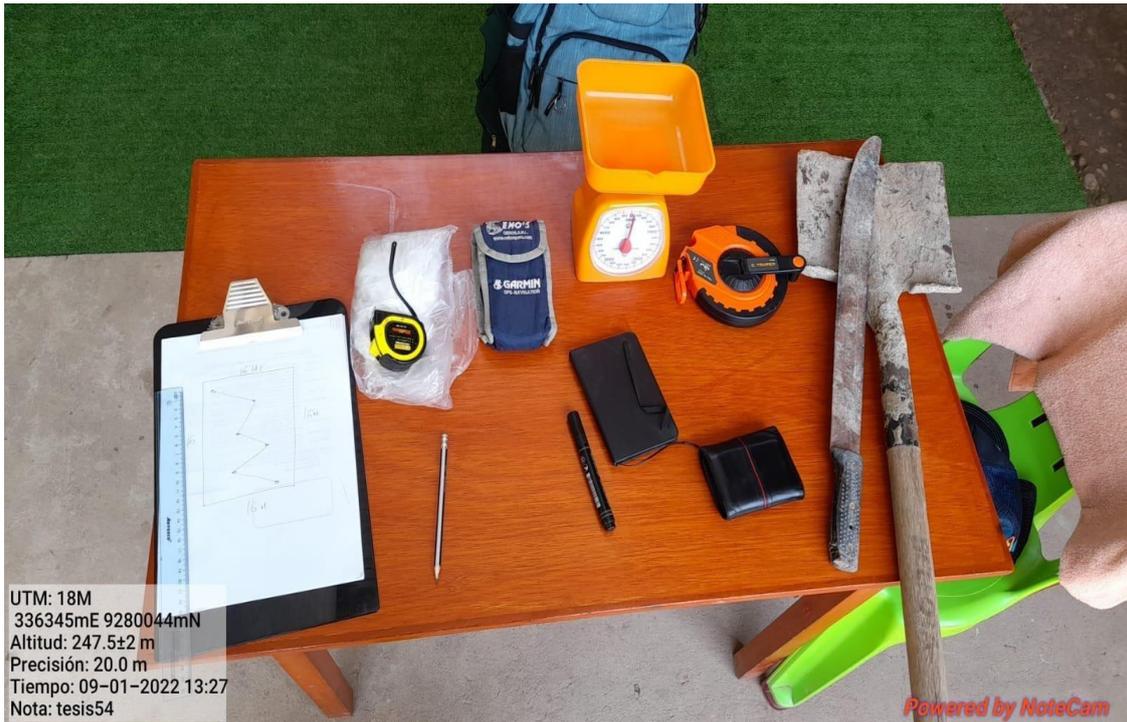
## Anexo 12: Reconocimiento y medición del área de estudio



## Anexo 13: Toma de coordenadas UTM



### Anexo 14: Herramientas a utilizadas en campo



### Anexo 15: Obtención de muestras de suelo (Pre-tratamiento)



## Anexo 16: Adecuación del terreno



## Anexo 17: Preparación del terreno para la demarcación de los tratamientos y levantamiento de bordos por cuadrante.



**Anexo 18:** Elaboración de carteles para cada cuadrante

**T<sub>0</sub> TESTIGO**

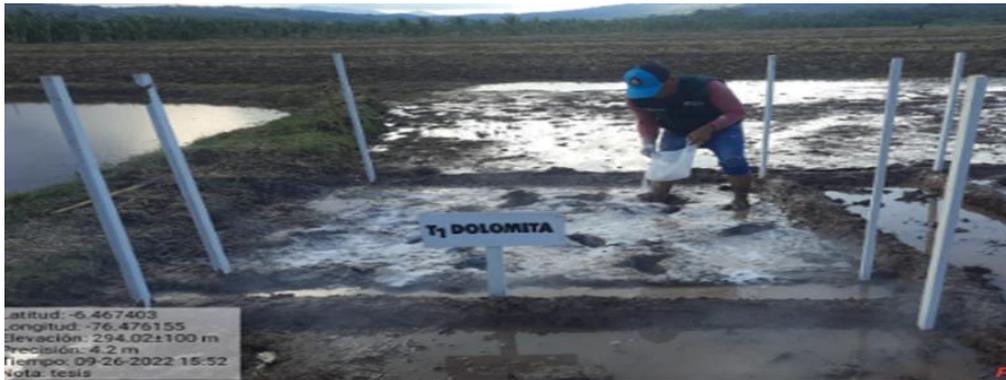
**T<sub>1</sub> DOLOMITA**

**T<sub>2</sub> HUMUS**

**T<sub>3</sub> DOLOMITA  
Y HUMUS**



### Anexo 21: Aplicación de dolomita y humus



### Anexo 22: almácigo de 25 días de edad



**Anexo 23.** Sembrado de las plantas de arroz por cada tratamiento de 25 días de edad



**Anexo 24:** Datos de la primera evaluación de las plantas de arroz a los 15 días del trasplante.

**Evaluaciones biométricas de arroz en parcelas (16 M<sup>2</sup>), con dolomita y humus. Trasplante de plántulas de arroz 27 set.**

		<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>
<b>Primera evaluación 11 oct/22 15 día de edad de planta</b>	T1	Altura de planta cm	35	30	38	<b>34.3</b>
	dolomita	Ancho de hojas mm	3	2.7	2.5	<b>2.7</b>
	3.2kg	Nº de hojas	26	27	25	<b>26</b>
		Nº de tallos/macollo	12	16	14	<b>14</b>
		<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>
	T2 humus	Altura de planta cm	28	29	31	<b>29.3</b>
	3.2kg	Ancho de hojas mm	2.9	2.7	2.5	<b>2.7</b>
		Nº de hojas	26	28	25	<b>26.3</b>
		Nº de tallos/macollo	14	15	15	<b>15</b>
		<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>
	T3	Altura de planta cm	35	36	35	<b>35.3</b>
	(dolomita	Ancho de hojas mm	3.5	3.4	3.2	<b>3.4</b>
	1.6)	Nº de hojas	32	34	33	<b>33</b>
	+(humus	Nº de tallos/macollo	13	14	15	<b>14</b>
	1.6) =					
	3.2kg					
	<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>	
T0 testigo	Altura de planta cm	24	25	23	<b>24</b>	
	Ancho de hojas mm	2.5	2.3	2.4	<b>2.4</b>	
	Nº de hojas	23	22	24	<b>23</b>	
	Nº de tallos/macollo	8	9	10	<b>9</b>	

**Anexo 25: Segunda evaluación biométrica de las plantas de arroz a los 30 días del trasplante.**



**Anexo 26: Datos de la segunda evaluación**

**Evaluaciones biométricas de arroz en parcelas (16 M2), con dolomita y humus. Trasplante de plántulas de arroz 27 set.**

		<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>
<b>Segunda evaluación 26 oct/22 30 días de edad de planta</b>	T1 dolomita 3.2kg	Altura de planta cm	52	49	51	<b>50.7</b>
		Ancho de hojas mm	9	9	9	<b>9.0</b>
		N° de hojas	100	80	90	<b>90</b>
		N° de tallos/macollo	21	21	27	<b>23</b>
	T2 humus 3.2kg	Altura de planta cm	49.7	50	53	<b>50.9</b>
		Ancho de hojas mm	10	9	9	<b>9.3</b>
		N° de hojas	107	96	100	<b>101.0</b>
		N° de tallos/macollo	32	26	30	<b>29</b>
	T3 (dolomita 1.6) +(humus 1.6) = 3.2kg	Altura de planta cm	48	49	49	<b>48.7</b>
		Ancho de hojas mm	9	9	9	<b>9.0</b>
		N° de hojas	85	79	87	<b>83.7</b>
		N° de tallos/macollo	25	24	26	<b>25</b>
	T0 testigo	Altura de planta cm	43	44	45	<b>44</b>
		Ancho de hojas mm	8	8	8	<b>8.0</b>
		N° de hojas	38	55	42	<b>45</b>
		N° de tallos/macollo	15	13	14	<b>14</b>

**Anexo 27:** Tercera evaluación biométrica de las plantas de arroz a los 37 días del trasplante.

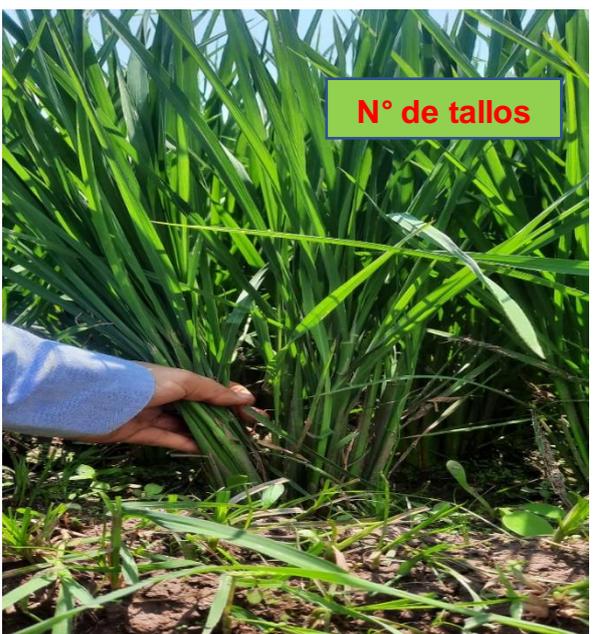
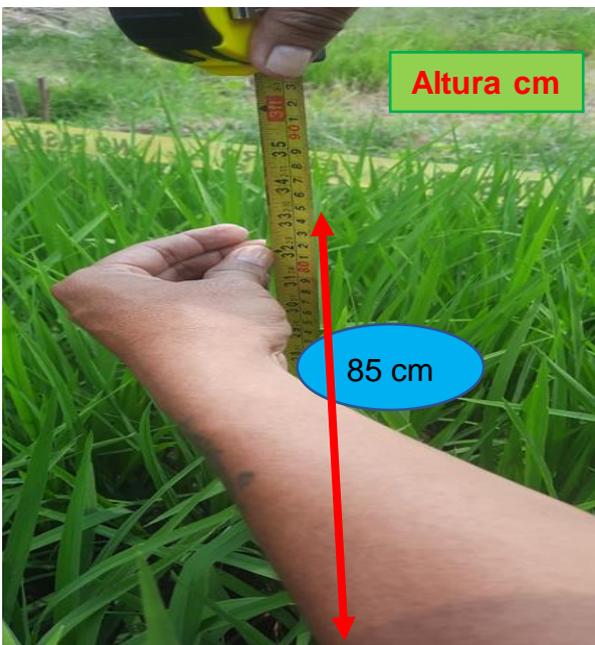


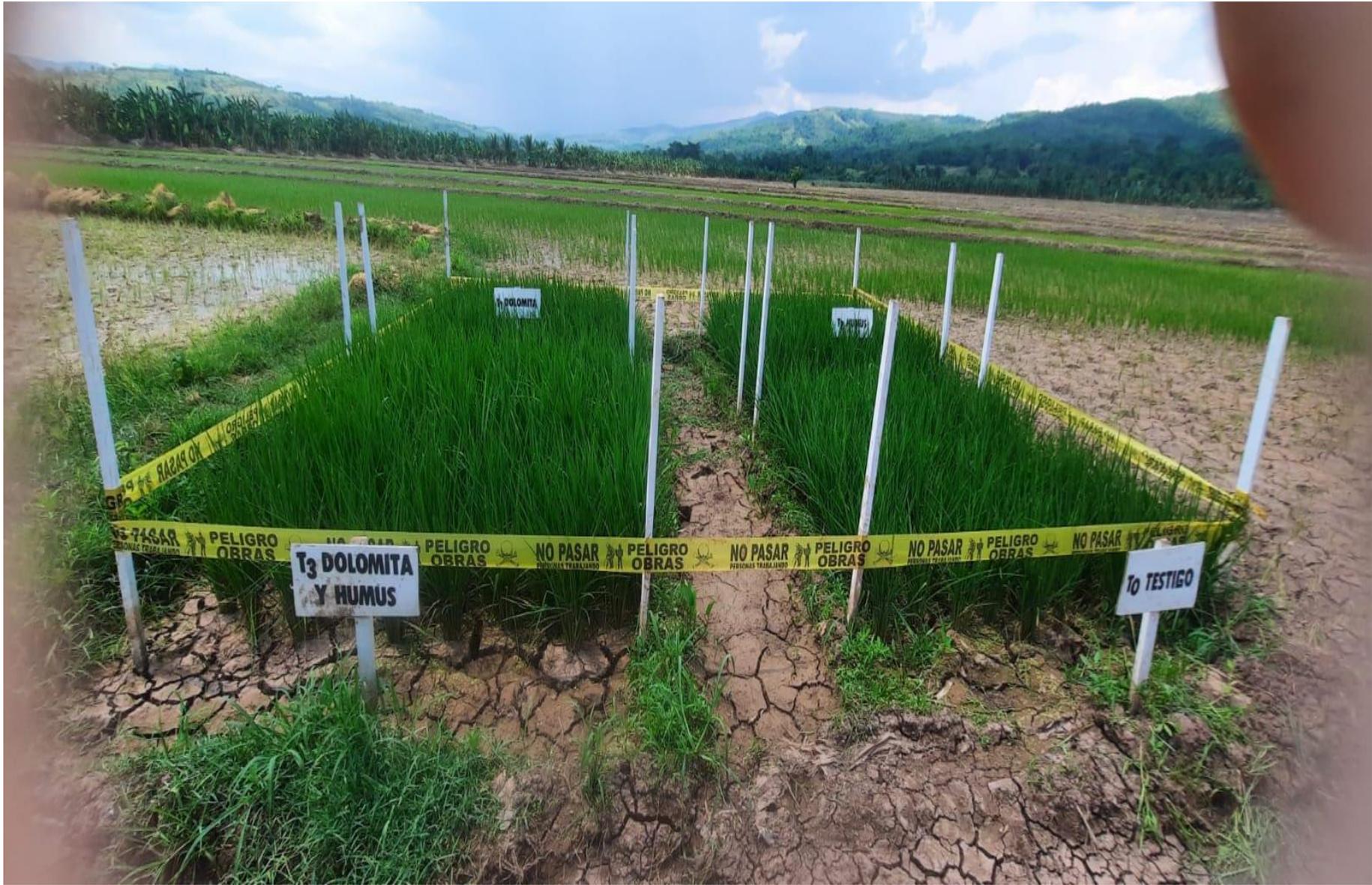
**Anexo 28:** Datos de la tercera evaluación

**Evaluaciones biométricas de arroz en parcelas (16 M2), con dolomita y humus. Trasplante de plántulas de arroz 27 set.**

<b>Tercera evaluación 02 nov/22 37 días de edad de planta</b>	<b>T1 dolomita 3.2kg</b>	<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>
		Altura de planta cm	70	74	75	<b>73.0</b>
		Ancho de hojas mm	10	12	11	<b>11.0</b>
		N° de hojas	123	124	126	<b>124.3</b>
		N° de tallos/macollo	37	35	35	<b>36</b>
	N° de insectos por planta	4	5	4	<b>4</b>	
	<b>T2 humus 3.2kg</b>	<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>
		Altura de planta cm	80	80	81	<b>80.3</b>
		Ancho de hojas mm	11	10	12	<b>11.0</b>
		N° de hojas	135	136	135	<b>135.3</b>
		N° de tallos/macollo	37	38	36	<b>37</b>
	N° de insectos por planta	4	4	4	<b>4</b>	
	<b>T3 (dolomita 1.6) +(humus 1.6) = 3.2kg</b>	<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>
		Altura de planta cm	78	79	80	<b>79.0</b>
		Ancho de hojas mm	11	11	11	<b>11.0</b>
		N° de hojas	126	127	128	<b>127</b>
		N° de tallos/macollo	34	39	38	<b>37</b>
	N° de insectos por planta	4	4	3	<b>4</b>	
	<b>T0 testigo</b>	<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>
		Altura de planta cm	55	57	53	<b>55</b>
Ancho de hojas mm		9	10	10	<b>9.7</b>	
N° de hojas		108	97	96	<b>100.3</b>	
N° de tallos/macollo		30	32	30	<b>31</b>	
N° de insectos por planta	10	15	14	<b>13</b>		

**Anexo 29: Cuarta evaluación biométrica de las plantas de arroz a los 44 días del trasplante.**





**T3 DOLOMITA Y HUMUS**

**T0 TESTIGO**

**T4 DOLOMITA**

**T5 HUMUS**

**NO PASAR PELIGRO OBRAS**

**Anexo 30: Datos de la cuarta evaluación**

**Evaluaciones biométricas de arroz en parcelas (16 M2), con dolomita y humus. Trasplante de plántulas de arroz 27 set.**

		<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>
<b>Cuarta evaluación</b> <b>09 nov/22</b> <b>30 días de edad de planta</b>	T1 dolomita 3.2kg	Altura de planta cm	79	80	78	<b>79.0</b>
		Ancho de hojas mm	11	12	11	<b>11.3</b>
		N° de hojas	130	133	136	<b>133</b>
		N° de tallos/macollo	40	42	41	<b>41</b>
		N° de insectos por planta	5	6	6	<b>6</b>
	T2 humus 3.2kg	<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>
		Altura de planta cm	83	85	84	<b>84.0</b>
		Ancho de hojas mm	11	11	11	<b>11.0</b>
		N° de hojas	140	148	145	<b>144.3</b>
		N° de tallos/macollo	41	43	45	<b>43</b>
	T3 (dolomita 1.6) +(humus 1.6) = 3.2kg	N° de insectos por planta	6	5	5	<b>5</b>
		<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>
		Altura de planta cm	82	80	81	<b>81.0</b>
		Ancho de hojas mm	11	11	11	<b>11.00</b>
		N° de hojas	135	137	140	<b>137.3</b>
T0 testigo	N° de tallos/macollo	40	43	42	<b>42</b>	
	N° de insectos por planta	6	6	5	<b>5.67</b>	
	<b>Biometría del arroz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>prom</b>	
	Altura de planta cm	60	59	61	<b>60.0</b>	
	Ancho de hojas mm	10	10	9	<b>9.7</b>	
	N° de hojas	111	110	115	<b>112</b>	
	N° de tallos/macollo	35	38	33	<b>35</b>	
	N° de insectos por planta	15	14	13	<b>14</b>	

**Anexo 31: Insectos encontrados en la tercera y cuarta evaluación**



**Novia del arroz**

**Clasificación Científica**

Nombre científico	<i>Rupela albinella</i>
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Lepidoptera
Familia:	Pyralyidae



**Libélula**

**Taxonomía**

Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Odonata
Suborden:	Epiprocta
Infraorden:	<b>Anisoptera</b>
	<b>SELYS, 1854</b>

**Anexo 32: Promedio general de las cuatro evaluaciones**

Tratamientos	Biometría del arroz	Plantas de arroz			promedio
		1	2	3	
T1 dolomita 3.2kg	Altura de planta cm	59	58.25	60.5	59.25
	Ancho de hojas mm	8.25	8.93	8.38	8.52
	N° de hojas	94.75	91	94.25	93.33
	N° de tallos/macollo	27.5	28.5	29.25	28.42
	N° de insectos por planta	4.5	5.5	5	5.00
T2 humus 3.2kg	Altura de planta cm	60.18	61	62.25	61.14
	Ancho de hojas mm	8.73	8.18	8.63	8.51
	N° de hojas	102	102	101.25	101.75
	N° de tallos/macollo	31	30.5	31.5	31.00
	N° de insectos por planta	5	4.5	4.5	4.67
T3 (dolomita 1.6) +(humus 1.6) = 3.2kg	Altura de planta cm	60.75	61	61.25	61.00
	Ancho de hojas mm	8.63	8.6	8.55	8.59
	N° de hojas	94.5	94.25	97	95.25
	N° de tallos/macollo	28	30	30.25	29.42
	N° de insectos por planta	5	5	4	4.67
T0 testigo	Altura de planta cm	45.5	46.25	45.5	45.75
	Ancho de hojas mm	7.38	7.58	7.35	7.43
	N° de hojas	70	71	69.25	70.08
	N° de tallos/macollo	22	23	21.75	22.25
	N° de insectos por planta	12.5	14.5	13.5	13.50

**Anexo 33: Extracción de 3 plantas de arroz por cada tratamiento**



**Anexo 34: Muestras de suelo post aplicación**



**Anexo 35: Lavado de las raíces de las plantas de arroz y pesado en húmedo por cada tratamiento**





**Anexo 36:** Secado de las plantas de arroz por cada tratamiento a 75°C por 24 horas



### **Anexo 37: Resultados de humedad de las plantas a 75°C por 24 hora**

Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto  
Jr. Amorarca Cdra. 3  
Ciudad Universitaria- Laboratorio de Suelos - FCA  
Morales - San Martín  
Teléfono: 985800927  
[cverde@unsm.edu.pe](mailto:cverde@unsm.edu.pe)



#### **INFORME DE ENSAYO HUMEDAD PLANTAS DE ARROZ N° 01 - LSA - FCA-UNSM-T**

Solicitantes : FLOR MEDALÍ SUÁREZ ÁLVAREZ  
: MELECIO LOZANO MUÑOZ  
Producto : Plantas de Arroz  
Procedencia : Tarapoto  
Fecha de reporte : 14/11/2022

TRATAMIENTOS	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	% Humedad
TESTIGO	360	71.712	19.92
T1 DOLOMITA	490	114.756	23.42
T2 HUMUS	590	159.04	26.96
T3 DOLOMITA + HUMUS	530	121.417	22.91

Temperatura de secado = 75 °C

Tiempo de secado = 24 horas

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

**Anexo 38: Resultados de los análisis del suelo post tratamiento**



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



**ANÁLISIS DE METALES PESADOS EN SUELOS**

SOLICITANTES : FLOR MEDALI SUÁREZ ÁLVAREZ  
 MELECIO LOZANO MUÑOZ  
 PROVINCIA: SAN MARTÍN  
 DISTRITO: CACATACHI

FECHA DE MUESTREO: 2/11/2022  
 FECHA DE REPORTE: 15/11/2022  
 MUESTRA T1 - DOLOMITA

Metal pesado				
Elementos	Arsénico (As) ppm	Cromo VI (Cr) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Plomo (Pb) ppm
Niveles	10.96	0.086	0.2	60.12
	Bajo	Bajo	Bajo	Medio

Niveles	As	Cr	Cd	Pb
Bajo	<= 18.5	<= 0.15	<= 0.23	<= 14
Medio	> 18.5 < 50	> 0.15 < 0.40	> 0.23 < 1.40	> 14 < 70
Alto	>= 50	>= 0.40	>= 1.40	>= 70

**Metodología**

ECA 3051 (METODO 3051A) Digestión ácida - Lectura Absorción Atómica

*[Handwritten Signature]*  
 Ing. Carlos Verdes Grijalva  
 IRI de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias



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



SOLICITANTE : FLOR MEDALI SUÁREZ ÁLVAREZ  
 MELECIO LOZANO MUÑOZ  
 PROVINCIA: SAN MARTÍN  
 DISTRITO: CACATACHI

FECHA DE MUESTREO: 3/11/2022  
 FECHA DE REPORTE: 15/11/2022  
 TESTIGO T1 - DOLOMITA

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>		
T1	32.5	46.36	21.14	Arcilla	8.18	550.36	2.64	0.1	13.25	214.56	15	13.25	0.63	0.5	0.3	0	0	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>
8.18	550.36	2.64	0.1188	13.25	214.56	13.25	0.63	0.3	0	0
Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Medio	Normal	Muy bajo	Muy bajo		

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.27 t/m<sup>3</sup>



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



ANÁLISIS DE METALES PESADOS EN SUELOS

SOLICITANTES : FLOR MEDALI SUÁREZ ÁLVAREZ  
MELECIO LOZANO MUÑOZ

FECHA DE MUESTREO: 2/11/2022

FECHA DE REPORTE: 15/11/2022

PROVINCIA: SAN MARTÍN

MUESTRA T2 - HUMUS

DISTRITO: CACATACHI

Metal pesado				
Elementos	Arsénico (As) ppm	Cromo VI (Cr) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Plomo (Pb) ppm
Niveles	9.23	0.071	0.19	56.23
	Bajo	Bajo	Bajo	Medio

Niveles	As	Cr	Cd	Pb
Bajo	<= 18.5	<= 0.15	<= 0.23	<= 14
Medio	> 18.5 < 50	> 0.15 < 0.40	> 0.23 < 1.40	> 14 < 70
Alto	>= 50	>= 0.40	>= 1.40	>= 70

Metodología

ECA 3051 (METODO 3051A) Digestión ácida - Lectura Absorción Atómica

Ing. Carlos Verde Gómez  
Lab. de Análisis de Suelos y Agua  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias



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



SOLICITANTE : FLOR MEDALI SUÁREZ ÁLVAREZ

FECHA DE MUESTREO: 3/11/2022

MELECIO LOZANO MUÑOZ

FECHA DE REPORTE: 15/11/2022

PROVINCIA: SAN MARTÍN

TESTIGO T2 - HUMUS

DISTRITO: CACATACHI

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>		
T2	30.23	45.23	24.54	Arcilla	8.23	348.52	2.96	0.1	10.89	200.36	12	11.23	0.52	0.5	0.2	0	0	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>
8.23	348.52	2.96	0.1332	10.89	200.36	11.23	0.52	0.21	0	0
Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		

Densidad Aparente  $\longrightarrow$  1.27 t/m<sup>3</sup>



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



ANÁLISIS DE METALES PESADOS EN SUELOS

SOLICITANTES : FLOR MEDALI SUÁREZ ÁLVAREZ  
MELECIO LOZANO MUÑOZ

FECHA DE MUESTREO: 2/11/2022

FECHA DE REPORTE: 15/11/2022

PROVINCIA: SAN MARTÍN

MUESTRA T3 - HUMUS + DOLOMITA

DISTRITO: CACATACHI

Metal pesado				
Elementos	Arsénico (As) ppm	Cromo VI (Cr) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Plomo (Pb) ppm
Niveles	10.89	0.12	0.21	63.25
	Bajo	Bajo	Bajo	Medio

Niveles	As	Cr	Cd	Pb
Bajo	<= 18.5	<= 0.15	<= 0.23	<= 14
Medio	> 18.5 < 50	> 0.15 < 0.40	> 0.23 < 1.40	> 14 < 70
Alto	>= 50	>= 0.40	>= 1.40	>= 70

Metodología

ECA 3051 (METODO 3051A) Digestión ácida - Lectura Absorción Atómica

Ing. Carlos Verde Girón  
Lab. de Análisis de Suelos y Agua  
Univ. Tarapoto  
Facultad de Ciencias Agrarias



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



SOLICITANTE : FLOR MEDALI SUÁREZ ÁLVAREZ

FECHA DE MUESTREO: 3/11/2022

MELECIO LOZANO MUÑOZ

FECHA DE REPORTE: 15/11/2022

PROVINCIA: SAN MARTÍN

TESTIGO TO

DISTRITO: CACATACHI

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>
T0	28.5	45.36	26.14	Arcilla	8.34	343.25	2.85	0.1	10.23	232.25	14	12.12	0.58	0.6	0.3	0	0	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>
8.34	343.25	2.85	0.12825	10.23	232.25	12.12	0.58	0.28	0	0
Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Medio	Normal	Muy bajo	Muy bajo		

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.26 t/m<sup>3</sup>



**ANÁLISIS DE METALES PESADOS EN SUELOS**

SOLICITANTES : FLOR MEDALI SUÁREZ ÁLVAREZ  
MELECIO LOZANO MUÑOZ

FECHA DE MUESTREO: 2/11/2022

FECHA DE REPORTE: 15/11/2022

PROVINCIA: SAN MARTÍN

MUESTRA T0

DISTRITO: CACATACHI

Metal pesado				
Elementos	Arsénico (As) ppm	Cromo VI (Cr) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Plomo (Pb) ppm
Niveles	12.02	0.1	0.18	62.1
	Bajo	Bajo	Bajo	Medio

Niveles	As	Cr	Cd	Pb
Bajo	<= 18.5	<= 0.15	<= 0.23	<= 14
Medio	> 18.5 < 50	> 0.15 < 0.40	> 0.23 < 1.40	> 14 < 70
Alto	>= 50	>= 0.40	>= 1.40	>= 70

**Metodología**

ECA 3051 (METODO 3051A) Digestión ácida - Lectura Absorción Atómica

Ing. Carolina Varela Grisar  
Lab. de Análisis de Suelos y Agua  
UNSM - TARAPOTO



SOLICITANTE : FLOR MEDALI SUÁREZ ÁLVAREZ

FECHA DE MUESTREO: 3/11/2022

MELECIO LOZANO MUÑOZ

FECHA DE REPORTE: 15/11/2022

PROVINCIA: SAN MARTÍN

TESTIGO T3 - HUMUS + DOLOMITA

DISTRITO: CACATACHI

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>+1</sup>		
T3	23.23	48.56	28.21	Arcilla	7.84	778.56	3.12	0.1	19.56	263.25	20	17.56	1.12	0.7	0.4	0	0	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>
7.84	778.56	3.12	0.1404	19.56	263.25	17.56	1.12	0.36	0	0
Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Alto	Muy alto	Bajo	Bajo		

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.24 t/m<sup>3</sup>

**Anexo 39: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo Decreto Supremo  
N° 011-2017-MINAM**

Parámetros en mg/kg PS <sup>(2)</sup>	Usos del Suelo <sup>(1)</sup>			Métodos de ensayo <sup>(7) y (8)</sup>
	Suelo Agrícola <sup>(3)</sup>	Suelo Residencial/ Parques <sup>(4)</sup>	Suelo Comercial <sup>(5)</sup> / Industrial/ Extractivo <sup>(6)</sup>	
<b>ORGÁNICOS</b>				
<b>Hidrocarburos aromáticos volátiles</b>				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 <sup>(9)</sup> EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos <sup>(10)</sup>	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
<b>Hidrocarburos poliaromáticos</b>				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
<b>Hidrocarburos de Petróleo</b>				
Fracción de hidrocarburos F1 <sup>(11)</sup> (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 <sup>(12)</sup> (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 <sup>(13)</sup> (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
<b>Compuestos Organoclorados</b>				
Bifenilos policlorados - PCB <sup>(14)</sup>	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
<b>INORGÁNICOS</b>				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total <sup>(15)</sup>	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 <sup>(16)</sup>
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/ó ISO 17690:2015



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, LUIS ALBERTO ORDOÑEZ SANCHEZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Remediación del suelo del cultivo de arroz, con dolomita y humus, Cacatachi, 2022.", cuyos autores son LOZANO MUÑOZ MELECIO, SUAREZ ALVAREZ FLOR MEDALI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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.

TARAPOTO, 28 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
LUIS ALBERTO ORDOÑEZ SANCHEZ <b>DNI:</b> 00844670 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3860-4224	Firmado electrónicamente por: LORDONEZS el 30- 11-2022 18:46:53

Código documento Trilce: TRI - 0458778