



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Aplicación de microorganismos eficientes (EM) y
Trichoderma harzianum para la biorremediación de suelos de
arroz contaminados con Carbofuran, Morales–Cacatachi, 2022**

AUTORES:

Angulo Pinedo, Silvia Juanita (ORCID: 0000-0003-1117-7779)

García Arirama, Jesús Miguel (ORCID: 0000-0002-8377-3775)

ASESORA:

Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline (ORCID:0000-0002-9965-9678)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

TARAPOTO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y permitirme lograr uno de los objetivos de mi vida, el ser profesional, gracias por no abandonarme nunca, por estar conmigo siempre. Para mi familia que más amo en mi vida, y que siempre me dieron fuerzas para luchar por mis metas (Angulo, 2022).

A Dios padre por la vida, por permitirme salir adelante y lograr mis metas personales. A mis familiares que siempre me apoyan cada día para cumplir el objetivo (García, 2022).

AGRADECIMIENTO

Agradezco al ser que siempre ha estado conmigo incondicionalmente, brindándome fortaleza y sabiduría para alcanzar con éxito mis metas, “Gracias Padre Celestial”. A mis padres por ser el ejemplo de lucha, por su apoyo y haber colocado su perseverancia en esta historia que apenas comienza. Así mismo, quiero agradecer a mis hermanos por el apoyo incondicional cual haya sido las circunstancias (Angulo, 2022).

Agradecimiento: Agradezco a mis padres que siempre confiaron en mí, por brindarme sus fuerzas y sabiduría para seguir adelante. A mí mismo por siempre seguir creyendo en mí y demostrarme de lo que soy capaz (García, 2022).

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	16
III. METODOLOGÍA	29
3.1. Tipo y diseño de investigación	29
3.2 Variables y operacionalización	31
3.3. Población, muestra y muestreo	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
3.5. Procedimientos	39
3.6. Método de análisis de datos	46
3.7. Aspectos éticos	46
IV. RESULTADOS	48
V. DISCUSIÓN	58
VI. CONCLUSIONES	63
VII. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS	65

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen del diseño	30
Tabla 2. Operacionalización de variables Aplicación de dos microorganismos eficientes (Em) y Trichoderma harzianun para la.....	32
Tabla 3. Proceso de validación de equipos para determinación de parámetros fisicoquímicos	36
Tabla 4. Ubicación de parcelas	40
Tabla 5. Análisis de contenido de Carbofuran de las parcelas de arroz	48
Tabla 6. Contenido de Carbofuran después de 20 - 40 días de aplicación de biorremediación.....	48
Tabla 7. Caracterización física de muestras de suelo	52
Tabla 8. Prueba T de muestras según porcentaje de características físicas	53
Tabla 9. Caracterización química de las muestras de suelo	54
Tabla 10. Prueba T de muestras según características químicas.....	55

Índice de figuras

Figura 1. Cultivo de arroz en San Martín	17
Figura 2. Cepa aislada de Trichoderma	21
Figura 3. Phialides and phialospores of a Trichoderma harzianum. Fuente: (Mukhopadhyay y Kumar, 2020)	22
Figura 4. Estructura química bidimensional del Carbofuran. Fuente: (Farmagro, 2019)	23
Figura 5. Esquema de flujo para HPLC. Fuente: (Clark, 2020).	24
<i>Figura 6. Vía metabólica microbiana para biodegradación de Carbofuran</i>	27
Figura 7. Diseño del ensayo	31
Figura 8. Lugar de estudio	35
Figura 9. Flujograma de los procesos de investigación	39
Figura 10. Equipo de determinación	45
Figura 11. Eficacia de reducción de Carbofuran a 20 días.....	50
Figura 12. Eficacia de reducción de Carbofuran a 40 días.....	50
Figura 13. Degradación de Carbofuran con tratamientos y sin tratamientos a 20 – 40 días.....	51
Figura 14. Dinámica de degradación de Carbofuran según tratamientos	51
Figura 15. Caracterización física de las muestras con tratamiento y sin tratamiento	53
Figura 16. Caracterización física según tratamiento a 20 y 40 días.....	54
Figura 17. Caracterización química de las muestras de suelo 20 y 40 días	56
Figura 18, Caracterización química E.C (dS/m).....	57

Resumen

La utilización elevada de Carbofuran en la producción de arroz daña el medio ambiente y salud humana, posee la mayor toxicidad para los seres humanos en comparación con otros productos de carbamatos. La investigación tiene como objetivo evaluar la aplicación de microorganismos eficientes (EM) y *Trichoderma harzianum* para la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales – Cacatachi, 2022. Se recolectaron muestras de suelo de parcelas dedicadas al cultivo de arroz y enriquecidas con concentraciones como C1: 40 mg/Kg, C2: 80 mg/Kg y C3: 120 mg/kg y tratamientos aplicados fueron T1 (EM), T2 (EM + *Trichoderma harzianum*) y T3 (*Trichoderma harzianum*) evaluados en 2 tiempos. Los resultados de biodegradación indicaron que la aplicación de Em a los 20 días alcanza una eficiencia de 97.95 (0.82 mg/kg) para C3; mientras que C1 y C2 fue disminuido a (<0.01) o 100%, el T2 logró una reducción de 120 mg/ Kg a 0.81 mg/kg y T3 con C3 fue 0.81 mg/kg. Caracteres físicos del suelo; el %arcilla mostró significancia entre suelo con tratamiento (S.T) en función con el testigo a los 40 días. Características químicas del suelo M.O.%, humedad se incrementaron a los 40 días mostrando significancias, el pH se mantuvo.

Palabras clave:

Descomposición, eliminación, degradación, remediación, biofumigacion

Abstract

The high utilization of Carbofuran in rice production harms the environment and human health, it has the highest toxicity to humans compared to other carbamate products. The research aims to evaluate the application of efficient microorganisms (EM) and *Trichoderma harzianum* for the bioremediation of rice soils contaminated with Carbofuran, Morales – Cacatachi, 2022. Soil samples were collected from plots dedicated to rice cultivation and enriched with concentrations as C1: 40 mg/Kg, C2: 80 mg/Kg and C3: 120 mg/kg and applied treatments were T1 (EM), T2 (EM + *Trichoderma harzianum*) and T3 (*Trichoderma harzianum*) evaluated in 2 times. The biodegradation results indicated that the application of Em at 20 days reaches an efficiency of 97.95 (0.82 mg/kg) for C3; while C1 and C2 was decreased to (<0.01) or 100%, T2 achieved a reduction from 120 mg/Kg to 0.81 mg/kg and T3 with C3 was 0.81 mg/kg. physical characteristics of the soil; the %clay showed significance between soil with treatment (S.T) in function with the control at 40 days. Chemical characteristics of the soil M.O.%, humidity increased at 40 days showing significance, the pH was maintained.

Keywords:

Decomposition, disposal, degradation, remediation, biofumigation

I. INTRODUCCIÓN

Con el incremento de la población se incrementa la contaminación del suelo, es la principal causa de reducir rendimientos de los cultivos y de convertir la tierra productiva en zonas improductivas al disminuir la diversidad biológica del suelo, dando como resultado el acaparamiento de mayores áreas para cultivos (Larramendy y Soloneski, 2020).

La utilización continua de fertilizantes trae como resultado el desarrollo de cultivos continuos “monocultivos”, la acumulación de sales minerales resultantes de fertilizantes en el suelo forma estructuras de compactación causando su degradación a largo plazo (Larramendy y Soloneski, 2020).

La utilización de semillas de arroz cada año se incrementa porque las áreas están en constante expansión, las semillas están protegidas con productos químicos contaminantes, para prevenir ataques de gorgojo de agua *Lissorhoptus oryzophilus* se opta por la utilización de insecticidas que son aplicados directamente al suelo en la fase de siembra, para controlar la lombriz roja las semillas tratadas con Carbofuran dan excelentes resultados, varios insecticidas ahora se aplican en el campo para controlar diferentes insectos barrenadores y se depositan en el suelo (Ghosal, y Hati, 2019).

Los plaguicidas y fertilizantes son muy utilizados para incrementar rendimientos, pero su uso excesivo acarrea graves consecuencias, debido a su naturaleza de persistencia, diversos tipos de pesticidas contaminan directa o indirectamente los suelos, agua aire y el ecosistema en general causando serios problemas en la salud de los seres vivos (Sharma et al., 2019).

Se ha utilizado un número cada vez mayor de plaguicidas en la actividad agrícola para resguardar los cultivos de plagas, malas hierbas y enfermedades, pero entre el 80 y el 90 % de los plaguicidas aplicados afectan a la vegetación que no es el objetivo y permanecen como residuos de plaguicidas en el medio ambiente, lo que es potencialmente un grave riesgo para el ecosistema agrícola (Shixian et al., 2018).

Dichos plaguicidas son altamente tóxicos de etiqueta roja como Carbofuran, es un insecticida con un amplio espectro de actividad y es relativamente económico.

Está restringido en una gran cantidad de países del mundo; sin embargo, sigue siendo ampliamente utilizado en Asia, Australia, América del Sur y nuestro país (Siong et al., 2019).

El Carbofuran es uno de los pesticidas sistémicos y de amplio espectro más tóxicos, el pesticida de carbamato de metilo que se aplica ampliamente como insecticida, nematocida y acaricida para fines agrícolas, domésticos e industriales. El producto es extremadamente letal para mamíferos, aves, peces y la vida silvestre debido a su actividad anticolinesterasa, que inhibe la actividad de la acetilcolinesterasa y la butirilcolinesterasa (Mishra et al., 2020).

Las preocupaciones sobre estos impactos ecotoxicológicos, ambientales y peligrosos para la salud del Carbofuran han llevado a los investigadores a remediar este pesticida para la seguridad ambiental (Ruiz et al., 2016; Das, Morshed, Roy, 2019; Li et al., 2020).

La organización mundial de la salud (OMS) señala que Carbofuran es altamente peligroso en agua y en el medio ambiente afecta a las aves y abejas, como también a las personas (Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA, 2021).

Los problemas de salud son severos al sistema nervioso, y problemas de intoxicación, también se exponen al consumir productos con residuos de Carbofuran, a través de la biorremediación se está reduciendo la exposición e ingesta.

Desde entonces ha existido un rápido desarrollo de la remediación sostenible existen varias iniciativas que promueven activamente la remediación sostenible (Norrman et al., 2020).

En Perú el cultivo de arroz es el que abarca las mayores áreas de sembrío y por ende existen gran número de productores, quienes con sus áreas representan un 6% del PBI, el arroz posee mayores extensiones de áreas en comparación con café que solo abarca un 3% (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINAGRI, 2021); según la cronología de siembra y cosecha de arroz está distribuido en todos los meses, pero los meses donde el porcentaje de áreas

cosechadas es elevado 44% son mayo a julio a nivel nacional (MINAGRI-DGESEP, 2018).

La región San Martín es considerada dentro del rango de productores de arroz en el Perú, en la provincia del mismo nombre está ubicado el Distrito de Morales y Cotacachi, dichos lugar han tenido un incremento en las áreas de producción de arroz y generando con ello un incremento en la cantidad de agroquímicos y fertilizantes que son contaminantes de los suelos, en el ámbito local la utilización de Carbofuran en la producción de arroz es alta debido a que se utiliza en más de una fase del desarrollo productivo.

Recientemente en el Perú el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) prohibió según la resolución directoral N° 0061-2021-MIDAGRI-SENASA-DIAIA con fecha 28 de setiembre del 2021 la importación y utilización de productos químicos utilizados en agricultura que contengan en su formulación el ingrediente activo Carbofuran considerados como de “alto riesgo” respaldado por Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA-MIDAGRI) y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA-MINSA) según lo afirmado por (SENASA, 2021). Sin embargo, hasta el 30 de septiembre del 2022, este aún se encuentra en uso, además de la venta ilegal que se desarrolla a pesar de las leyes.

Por tal razón los suelos de cultivos de arroz en la región San Martín, presentan residuos de estos plaguicidas, además de la posibilidad de su absorción por el arroz. es necesario limitar el proceso de degradación que experimentan los suelos de cultivos en esta región peruana, mediante la aplicación de alternativas sostenible entre las que destacan las técnicas fisicoquímicas de gran impacto porque no podrían matar la vida del suelo, entre la utilización de la biorremediación con el uso de plantas, medio de la fitorremediación o la utilización de microorganismos eficientes (EM).

La biorremediación demuestra ser una forma efectiva y prometedora que tiene la ventaja reducir la contaminación ambiental por pesticidas agrícolas que incluye métodos basados en utilización de microorganismos, plantas, plantas asociadas a microorganismos y otros métodos innovadores que se emplea para

restaurar los suelos contaminados (Carles et al., 2021) y (Saja, Jaya, Kuldeep, Ying, 2021).

Los EM tiene la ventaja de contener o agrupar de conjuntos de bacterias y hongos con capacidades de biodegradar compuestos químicos y brindar otros beneficios al suelo por se componen de bacteriano ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con capacidad fermentativa, en la aplicación agrícola como *Lactobacillus*, *Carnobacterium* y *Trichococcus* (Afanador et al., 2021). También se componen de proteasas, peptidasas, descarboxilasas, reductasas, esterasas, glucosidasas, etc (Carbajal et al., 2020).

La degradación microbiana ha recibido una amplia atención como el enfoque más eficaz y sostenible para la degradación y desintoxicación de entornos contaminados con Carbofuran (Mishra et al, 2020). En los últimos años los investigadores han identificado cepas bacterianas pertenecientes a los géneros *Bacillus*, *Sphingomonas*, *Flavobacterium*, *Enterococcus*, *Archomobacter* y *Pseudomonas* (Gupta et al. 2019, Yan et al. 2018). y para el caso de la investigación se estilizo el género *Trichoderma*.

La utilización de *Trichoderma* spp. pude mencionarse las siguientes ventajas son utilizados en aplicaciones agrícolas por su conocido mecanismo de control biológico, la utilización de este inoculante microbiano en productos a base de *Trichoderma* viene tomando auge entre los investigadores quienes están muy interesados en indagar beneficios potenciales de *Trichoderma* spp. Estos sorprendentes hallazgos brindan la posibilidad de realizar actividades agrícolas – industriales amigables y o respetuosas con el ambiente (Zin y Badaluddin, 2020).

Existen más de un de método innovador que hoy en día es utilizado para biorremediar suelos contaminados (Saja, Jaya, Kuldeep, Ying, 2021). La investigación sigue el modelo descrito por (Wang et al., 2020) quien emplea dosis de Carbofuran C1= 40 ml/kg, C2= 80 ml/kg, C3= 120 ml/kg, para contaminar suelo con dichas concentraciones y evaluar la combinacion de plantas y hongo para reducir los niveles.

Esta investigación de tipo aplicada por el planteamiento de alternativas de biorremediación de suelos utilizando hongos benéficos como microorganismos eficientes (EM) y *Trichoderma harzianum*, la misma ha sido diseñada de 3 factores conformado en 3 tratamientos (microorganismo eficientes EM, *Trichoderma harzianum*, y la mezcla de los dos TH + EM), aplicados en 3 dosis y evaluados en 2 tiempos (inicio y fin del experimento), durante 60 días. para recuperar la calidad del suelo.

Dentro de **justificación teórica** se debe a que se busca conocer, comprender y explicar el enfoque teórico o conceptual de los efectos de dosis, tiempo de tratamiento en la degradación de Carbofuran por parte de los microorganismos, así como la interacción que existe entre ellos.

En cuanto a la **justificación económica** las actividades de biorremediación de suelos ayudaran a los productores a mejorar la salud del suelo y por ende tendrán mayores ingresos económicos al incrementar su producción por que se estaría recuperando la biodiversidad del suelo.

La técnica de biorremediación resulta efectiva según Umar et al., (2020) demostró que se la aplicación de bacteria *Enterobacter* sp. degradan Carbofuran, también Hernández et al (2020) utilización de organismos como *Pseudomonas* y *Coliformes* utilizan clorpirifos como fuente de energía. Con la aplicación de EM y *Trichoderma harzianum* se estaría aportando una mejora para la estructura del suelo, aumentará su fertilidad (Joshi, Somduttand y Mundra, 2019) por ende se mejorará radicalmente la diversidad biológica tendrán mayores ingresos económicos al incrementar su producción por que se estaría recuperando la biodiversidad del suelo.

La **justificación social** es importante porque los productores, investigadores de cualquier parte del planeta y empresas les permitirá tomar conocimiento para que puedan mejorar sus prácticas de cultivo, cuidado del suelo, cultura ambiental, y disminuir la cantidad de alimentos con riesgos de contaminación con productos químicos como plaguicidas de amplio espectro como organofosforados, organoclorados, organosulfurados, carbamatos, dinitrofenoles, triazinas y tiocarbamatos que ponen en riesgo su salud y así promover una alimentación saludable.

Esta investigación busca responder un problema general:

PG: ¿Como influye la aplicación de microorganismos eficientes (EM) y *Trichoderma harzianum* para la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales – Cacatachi 2022?

y problemas específicos:

PE1: Como influye la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre los periodos de tratamientos

PE2: Como influye la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre la eliminación del plaguicida (cf- ci)

PE3: Como influye la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre las características edafoclimáticas

PE4: Como influye la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre las características fisicoquímicas del suelo.

La investigación centrará la explicación en la biorremediación de suelos arroceros contaminados con Carbofuran utilizando productos orgánicos, dichos productos será el EM) y *Trichoderma harzianum*. Por ende, se planteó las siguientes hipótesis

HG: La aplicación de microorganismos eficientes (EM) y *Trichoderma harzianum* influye significativamente en la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales – Cacatachi, 2022

HE1: La aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico ejerce una influencia significativa sobre los periodos de tratamientos

HE2: Como influye la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico ejerce una influencia significativa sobre la eliminación del plaguicida (cf- ci)

HE3: Como influye la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico ejerce una influencia significativa sobre las características edafoclimáticas

HE4: Como influye la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* ejerce una influencia significativa sobre las características fisicoquímicas del suelo

Objetivo general. Evaluar la aplicación de microorganismos eficientes (EM) y *Trichoderma harzianum* para la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales – Cacatachi , 2022.

Objetivos específicos:

OE1: Analizar la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre los periodos de tratamientos.

OE2: Analizar la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre la eliminación del plaguicida (cf- ci)

OE3: Analizar la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre las características edafoclimáticas.

OE4: Analizar la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* sobre las características fisicoquímicas del suelo

II. MARCO TEÓRICO

Umar et al., (2020) investigaron la degradación mejorada de Carbofuran utilizando células inmovilizadas y libres de *Enterobacter* sp. en la investigación aislaron bacterias para degradar Carbofuran e inmovilizar la bacteria en un vehículo natural, el resultado del análisis mostró que las células libres y las inmovilizadas de la bacteria degradan Carbofuran, dichas las células pueden ser beneficiosas como agente de biorremediación en sitios contaminados con Carbofuran, se debe purificar la enzima degradante de Carbofuran en estudios futuros.

Hernández et al (2020) evidenciaron y analizaron el proceso de degradación de clorpirifos en diversas concentraciones de microorganismos y medios de nutrientes, para reducir la contaminación del suelo y aguas, evaluaron 23 muestras de suelo de 1 kg cada uno, y evidenciaron la existencia de organismos compatibles como *Pseudomonas* y *Coliformes* que utilizaron clorpirifos como fuente de energía, el pH y el tipo de microorganismos fueron los factores cruciales del proceso y recomendaron la aplicación directa en las zonas de incidencia.

Romero et al (2021) realizaron el aislamiento de *Trichoderma* autóctona del suelo del lugar con capacidad de tolerar Carbofuran y estudiaron la viabilidad al ser expuesto al químico, en laboratorio se determinaron las concentraciones de Carbofuran de 35, 98, 177 y 315 mg/L preparadas en metanol, en cuanto a *Trichoderma* spp. utilizaron las diluciones 1×10^{-2} y 1×10^{-3} se sembraron en medio Agar y se evaluaron la exposición al químico durante 120 horas, después de 45 días el Carbofuran se degradó 64%.

Ríos; Villacorta y Ramos (2019) evaluaron en medio sólido y como fuente de carbono cipermetrina (piretroide) y clorpirifos para el crecimiento de *Trichoderma asperellum*, para el desarrollo del estudio prepararon medios de agar que contenían como fuente de carbono los agroquímicos con concentraciones de cipermetrina (480 ppm) y clorpirifos (250 ppm), evaluaron por 5 días el crecimiento de *Trichoderma asperellum* la cual fue inoculada a una concentración de 3×10^{-2} esporas/mL., y llegan a la conclusión que, *T. asperellum* puede desarrollarse en ambos medios y es capaz de utilizar a los

productos químicos, concluyeron que tiene un gran potencial de biorremediación de suelos.

El arroz (*Oryza sativa*) crece en climas templados y subtropicales es considerada una planta anual, en condiciones tropicales puede rebrotar después de la cosecha (Paredes et al., 2020), en su morfología de la raíz, tiene tres tipos de raíz, radícula, raíces del mesófilo y adventicias (Paredes et al., 2020).

La morfología del tallo principal es aquel que se desarrolla en la fase vegetativa, el número de hojas está relacionado con la edad y las condiciones medio ambientales. Los macollos son tallos secundarios que son originados del tallo principal a parte de la yema (Paredes et al., 2020). Morfología de las hojas se encuentran ubicadas en lados laterales del meristemo apical en el tallo, tienen distribución alterna a largo del tallo, las hojas están conformadas por la vaina, cuello y laminas (Paredes et al., 2020).

Figura 1. Cultivo de arroz en San Martín



Fuente: Elaboración propia

La (Figura 1) muestra las extensiones de monocultivos y la aplicación de productos químicos durante todo su proceso fisiológico.

La protección del cultivo de arroz frente a ataques de plagas y evitar pérdidas económicas, representa un aprovechamiento económico y social, pero al mismo tiempo es una forma de contaminación muy alta por que el producto Carbofuran tiene efectos directos e indirectos en la salud del hombre, está asociado con actividad de alteración endocrina, trastornos reproductivos y anomalías citotóxicas y genotóxicas (Mishra et al., 2020).

Microorganismos eficientes (EM). Los EM surgen de la década de los años 60 con los estudios del horticultor Teruo Higa de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, quien se interesó en producir de forma natural (Tanya y Leiva, 2019). Dichos estudios se consideraron como alternativos para producir alimentos sanos, los ME agrupan diversidad bacteriana como bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con capacidad fermentativa, en la aplicación agrícola estos hongos también influyen en la germinación de semillas, desarrollo de frutos, mejoran las estructuras físicas, químicas y limitan a organismos fitopatógenos, dentro de la perspectiva fisiológica señalan que incrementan capacidad fotosintética de los cultivos y sus capacidades de absorber agua y nutrientes, también en la preparación de compost aceleran la descomposición de los componentes (Tanya y Leiva, 2019).

Bacterias ácido lácticas (BL). Las bacterias del ácido láctico se han utilizado durante décadas en prácticas agrícolas con un potencial prometedor, la conformación de la comunidad bacteriana en el biofertilizante estuvo dominada por diferentes Lactobacillales, por ejemplo, *Lactobacillus*, *Carnobacterium* y *Trichococcus* (Afanador et al., 2021).

Las BL tiene excelente potencial porque están compuestas por un amplio rango de enzimas (Yu et al., 2020), enzimas representativas como descarboxilasas, peptidasas, proteasas, reductasas, glucosiladas, esterases, etc (Carbajal et al., 2020).

Ha (2022) investigó como se mejora la degradación del Carbofuran por *Bacillus* sp. inmovilizando la cepa DT1 del suelo, en la investigación dicha sepa utilizo como fuente de carbono y energía a Carbofuran, la inmovilización de las baterías

utilizando la paja de arroz logró degradar el 97,5 % del insecticida utilizando en un biorreactor al cabo del tercer ciclo.

Bacterias fotosintéticas. Hasta la actualidad existe limitada información de este tipo de bacterias, pero las especies *Rhodobacter sphaeroides* y *Rhodospseudomonas palustris* son importantes bacterias fotosintéticas utilizadas en la acuicultura (Saejung, Chaiyarat y Sanoamuang, 2020). Las bacterias fotosintéticas son los primeros procariontes con un sistema primitivo de síntesis de fotoenergía en la tierra y existen ampliamente en el entorno natural, como el suelo, los lagos y los océanos. Dichas bacterias crecen fototróficamente en lugar de fotosintéticamente, la característica más notable de estos organismos es que pueden usar la luz como impulsor de energía y usar compuestos orgánicos de carbono, sulfuros (como S^{2-} o $S_2O_3^{2-}$) o H_2 como donantes de hidrógeno para fijar CO_2 anoxigénico para fotosíntesis (Chena et al., 2020).

La bacteria *Rhodobacter sphaeroides* es fotosintética Gram negativa, las células que conforman esta bacteria pueden sobrevivir en agua dulce y salada, la mencionada bacteria realiza diversas actividades metabólicas entre ellas la fijación de nitrógeno (Tanya y Leiva, 2019).

Levaduras. Los suelos se consideraban más como un reservorio de levaduras que residen en hábitats por encima de él, estudios posteriores demostraron que las comunidades de levaduras en los suelos son taxonómicamente diversas y diferentes de las que se encuentran sobre el suelo, las levaduras del suelo poseen adaptaciones extraordinarias que les permiten permanecer diversas condiciones de ambientes (Yurkov, 2018). Algunas levaduras producen micocina, que también se denominan toxinas asesinas. Los géneros de levadura que producen micocina o toxina asesina incluyen *Saccharomyces*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Torulopsis* y *Zygosaccharomyces* (Shruthi, 2022).

Actinomicetos. Gana importancia por ser agentes de biocontrol PGPR, y *Streptomyces* es el más utilizado por que poseen baja toxicidad con el medio ambiente tienen una naturaleza degradable a la vez que son altamente específicos y no tienen toxicidad elevada con los organismos no objetivos. Sin embargo, es necesario la identificación de nuevas especies y su modo de acción

para la formulación de nuevos productos a base de actinomicetos (Flores y Nava, 2019). Tiene cierta similitud con los hongos, y se encuentran particularmente en el suelo, su acción es solubilizar la pared celular de hongos como también de insectos, también son importantes en formación de suelos y compostaje de suelos (Vurukonda et al., 2018).

Propiedades funcionales de los (EM). Concentra a bacterias de vida libre como las *Bacillus*, *Azotobacter*, *Burkholderia*, *Klebsiella*, *Azospirillum*, *Enterobacter*, *Beijerinckia*, *Azoarcus* (Kakraliya y Singh, 2018). Otra propiedad de los EM es que intervienen en los procesos de descomposición de residuos orgánicos, dichos procesos se realizan a temperaturas de (52° a 65 °C con humedad de 30 a 45%) (Villegas y Laines, 2017), un ejemplo es la activación de Bocashi, dicho procesos se lleva a cabo en condiciones aeróbicas (Tanya y Leiva, 2019).

Intervienen en el suelo a través de la supresión de agentes fitopatógenos como fitonemátodos, los EM en convergencia con la rizósfera de plantas suministran el desarrollo y normal funcionamiento de los procesos vitales (Schlatter et al., 2017), también promueven el reciclaje de nutrientes e incrementar su disponibilidad en el mismo, a su vez son capaces de degradar pesticidas (Tanya y Leiva, 2019). Para que la acción de los EM sea eficiente se debe tener las siguientes condiciones de humedad, temperatura y pH neutro entre los 6 a 8 y temperaturas dentro de los rangos de 15 a 45° y la inoculación de EM se ejecuta en fermentación anaeróbica (Tanya y Leiva, 2019).

Doolotkeldieva, Konurbaeva y Bobusheva (2018) realizaron la evaluación de complejos estructurales microbianos de suelos contaminados con agroquímicos e investigar microorganismos destructores con el gen citocromo P450 tienen la capacidad de degradar pesticidas, identificaron bacterias del género *Micrococcus* quienes fueron dominantes, contenían del 32 al 47 % de microflora nativa, posteriormente seleccionaron poblaciones de *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus polymyxa* que demostraron altas tasas de actividad de degradación en Aldrin. La degradación de los plaguicidas por microbios depende no solo del sistema enzimático sino también de condiciones como la temperatura, el pH y los nutrientes.

Hongo *Trichoderma harzianum*. *Trichoderma harzianum* es utilizada para controlar plagas en el sector agrícola. Sin embargo, a pesar de su capacidad para matar eficazmente a los insectos en las granjas y cultivos aún se reportan problemas asociados a la salud debido a su mayor nivel de toxicidad (Mustafá et al, 2019). La aplicación generalizada de Carbofuran ha suscitado una creciente preocupación por los daños a la salud y la contaminación ambiental (Duc, 2022).

La utilización de *Trichoderma harzianum* son hallazgos sorprendentes que brindan enormes ventajas a la industria agrícola para aplicar prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente (Zin y Badaluddin, 2020).

Trichoderma también se utiliza en la biorremediación de la contaminación por metales pesados, degradación de residuos de plaguicidas (Pandey, Jaisani y Singh, 2022). Además de desempeñar su papel en la reducción de enfermedades y mejorar el crecimiento de las plantas, *Trichoderma* spp. también se puede utilizar en la descomposición de residuos/materiales orgánicos y en la desintoxicación de áreas contaminadas (Zin y Badaluddin, 2020).

Figura 2. Cepa aislada de Trichoderma harzianum



Fuente: (Zin y Badaluddin, 2020).

La Figura 3 muestra los conidióforos que contienen fiáldas y fialosporas de *T. harzianum*.

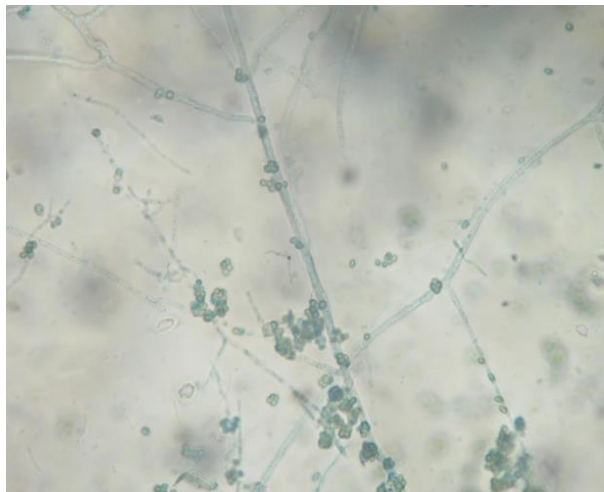


Figura 3. Phialides and phialospores of a *Trichoderma harzianum*. Fuente: (Mukhopadhyay y Kumar, 2020)

El Carbofuran. En Colombia en dos departamentos (Serrato y Arias, 2019) al realizar una evaluación de riesgo ambiental, llegaron a la conclusión que dentro los plaguicidas de alto riesgo para los organismos acuáticos el de mayor toxicidad era Carbofuran por las características eco toxicológicas que posee.

Los productos químicos con potencialidad de generar daño se pueden mencionar el Acetato, muy frecuente aplicado en la producción de tabaco; la Cipermetrina, el Carbofuran y el Clorpirifos son también grandes enemigos de insectos benéficos como polinizadores, productos químicos como Fipronil, imidacloprid, según su clasificación pertenecen al grupo de neonicotinoides muy utilizados en la producción en gran escala de oleaginosas y cereales (Souza, 2021, p. 23).

Los plaguicidas constituyen riesgos para los organismos del agua particularmente aquellos que poseen características ecotoxicológicas lo cual es un riesgo potencial para los ecosistemas en especial productos como el Carbofuran (Serrato & Arias, 2019). Los plaguicidas pertenecen a un grupo de xenobióticos nocivos para el ser humano y la vida silvestre, cuyo destino y actividad depende de su susceptibilidad a la degradación (Ukalska et al., 2020).

El Carbofuran también puede causar toxicidades agudas y crónicas en organismos acuáticos al alterar las células inmunitarias y las actividades bioquímicas y enzimáticas (Rocha et al., 2018).

En humanos la intoxicación con el mencionado producto ocurre por inhalación según (Solis, 2020) el 71.3% se producen por la inhalación por falta de uso de equipos de protección personal.

Los síntomas son los siguientes según el tiempo de exposición, inhibición de la colinesterasa provocando náuseas, confusión y mareos a través de la sobreestimulación del sistema nervioso, y cuando se producen exposiciones directas como derrames sobre todo el cuerpo provoca parálisis respiratoria y en casos extremos provoca la muerte (Andreasen, 2020).

También los compuestos genotóxicos de carbamato generan aberraciones a nivel cromosómico como la formación de micronúcleos, intercambio de cromátidas hermanas y causan daño en la cadena de ADN y aparición de apoptosis en las células Chandrakar et al., 2020).

Esta es una forma concisa de expresar información sobre los átomos que constituyen. Según (FARMAGRO, 2019) señala la siguiente fórmula química del producto Carbofuran, concentración de 480 g/L, la formulación es suspensión concentrada, grupo químico de Carbamato y fórmula química $C_{12}H_{15}NO_3$.

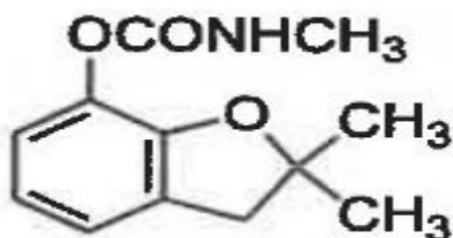


Figura 4. Estructura química bidimensional del Carbofuran. *Fuente: (Farmagro, 2019)*

Detección de Carbofuran mediante hplc. La cromatografía líquida de alta resolución es básicamente una técnica mejorada de la cromatografía en columna, lo cual en vez de realizar el proceso a través del goteo en la columna

por gravedad esta tecnología utiliza la presión de hasta 400 atmosferas (Clark, 2020).

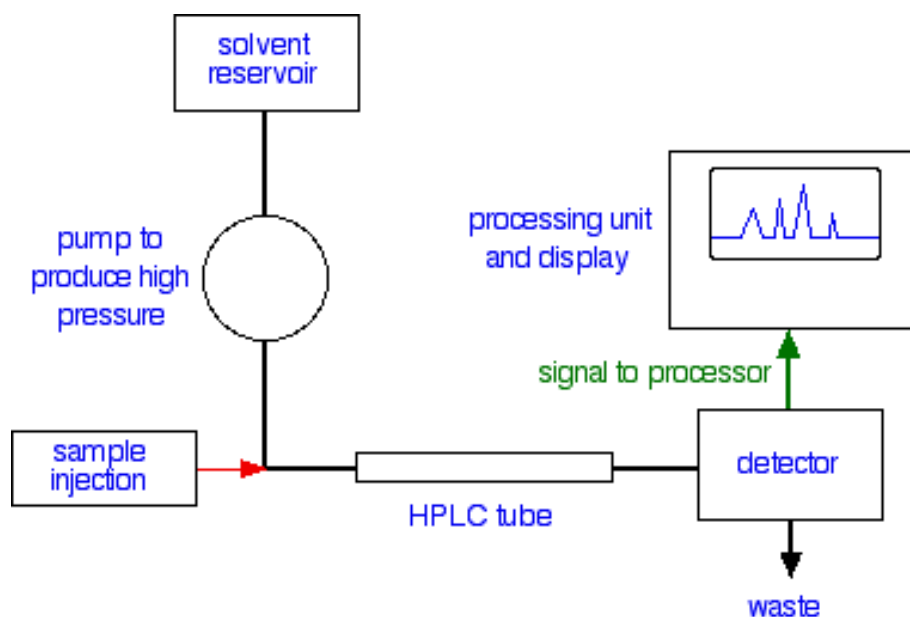


Figura 5. Esquema de flujo para HPLC. Fuente: (Clark, 2020).

Prohibición del Carbofuran en Perú. En nuestro país dicho producto está como restringido según el Ministerio de Desarrollo Agrario (Midagri), el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (Senasa) prohibió la importación de plaguicidas químicos de uso agrícola y productos que contengan el ingrediente activo Carbofuran. Según la Organización Mundial de la Salud, dicho producto es altamente peligroso; contiene alto riesgo en el ambiente acuático, así como alta exposición y toxicidad en especies de aves y abejas (Andina, 2021).

Según la resolución directoral N° 0061-2021-MIDAGRI-SENASA-DIAIA con fecha 28 de setiembre del 2021, se prohíben 12 productos que registrados en SENASA que contienen Carbofuran y son los siguientes:

Nombre comercial	Empresa Titular del Registro ante SENASA
Furadan 5G, Farmadan	FARMAGRO,
Transfural 5G	NEO AGRUM SAC
Carbodan 48 F	PROFIANDINA PERU
Carbofor 75 PM Carbofor 4fW , Vombax 4 FW	TECNOLOGIA QUIMICA Y COMERCIO
Carbamex 48F , Kuroxil 5 GR, ,	FARMEX
Superfuran 5G, Superfuran 480 SC	DROKASA
Larvodan 480 SC	Aris industrial SA
Fugaz 4F	FMC Latinoamérica

Fuente: (SENASA, 2021).

La OMS señala que Carbofuran es altamente peligroso tanto en ambientes acuáticos, afecta a las especies de aves, peces y abejas, en diversos países está prohibido por los altos riesgo que representa (SENASA, 2021).

Las disipaciones se están tomando para evitar el uso de plaguicidas considerados de riesgo alto lo cual está respaldado por instituciones que determinan las consecuencias que causa un producto al ambiente, como la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA-MIDAGRI) y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA-MINSA) evalúan consecuencias que causan en la salud (SENASA, 2021).

Sinergia de los Microorganismos eficientes (EM) y *Trichoderma harzianun*.

La práctica de biorremediación es una alternativa para salvaguardar la vida de los microorganismos del suelo, pero la concentración residual de pesticidas a menudo supera los límites permitidos por las regulaciones. Cuando esto ocurre, el desafío consiste en reducir la cantidad de estos productos químicos y obtener suelos agrícolas adecuados para los cultivos ecológicos. (Raffa y Chiampo, 2021).

Los microorganismos autóctonos tienen un metabolismo que puede utilizarse en la biodegradación de componentes químicos residuales en los suelos producto de aplicaciones agrícolas, el conjunto de métodos ecológicos amigables y rentables es biorremediación, lo cual es eficiente en comparación con otros métodos químicos de remediación (Raffa y Chiampo, 2021).

Es fundamental aislar nuevas bacterias que tengan una eficiencia de degradación del Carbofuran mucho mayor (Gongora et al., 2018).

Degradación de Carbofuran. La tecnología microbiana es un sistema eficaz y sostenible para la degradación de pesticidas en campos agrícolas e industriales debido a la capacidad para completar la mineralización ((Fang et al., 2018). Las rutas principales de la degradación microbiana de los compuestos de carbamato son la hidrólisis y la oxidación (Gupta et al., 2019; Jiang et al., 2020).

La hidrólisis de compuestos carbamatos es la etapa metabólica inicial, y es catalizada por carboxil éster hidrolasas conocidas como carboxilesterasas (Mishra et al., 2021). Las enzimas pertenecen al grupo de éster hidrolasas y catalizan la hidrólisis de ésteres carboxílicos (Ufarte et al., 2017).

Por lo tanto, las carboxilesterasas son una de las hidrolasas de carbamato cruciales, capaces de hidrolizar el enlace éster carboxilo de los carbamatos, por lo tanto, juegan un papel regulador crítico en la degradación de carbamatos (Bhatt et al., 2021)

La ruta de degradación microbiana detallada del carbofurano se presenta en la Fig. 6. Esta figura demuestra la degradación microbiana del carbofurano en sus principales metabolitos: carbofurano fenol, metilamina y CO₂. Pasos principales de la ruta metabólica del carbofurano: (i) hidrólisis del enlace carbamato, (ii) dispensación del resto aromático y (iii) degradación y ruptura del anillo de benceno a través de metabolitos activados por CoA (Nguyen et al., 2014). Según (Yan et al., 2018) dilucidaron la vía catabólica del carbofurano en la cepa CDS-1 de *Sphingomonas* sp. he ilustraron que no solo convierte el carbofurano en carbofurano fenol, pero también lo hidroxila.

La hidroxilación del carbofurano fenol ocurrió en el anillo de benceno, produciendo dos nuevos metabolitos idénticos al derivado protonado del carbofurano fenol hidroxilado y el compuesto de quinona (Yan et al., 2018). El 4-hidroxi carbofurano puede interconvertirse en 2,2 - dimetil 2,3 dihidrobenzofurano - 4,7 - dione; por último, la vía termina con el ciclo del ácido tricarboxílico (TCA) (Jiang et al., 2020).

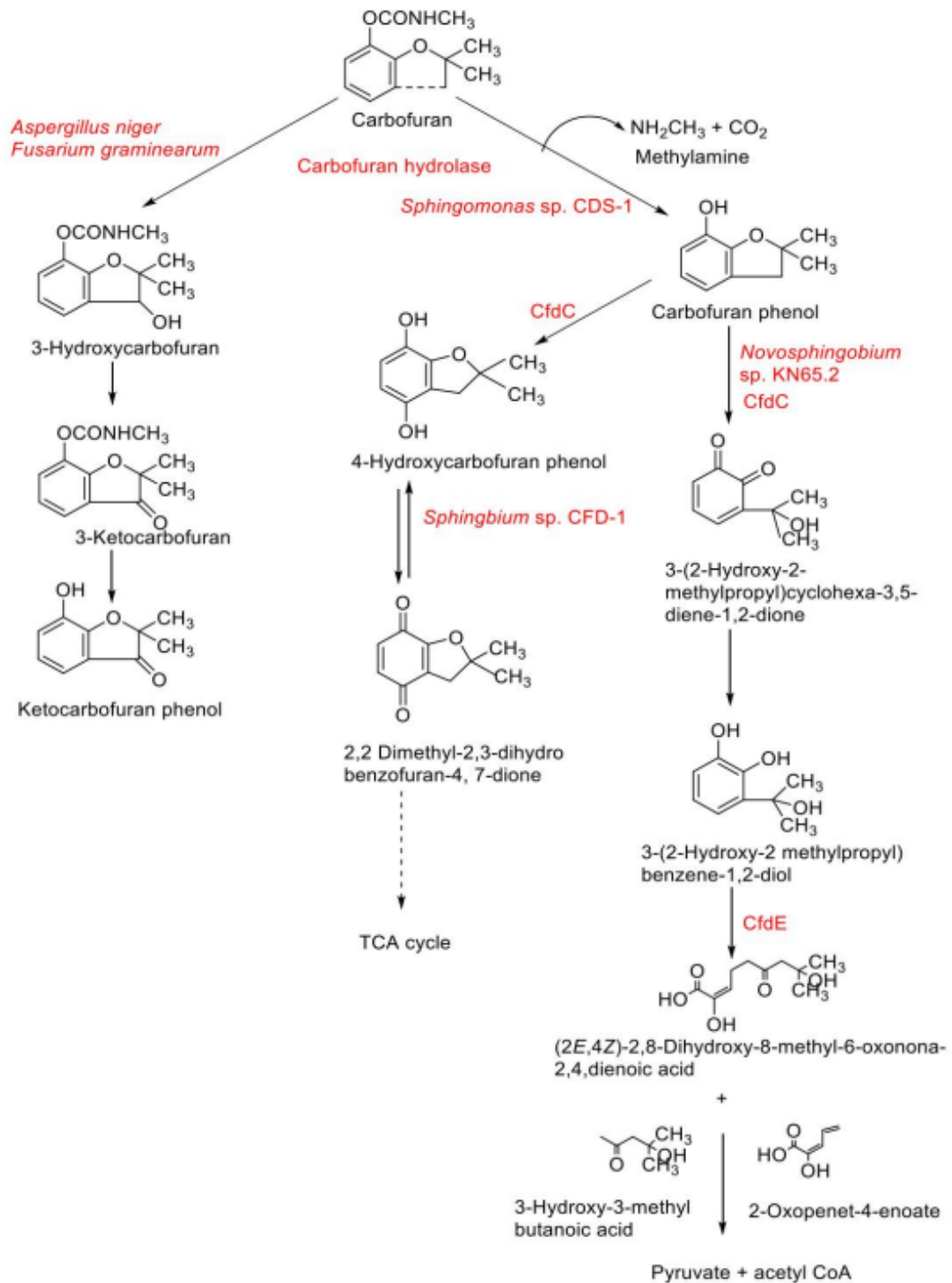


Figura 6. Vía metabólica microbiana para biodegradación de Carbofuran

Fuente: (Nguyen et al., 2014; Yan et al., 2018; Jiang et al., 2020 y Mishra et al., 2021).

Cuando se aplican los tratamientos y su efecto en la dinámica del suelo a través del tiempo, existe una necesidad obvia de que la biorremediación tenga éxito para que sea una opción más adecuada en comparación con los métodos convencionales. Se ha descubierto que algunas especies realizan una biotransformación en lugar de una mineralización completa de desechos tóxicos que finalmente conducen a la producción de metabolitos de baja, igual y, a veces, incluso mayor toxicidad que el compuesto tóxico inicial (Monga et al., 2021). Recientemente, la biorremediación de tierras de cultivo contaminadas se ha logrado con éxito mediante enfoques microbiológicos (Haeseong et al., 2021).

La degradación química en suelos por bacterias inmovilizadas en paja de arroz también fue de 12,5% a 19,8% mayor que por contrapartes libres. Además, las tasas de disipación en los suelos previamente tratados fueron más altas que las de los suelos no tratados. Además, la degradación del carbofurano por *Bacillus* sp. DT1 produjo 3-hidroxicarbofurano, carbofurano 7-fenol y 2-hidroxi-3-(3-metilpropan-2-ol)fenol como productos intermedios (Ha, 2022).

Procesos de eliminación de los plaguicidas utilizando Microorganismos eficientes (EM) y *Trichoderma harzianum*. La biodegradación es un método eficaz utilizado para la eliminación de estos compuestos del medio ambiente, ya que los métodos anteriores que utilizan un proceso químico de degradación han demostrado ser ineficaces debido a la presencia de enlaces altamente estables (Mustafá et al., 2019).

Los EM son capaces de biodegradar agentes pesticidas, realizar la producción de moléculas orgánicas simples para ser aprovechadas por las plantas, encapsulación de metales pesados para evitar ser tomados por las plantas (Tanya y Leiva, 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Dicha investigación es de naturaleza cuantitativa por que responde a planteamientos específicos, las variables son medidas con la utilización de instrumentos estandarizados, y se utiliza datos numéricos, la investigación mencionada responde a un proceso secuencial y como fortaleza es la representatividad y generalización de resultados, utiliza diseños para determinar la convicción de hipótesis y responder a interrogantes del estudio (Hernández, y Mendoza, 2018, p. 47). En esta investigación se manipuló ambas variables, “Aplicación de Microorganismos EM, *Trichoderma harzianum*” y “Biorremediación del suelo contaminado con Carbofuran (carbamatos)” para poder apreciar los cambios ocurridos durante el proceso de biorremediación.

Diseño de investigación

Según la naturaleza de dicha investigación se ajusta al tipo experimental. Una investigación de esta índole es aquella donde existe manipulación de la variable independiente (Baena, 2017, p. 19), en el caso “aplicación de microorganismos”, lo cual produce un resultado deseado en la variable dependiente “eliminación del plaguicida en 2 tiempos”, para determinar los cambios en el proceso durante la descontaminación del suelo se evaluó las dimensiones que lo componen los tratamientos (3) y concentraciones (3) del producto en dicha investigación.

Diseño experimental

Tabla 1. Resumen del diseño

Tratamiento	Concentración de Carbofuran	Macetas	Tiempos	Total macetas
T1 (EM)	C1 = 40 mg/Kg; C1 = (st)	2	2	4
	C2 = 80 mg/Kg; C2 = (st)	2	2	4
	C3= 120 mg/Kg, C3 = (st)	2	2	4
T2 (EM+T.A)	C1 (40 mg/Kg+EM+TA); C1 = (st)	2	2	4
	C2 (80 mg/Kg+EM+TA); C2 = (st)	2	2	4
	C3(120 mg/Kg+EM+TA); C3 = (st)	2	2	4
T3 (T.A)	C1 (40 mg/Kg+T.A); C1 = (st)	2	2	4
	C2 (80 mg/Kg +T.A); C2 = (st)	2	2	4
	C3 (120 mg/Kg +T.A); C3 = (st)	2	2	4
TOTAL DE MUESTRAS				36

Fuente: elaboración propia

La investigación tuvo un DCA diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 3 concentraciones en 2 tiempos haciendo un total de 36 unidades experimentales. Dicho experimento estuvo en las condiciones ambientales de la ciudad de Tarapoto Temperatura: máxima: 34°C / mínima: 23°C. Las unidades experimentales tuvieron las siguientes medidas 20 x 20 cm con protección de impermeable negro, conteniendo 1 kg de suelo inoculado con insecticida (Figura 1). siguiendo el método descrito por Muñís, (2019) y (Doolotkeldieva; Konurbaeva y Bobusheva, 2018).

Figura 7. Diseño del ensayo

		Con 3 concentraciones			
		20 días		40 días	
EM	C1	C1 = st	C1	C1 = st	
	C2	C2 = st	C2	C2 = st	
	C3	C3 = st	C3	C3 = st	
EM + T.A	C1	C1 = st	C1	C1 = st	
	C2	C2 = st	C2	C2 = st	
	C3	C3 = st	C3	C3 = st	
T.A	C1	C1 = st	C1	C1 = st	
	C2	C2 = st	C2	C2 = st	
	C3	C3 = st	C3	C3 = st	

Fuente: elaboración propia

* st: Sin tratamiento

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente:

Aplicación de microorganismos

Dimensiones:

Tratamientos (3) y concentraciones iniciales de plaguicidas (3 concentraciones) según lo reportado por (Valencia et al, 2008) y Farmagro, 2022).

C1= 40 ml/kg

C2= 80 ml/kg

C3= 120 ml/kg

Variable dependiente:

Biorremediación del suelo contaminado con Carbofuran (carbamatos)

Dimensiones:

Eliminación de plaguicidas en 2 tiempos

Tiempo de respuesta

Características edafoclimáticas

Características fisicoquímicas del suelo

Tabla 2. Operacionalización de variables Aplicación de dos microorganismos eficientes (Em) y *Trichoderma harzianum* para la biorremediación de suelos contaminados con Carbofuran

Variable	Definición teórica	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Independiente: Aplicación de Microorganismos EM y <i>Trichoderma harzianum</i>	EM es un producto en forma líquida, que consiste en una variedad de microorganismos benéficos sino también no patógenos tipos de microorganismos aerobios y anaerobios (Safwat y Matta, 2021). El descubrimiento de <i>Trichoderma</i> spp. como agente de descomposición natural y agente biológico de biorremediación. La velocidad del proceso de descomposición aumenta cuando existe la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp (Zin y Badaluddin, 2020).	La variable independiente se realizó la medición utilizando dos dimensiones las cuales son:	Tratamientos	EM, <i>Trichoderma harzianum</i> (Th), EM + <i>Trichoderma harzianum</i> (EM+Th).	Ordinal
			Concentración de agroquímico	C1 = 40 mg/Kg C2 = 80 mg/Kg C3 = 120 mg/Kg	ppm
Dependiente: Biorremediación del suelo contaminado con	El Carbofuran es uno de los pesticidas sistémicos y de amplio espectro más tóxicos, el pesticida de carbamato de	Se midió a través de 4 dimensiones	Periodos de tratamiento	Tiempo (1) = 20 Tiempo (2) = 40	días
			Eliminación del plaguicida (cf- ci)	Porcentaje	%

Carbofuran (carbamatos)	metilo que se aplica ampliamente como insecticida, nematicida y acaricida para fines agrícolas, domésticos e industriales (Mishra et al, 2020).	Características edafoclimáticas	Temperatura Humedad pH Conductividad Textura de suelo	°C % μS/cm Ordinal
		Características fisicoquímicas del suelo	MO, Limo, arena, Arcilla, Bases intercambiables CIC	% ppm

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Se define por lo general a un grupo de individuos con una característica que puede ser medida u observable (López & Gonzáles, 2018, p.13). Es un todo dentro de una unidad de área o espacio que puede ser personas, animales, plantas u objetos sujetos a una evaluación de una característica en común (Matos, Contreras, & Olaya, 2020, p. 12).

La población de la investigación está constituida los primeros 20 cm de todos los suelos de cultivo de arroz del distrito de Morales y Cacatachi. El distrito de Morales tiene una superficie de 5300 hectáreas es un distrito que conforma la provincia San Martín del departamento de San Martín del valle del Huallaga central. Y se ubica a 284 msnm.

Muestra

Es el subgrupo de una población, que expresa las características propias de su origen de donde fue extraída. Una muestra óptima tiene que cumplir con los siguientes requisitos: representatividad y fiabilidad. El primero se logra seleccionando el tipo de muestra apropiada, mientras que la confiabilidad se refiere al tamaño de la muestra (López & Gonzáles, 2018). Se utilizó 108 kilogramos tomados a una profundidad de 20 cm

Muestreo

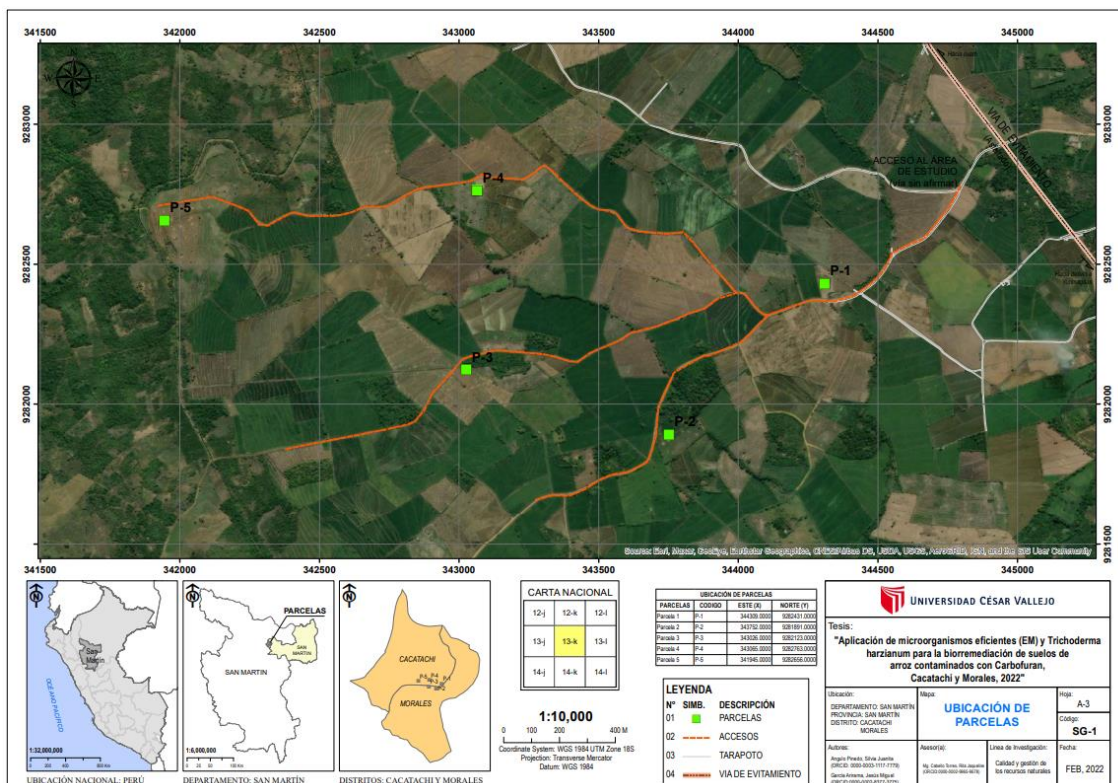
El muestreo consiste en examinar sólo una pequeña parte de la población (muestra) y sacar conclusiones sobre la población (López & Gonzáles, 2018), también es definido como el procedimiento para obtener una muestra representativa de la población en estudio (Matos, Contreras, & Olaya, 2020).

Para el desarrollo de la indagación se utilizó un tipo de muestreo probabilístico, el muestreo se realizó por juicio profesional en base al conocimiento y conocimiento profesional. Las muestras se tomaron en el lugar de la problemática.

La guía de muestreo de suelos, señala que se realiza siguiendo el patrón de distribución heterogénea es decir que las muestras tomadas sean

representativas del lugar. Se tomaron bajo lo consignado por la guía del MINAM del año 2014, dicha guía señala que se debe realizar una mini calicata de 20 cm de profundidad. Pero para muestras de comprobación según la mencionada guía se debe respetar lo señalado en el ítem 1.3.4. la cual señala el criterio de muestreo de comprobación de la remediación (MC) (Guía de muestreo de suelos, 2014 p. 14 y 40).

Figura 8. Lugar de estudio



Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos



Técnicas de recolección de datos:

La técnica de recolección de datos es de observación y registro a través de la ficha de “registro en campo” y observación de los análisis fisicoquímicos de las muestras de suelos antes, durante y después de la aplicación de los tratamientos de biorremediación del suelo, donde se evaluó las concentraciones de Carbofuran.

Instrumentos de recolección de datos (validez y confiabilidad):

La confiabilidad se enfoca al grado en que la utilización o aplicación repetida de un instrumento a la misma sustancia conduce al mismo resultado, y la validez se refiere al grado en que un instrumento mide lo que debe medir. La confiabilidad y la validez son construcciones que son inherentes a la investigación en la perspectiva positiva para dar a las herramientas e información recopiladas la precisión y consistencia requeridas para hacer generalizaciones de los resultados, que fueron adquiridos del análisis de las variables estudiadas. (Maccise, 2022). Los equipos empleados fueron validados por el laboratorio JIREHLAB S.A.C. los cuales estaban calibrados para el desarrollo de análisis de concentración de producto químico del suelo.

Tabla 3. Proceso de validación de equipos para determinación de parámetros fisicoquímicos

Nombre	Concepto	Marca/ serie	Imagen
Balanza analítica	Instrumento que tiene como función medir pesos en cantidades molares sensibilidad $\leq 0,0001$ g. (Popek, 2022)	AES200/ 67875	
Plato de agitación y calentamiento o Agitador con Calentamiento o	Un tiempo de calentamiento rápido y una excelente tasa de transferencia de calor gracias a la estructura estrechamente integrada del calentador y una placa superior de aleación de aluminio con revestimiento de cerámica que proporciona una excelente uniformidad de temperatura. (Scientific, 2019).	RT2 BÁSICO, 230 V	

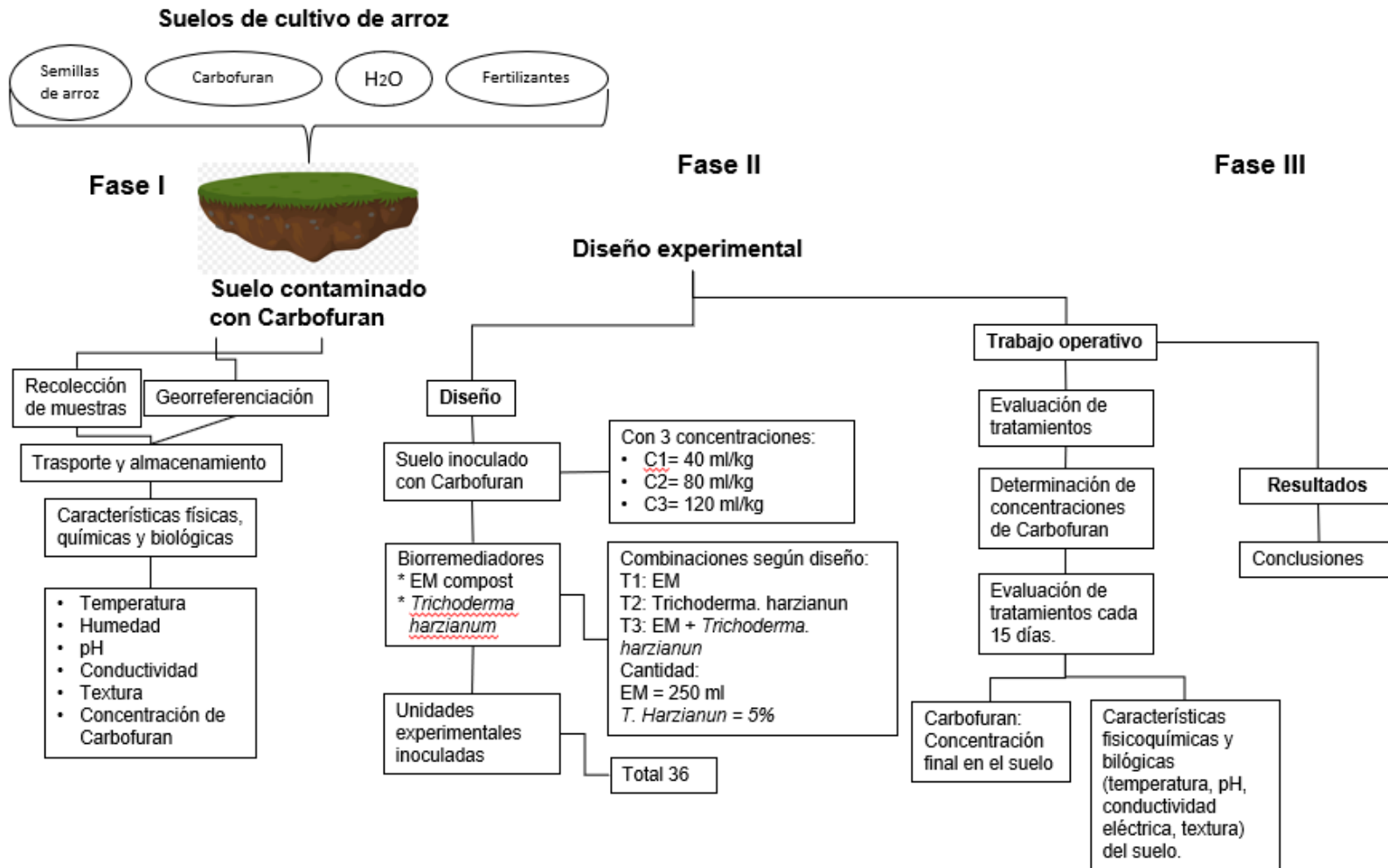
<p>Baños de agua o baño maría</p>	<p>Se utiliza para incubar muestras porque contiene agua caliente a temperatura constante (Net Inter Lab, 2022).</p>	<p>BM-5.10</p>	
<p>Baño ultrasónico digital</p>	<p>Son utilizados para la asepsia de materiales de vidrio que son usados en laboratorio, como instrumentos médicos, también se utiliza para la eliminación de gases disueltos en líquidos (desgasificación), acelerar la disolución y dispersión de sólidos, y la emulsificación.</p>	<p>BRANSON N – VWR</p>	
<p>Molino Multiuso</p>	<p>Tiene la función de triturar materiales de muestra como granos, fertilizantes, suelo y otros tipos de muestras y si agregar o modificar la temperatura de la muestra (Tecnal, 2022)</p>	<p>TECNAL/ TE-631/4</p>	
<p>Centrífuga MiniSpin – Tubos de 1.5 Y 2ML</p>	<p>Utilizado en una amplia gama de estudios biomoleculares como la centrifugaciones y separaciones de compuestos (quick spins) (LaboMersa, 2022)</p>	<p>EPPEND ORF</p>	
<p>Cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC)</p>	<p>Un dispositivo que permite la separación de varias sustancias presentes en una muestra. Esta distinción</p>	<p>Marca: Agilent Modelo: 1100</p>	

	permite el análisis para identificarlas y cuantificarlas. Este dispositivo tiene un detector indicador de símbolos, un detector de fluorescencia y un detector ultravioleta y visible. Las máquinas se utilizan comúnmente para todo tipo de microorganismos orgánicos (Carburos metálicos, 2022).		
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia, 2022

3.5. Procedimientos

Figura 9. Flujograma de los procesos de investigación



Fase 01: Campo

a) Georreferenciación

Con un equipo GPS se procedió a georreferenciar la zona de colecta de las muestras en los campos de arroz, y se procedió a tabular las coordenadas UTM.

Tabla 4. Ubicación de parcelas

PARCELAS	CODIGO	ESTE(X)	NORTE(Y)
Parcela 1	P-1	344309.0	9282431.0
Parcela 2	P-2	343752.0	9281891.0
Parcela 3	P-3	343026.0	9282123.0
Parcela 4	P-4	343065.0	9282763.0
Parcela 5	P-5	341945.0	9282656.0

Fuente: Elaboración propia

b) Muestreos transporte y almacenamiento

1. Colecta de muestras para la identificación de plaguicidas

En los suelos de siembra permanente del cultivo de arroz, la toma de muestras se realizó en zigzag, en cada punto se procedió con la ayuda de un azadón, se realizó un hoyo en el suelo a una profundidad de 20 cm. Y se tomaran 5 muestras para el análisis de HPLC del suelo de campo siguiendo lo mencionado en la guía (Guía de muestreo de suelos, 2014 p. 14) ver (Figura 8).

2. Colecta de suelos para el biotratamiento

El suelo posteriormente fue depositando en costales de propileno y se procedió a homogenizar. De lo homogenizado se tomó unas muestras de 1 kg, en bolsas ziploc y se procedió al etiquetado, para posteriormente realizar los análisis físicos y químicos siguiendo el protocolo descrito en la guía del MINAM del año 2014. El transporte se ejecutó en cajas especiales de hielo seco para transporte de muestras.

Posteriormente se procedió a tomar 36 muestras de 3 kg cada una de la zona con mayor presencia de Carbofuran. posteriormente fueron instalados según el diseño propuesto en la (Tabla 1) y (Figura 1).

c) Adición del insecticida

Se realizó la inoculación del insecticida Carbofuran de nombre comercial Vombax a concentración de 480 mg/L pertenece a la familia de carbamatos y es de los más tóxicos. Esta inoculación se realizó en función de las concentraciones. Se diluyó en un litro de agua para las concentraciones C1= 40 mg/Kg, C2= 80 mg/K y C3 = 120 mg/Kg según lo utilizado por (Wang et al, 2020) y todas las concentraciones tuvieron un testigo sin aplicación del tratamiento biorremediador.

Preparación de la solución madre:

En la investigación cada maceta tuvo un peso de 2 kg haciendo un total de 72 kg de suelo en las 36 muestras, como son 3 concentraciones del producto químico se dividió el suelo en 3 sub grupos de 24 kg cada una.

La solución stock fue a partir de la concentración de 480 g/l del producto químico Carbofuran en solución líquida.

C1 = 40 mg/Kg = 6 ml por 1 l de agua

C2 = 80 mg/Kg = 12 ml por 1 l de agua

C3 = 120 mg/Kg = 18 ml por 1 l de agua

d) Adición del inóculo

Se utilizó *Trichoderma harzianum* que está en una concentración stock de 5.6×10^{10} fue obtenida del laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) dicha concentración fue llevada a 1×10^{10} conidios/ml según lo detallado por (Pesántes y Castro, 2016) y el producto EM¹ su concentración fue 5% de lo cual corresponde a una concentración de 40 l/ha^{-1} (previamente activado) dicho procedimiento se llevó a cabo siguiendo la ficha técnica del producto (BIOEM, 2022) se puede observar en Anexos. Después es la aplicación de los productos (biorremediadores) se procedió a homogenizar cada unidad experimental.

Activación de inóculos

Trichoderma harzianum

La dosis por ha es 4 kg

Preparación: En un balde de 20 l, agregará agua (5 l), mezclar o remover hasta que los conidios se separen del arroz, repetir este proceso hasta que el arroz quede blando, en cada remoción filtrar y poner en el cilindro, agregar 500 g de melaza de caña, por último, completar con agua el cilindro, por cilindro (200 l) se aplica 2 kg del producto que se encuentra a una concentración de 5.6×10^{-10} ufc / g lo cual es igual a 56 000 000 000 conidios por gramo de sustrato, según lo recomendado por SENASA la ufc como mínimo $1, \times 10^{-9}$

La solución Stock fue la siguiente:

Se tomó en cuenta que 4 kilogramos del producto *Trichoderma h.* se utiliza en 1 hectárea la cual tiene un área 10000000 cm².

Se procedió a calcular el área de las macetas las cuales tenían 10 cm de radio y se aplicó la fórmula para determinar el área del círculo “maceta” como eran 12 macetas se realizó la suma de áreas siendo iguales a 3769,92 cm², . luego por regla de tres simple se llegó al resultado que se utilizará 0,15 g de Trichoderma para las 12 macetas disueltos en 1.2 litros de agua, la cual se agregará 100 ml de la solución a cada una.

Em

La preparación se realizó en base a 40l/ha⁻¹, del mismo modo se tuvo en cuenta el área de las macetas las cuales a partir de una regla de 3 simple se procedió a determinar la cantidad para dicha área la cual es igual a 1,50 ml de solución activada de EM.

Se procedió a medir 50 ml de melaza más 50 ml del EM sin activar y se agregó 900 ml de agua para tener una solución stock en base a un litro.

De dicha solución Stock se tomó 1.5 ml EM activado y se agregó 58,5 ml de agua lo cual resulta un total de 60 ml para ser aplicado entre las 12 macetas lo cual es igual a 5 ml/ balde.

Fase 02: Laboratorio

a) Análisis de suelo

Se realizó al inicio y final de las evaluaciones según el cronograma del proyecto, donde se realizó la medición de parámetros físicos y químicos:

Dimensiones de la variable independiente a medir:

Tratamientos (3) Concentración del agroquímico (3 concentraciones), Características de los hongos del suelo.

Dimensiones de la variable dependiente a medir:

Tiempo de respuesta, eliminación del plaguicida (cf- ci) mg/kg, tiempos de respuesta (20 y 40 días), Biodiversidad de hongos del suelo, Características edafoclimáticas Humedad, pH, conductividad, textura, y las características fisicoquímicas como Mo, arena, arcilla, contenido de carbono orgánico, fosforo y CIC.

b) Método para calcular la eficiencia

Se calculo el porcentaje para poder determinar los efectos de la aplicación de productos biorremediadores en el suelo contaminado.

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{ci - cf}{ci} \times (100)$$

Donde:

E: Eficiencia

Ci. Concentración inicial

Cf: Concentración final

c) Identidad microbiana de los suelos contaminados

Se usaron muestras de suelo obtenidas del horizonte superficial de lugar contaminado con pesticidas en el cultivo de arroz del distrito de Morales y Cacatachi. Las muestras de suelo se recogieron raspando el material de la superficie con una espátula estéril, obteniendo muestras de aproximadamente 100 g de 2 a 10 cm por debajo de la superficie. Luego, las muestras se almacenaron a 4 °C hasta su uso.

Para aislar especies de bacterias del suelo, se analizaron muestras de suelo utilizando el protocolo de selección de acetato de Travers *et al.* y los métodos de microbiología y bioquímica del suelo (Métodos de microbiología y bioquímica del suelo, 2015) con algunas modificaciones.

Se prepararon muestras de suelo de 10 g cada una, y se molieron en un mortero de porcelana estéril durante 5 min en condiciones asépticas. Después de la molienda, la muestra de suelo se lavó en agua estéril. Se agregaron diez mililitros de caldo Luria-Bertani, 1 g de cada muestra de suelo, y se tamponaron con acetato de sodio (0,25 M, pH 6,8) en un matraz de 125 ml. El caldo se incubó en un agitador a 200 rpm durante 4 h a 30 °C. Se exprimió una alícuota de 1 ml en placas de agar nutritivo (NA) y se incubará a 30 °C durante 48 – 72 h. Las colonias se subcultivaron en placas NA nuevas hasta obtener cultivos puros y se mantendrán a 4 °C para su posterior identificación (Valencia et al, 2008). y (Doolotkeldieva.; Konurbaeva; Bobusheva, 2018).

d) Determinación del plaguicida en suelo agrícola mediante cromatografía de gas y espectrometría

El método es utilizado para determinar la concentración de compuestos semivolátiles como suelos, medios de muestreo de aire y medios de muestreo de aire (EPA Method, 2018).

Resumen del método

Para el análisis por GC/MS se utiliza el método “Método 3500” y para limpieza de las muestras se utilizó el “Método 3600”.

Los compuestos semivolátiles se introducen en el GC/MS inyectando el extracto de la muestra en un GC equipado con una columna capilar de sílice fundida de calibre estrecho. La columna de GC tiene una temperatura programada para separar los analitos, que luego se detectan con un MS conectado al GC.

Los analitos eluidos de la columna capilar se introducen en el MS a través de una conexión directa. La identificación de los analitos objetivo se logra comparando sus espectros de masas y tiempos de retención (RT) con espectros de masas y RT de estándares conocidos para los compuestos objetivo. La cuantificación se logra comparando la respuesta de un ion

principal (cuantificación) en relación con un estándar interno (IS) utilizando una curva de calibración adecuada para la aplicación prevista.

Proceso de preparación de la muestra y lectura

Se procede a secar el suelo en la estufa por 30 min, posteriormente en un vaso de 250 ml se combina agua 100 ml y se agrega la muestra de 1 mg, luego se ubica a la agitadora magnética por 10 min, posteriormente se procede a filtrar en una pipeta filtro de 250 ml y agregamos el diclorometano y de toda la solución se toma 1 ml con un tubo de ensayo se instala al equipo de cromatografía líquida y de ahí se tiene ya la lectura correspondiente.

Figura 10. Equipo de determinación



Equipos y suministros

No se consideran los materiales de vidrio común de los laboratorios como vasos de precipitados y matraces.

El análisis se ejecutó en una columna cromatográfica inyectando un volumen de 10 µL, un caudal de fase móvil de 1.0 mL/min. Las muestras de suelo tomadas de los sitios contaminados fueron analizadas para su concentración de pesticida en el Laboratorio Químico especializado.

El procesamiento de la matriz de suelo consistió en tomar 5 g de suelo previamente tamizado y homogenizado en un tubo falcon de 100 mL y se añadió 10 mL del volumen de metanol; se agitó vigorosamente por 2 min en un vortex, en seguida se le colocó en una centrífuga a 3000 rpm durante 5 min. A partir del sobrenadante se filtró 1.5 mL a través de un filtro de membrana de 0.20 µm de PET en un vial de 1.5 mL y posteriormente se procede a refrigerar a 4 °C para el posterior análisis de HPLC- UV .

Por último, se realizó un extracto a base de acetona/hexano, después de lo cual se realizó una limpieza con Florisil (US Silica Co) (Doolotkeldieva, Konurbaeva, & Bobusheva, 2018).

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizó estadística descriptiva e inferencial, usando el programa SPSS V. 24, Excel para la creación de gráficos y aplicación de pruebas estadísticas se aplicó la prueba de (Shapiro-Wilk) para determinar la normalidad de los tratamientos correlacionados mediante su significancia estadística con un p - valor igual o inferior a 0.05 (Bini, 2010). En cuanto a los análisis de laboratorio la evaluación se realizó a través del Equipo de análisis de HPLC y el software Disso.NET de análisis asociado. Para la evaluación de las características fisicoquímicas del suelo se utilizó las metodologías descritas por la guía de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego (Bazan, 2017).

3.7. Aspectos éticos

En el estudio de aplicación de microorganismos eficientes (EM) y *Trichoderma harzianum* para la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales - Cacatachi, 2022, se ejecutó para que pueda expresar resultados fidedignos, los cuales pueden ser verificados por cualquier interesado, porque se expuso de forma pública las metodologías utilizadas y puedan utilizarlo como material de consulta, las citas bibliográficas utilizadas son

redactadas bajo las normas ISO, y para la recolección de muestras de suelo fue bajo el protocolo de la guía de muestreo de Guía de muestreo de suelos, 2014 p. 14). Para las concentraciones se Carbofuran se utilizó las concentraciones detalladas por (Wang et al, 2020), en cuanto a los tratamientos biorremediadores de inculo fue bajo las concentraciones utilizadas por (Pesántes y Castro, 2016) y (BIOEM, 2022).

IV. RESULTADOS

En los análisis previos (Tabla 5) para la determinación de mayor concentración de Carbofuran de las parcelas de muestreo, se realizó el muestreo previo lo cual reporto los análisis de HPLC, que todos los puntos de muestreo están a un mismo nivel de contaminación por dicho producto siendo <0.010 mg/kg. Dichos suelos no contenían presencia del contaminante Carbofuran lo cual fueron elegidos para su enriquecidos con el contaminante y así poder realizar las pruebas de degradación según los tratamientos planteados.

Tabla 5. Análisis de contenido de Carbofuran de las parcelas de arroz

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
	Mg/kg	0.01	P1	P2	P3	P4	P5
Carbofuran			<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010

Fuente: elaboración propia, 2022

Resultados de aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre los periodos de tratamientos.

Tabla 6. Contenido de Carbofuran después de 20 - 40 días de aplicación de biorremediación

Tratamientos	(mg/kg) L.D. (0.01) 20 días después				Residuos (mg/kg) L.D. (0.01) 40 días después		
	T1 (EM)	C1 = 40 mg/Kg	<0.01	c.s.t	<0.01	<0.01	c.s.t
C2 = 80 mg/Kg		<0.01	c.s.t	<0.01	<0.05	c.s.t	<0.05
C3= 120 mg/Kg		0.82	c.s.t	0.95	0.99	c.s.t	0.99
T2 (EM+ T.A)	C1 = 40 mg/Kg	<0.01	c.s.t	<0.01	<0.01	c.s.t	<0.01
	C2 = 80 mg/Kg	<0.01	c.s.t	<0.01	<0.03	c.s.t	<0.04
	C3= 120 mg/Kg	0.81	c.s.t	0.92	0.97	c.s.t	0.92
T3 (T.A)	C1 = 40 mg/Kg	<0.01	c.s.t	<0.01	<0.01	c.s.t	<0.01
	C2 = 80 mg/Kg	<0.01	c.s.t	<0.01	<0.03	c.s.t	<0.02
	C3 = 120 mg/Kg	0.81	c.s.t	0.94	0.99	c.s.t	1.04

Fuente: Elaboración propia, 2022

c.s.t = Concentración sin tratamiento

La (Tabla 6) mostró que el tratamiento T1(EM) aplicado a las concentraciones C1, C2 después de 20 días se redujo a la concentración mínima <0.01 , pero dicha reducción es no significativa por que en los tratamientos testigos donde no se realizó la aplicación de EM mostraron el mismo comportamiento, pero en la C3 donde se utilizó la máxima concentración de Carbofuran a 120 mg/Kg se observó que la aplicación de EM si logró degradar 0.13 mg/Kg en comparación con el testigo. El análisis después de los 40 días de aplicación del producto EM la concentración C3 son iguales a 1 mg/kg en función del testigo sin aplicación.

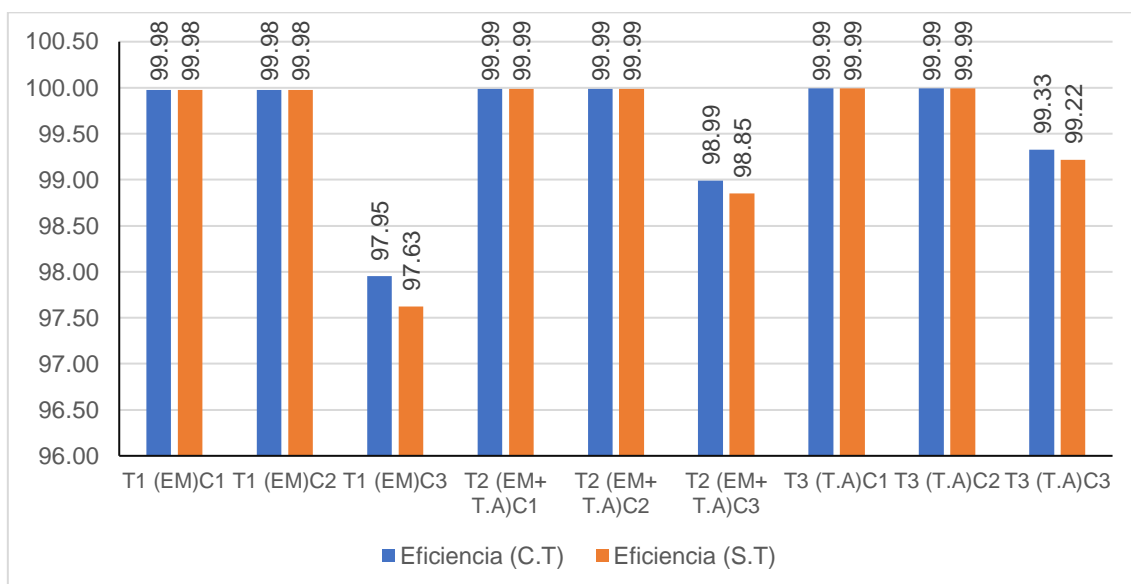
La (Tabla 6) mostró que el tratamiento T1 (EM+T.A) aplicado a las concentraciones C1 y C2 después de 20 días se redujo a la concentración mínima <0.01 , pero dicha reducción es no significativa por que en los testigos donde no se realizó la aplicación de EM+ T.A mostraron el mismo comportamiento, pero en la C3 donde se utilizó la máxima concentración de Carbofuran a 120 mg/Kg se observó que la aplicación de EM si logró degradar 0.11 mg/Kg en comparación con el testigo. El análisis después de los 40 días de aplicación del producto (EM + T.A) la concentración C2 con aplicación mostro una diferencia de 0.01 en función al testigo.

La (Tabla 6) mostró que el tratamiento T3 (T.A) aplicado a las concentraciones C1 y C2 después de 20 días se redujo a la concentración mínima <0.01 , pero dicha reducción es no significativa en comparación a los testigos donde no se realizó la aplicación de T.A los cuales mostraron el mismo comportamiento, pero en la C3 donde se utilizó la máxima concentración de Carbofuran a 120 mg/Kg se observó que la aplicación de T.A si logró degradar 0.13 mg/Kg en comparación con el testigo.

Los tratamientos T2 y T3 muestran que tienen igual respuesta al momento de biodegradar suelos contaminados con Carbofuran.

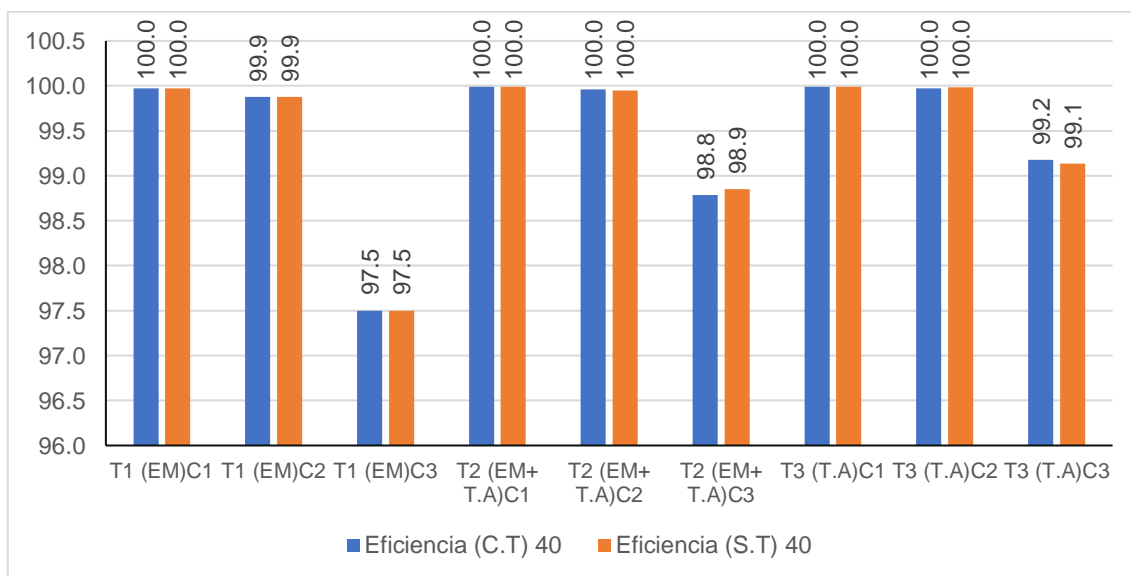
Resultados del análisis de la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre la eliminación del plaguicida (Cf- Ci).

Figura 11. Eficacia de reducción de Carbofuran a 20 días



Fuente: Elaboración propia, 2022

Figura 12. Eficacia de reducción de Carbofuran a 40 días

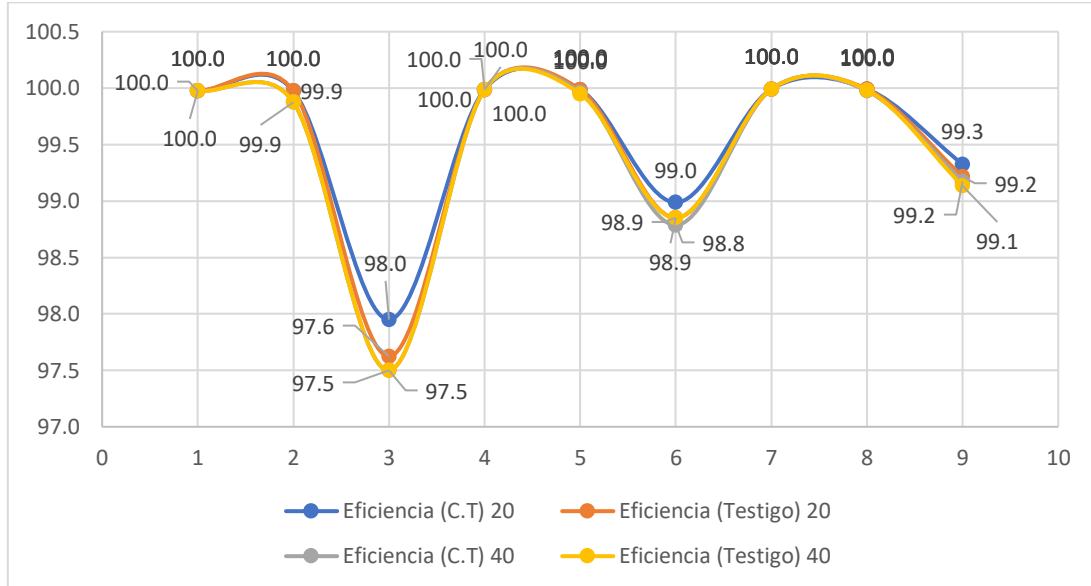


Fuente: Elaboración propia, 2022

En las (Figuras 11 y 12) se observan los valores de la eficacia de cada tratamiento para biodegradar Carbofuran a los 20 y 40 días, y se apreció una biodegradación de la mayor concentración fue realizada por *Trichoderma harzianum* llegando a una biodegradación a los 20 días con una eficiencia de 99.33 con tratamiento vs 99.22 sin tratamiento, similar tendencia se observó a

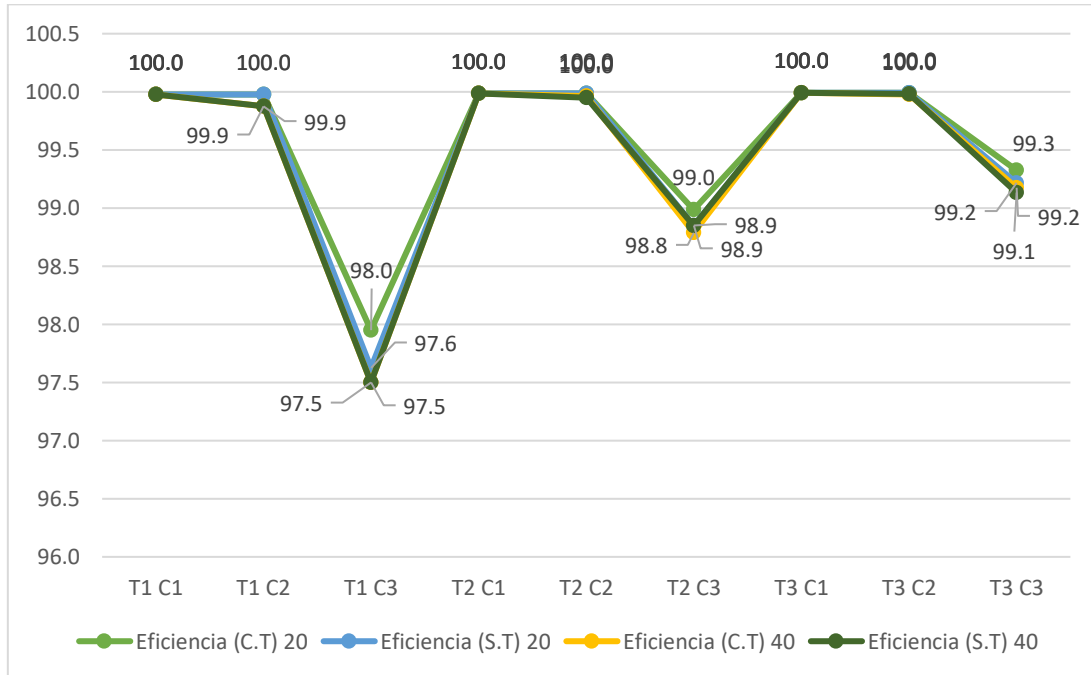
los 40 días después de aplicar los tratamientos; donde se observó eficiencia con tratamiento de 99.2.

Figura 13. Degradación de Carbofuran con tratamientos y sin tratamientos a 20 – 40 días



Fuente: Elaboración propia, 2022

Figura 14. Dinámica de degradación de Carbofuran según tratamientos



Fuente: Elaboración propia, 2022

La Figura N° 13 y 14 se observó la dinámica de eficiencia de biodegradación de Carbofuran según tratamiento en función del tiempo.

Resultados del análisis de la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre las características edafoclimáticas.

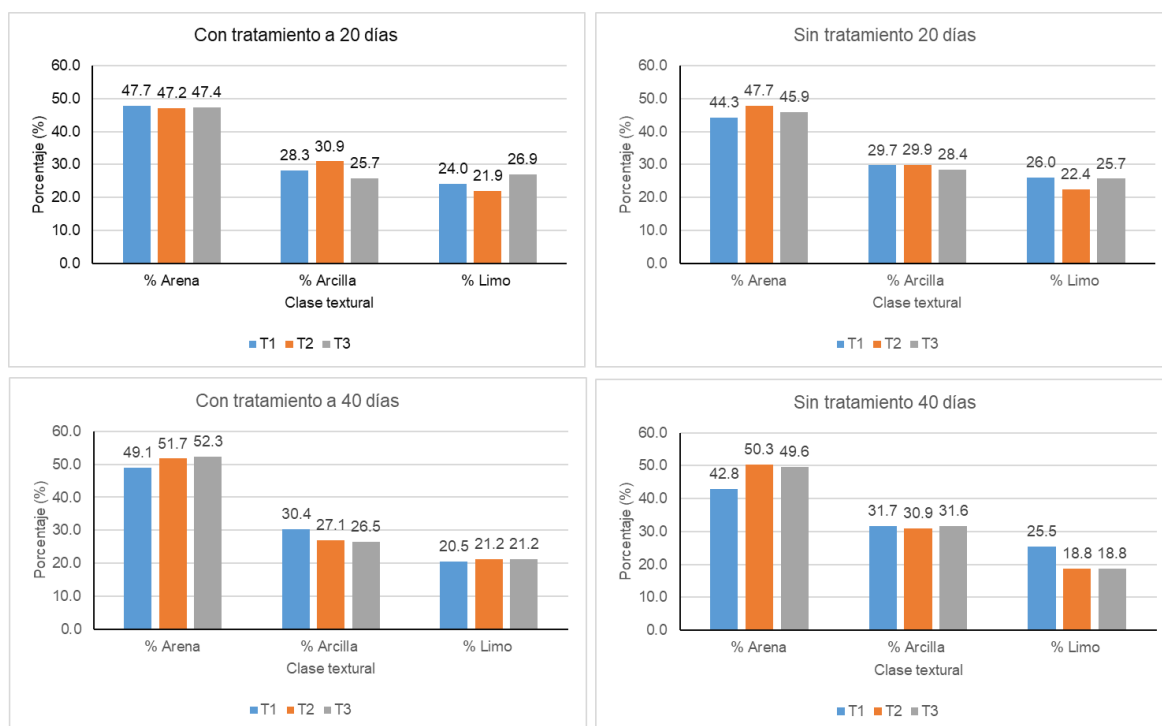
Tabla 7. Caracterización física de muestras de suelo

Trat.	CC	Muestra (C.T)				Muestra (S.T)				Días
		% Arena	% Arcilla	% Limo	Textura	% Arena	% Arcilla	% Limo	Textura	
T1 (EM)	C1	50.4	31.6	18	F Arcillo Arenoso	38.4	26	35.6	Franco	20
	C2	44.4	27.6	28	F Arcilloso	46	29.6	24.4	F Arcillo Arenoso	
	C3	48.4	25.6	26	F Arcillo Arenoso	48.4	33.6	18	F Arcillo Arenoso	
T2 (EM+ T.A)	C1	46.8	33.6	19.6	F Arcillo Arenoso	50.4	29.6	20	F Arcillo Arenoso	
	C2	50.4	27.6	22	F Arcillo Arenoso	48.4	32	19.6	F Arcillo Arenoso	
	C3	44.4	31.6	24	F Arcilloso	44.4	28	27.6	F Arcilloso	
T3 (T.A)	C1	47.3	28	24.7	F Arcillo Arenoso	49	30	21	F Arcillo Arenoso	
	C2	46.4	25.6	28	F Arcillo Arenoso	46.4	29.6	24	F Arcillo Arenoso	
	C3	48.4	23.6	28	F Arcillo Arenoso	42.4	25.6	32	Franco	
T1 (EM)	C1	46.4	27.6	26	F Arcillo Arenoso	40	30	30	F Arcilloso	40
	C2	54.4	28	17.6	F Arcillo Arenoso	48.4	31.6	20	F Arcillo Arenoso	
	C3	46.4	35.6	18	Arcillo Arenoso	40	33.6	26.4	F Arcilloso	
T2 (EM+ T.A)	C1	52.8	29.6	17.6	F Arcillo Arenoso	52	29.6	18.4	F Arcillo Arenoso	
	C2	50.4	26	23.6	F Arcillo Arenoso	48.4	31.6	20	F Arcillo Arenoso	
	C3	52	25.6	22.4	F Arcillo Arenoso	50.4	31.6	18	F Arcillo Arenoso	
T3 (T.A)	C1	56.4	22	21.6	F Arcillo Arenoso	54	27.6	18.4	F Arcillo Arenoso	
	C2	46.4	29.6	24	F Arcillo Arenoso	48.4	31.6	20	F Arcillo Arenoso	
	C3	54	28	18	F Arcillo Arenoso	46.4	35.6	18	Arcillo Arenoso	

Fuente: Elaboración propia, 2022

CC: Concentración; C1: 40 mg/kg; C2: 80 mg/kg; C3: 120 mg/kg; C.T: con tratamiento, S.T: sin tratamiento.

Figura 15. Caracterización física de las muestras con tratamiento y sin tratamiento



Fuente: Elaboración propia, 2022

La figura 15, el efecto de los tratamientos sobre las características físicas de las muestras a los 20 y 40 días con tratamiento y sin tratamiento.

Tabla 8. Prueba T de muestras según porcentaje de características físicas

Variable	Grupo 1	Grupo 2	20 días			40 días		
			Media (1)	Media (2)	p-valor	Media (1)	Media (2)	p-valor
% Arena	Suelo C.T.	Suelo S.T.	47.43	45.98	0.33	51.02	47.56	0.11
% Arcilla	Suelo C.T.	Suelo S.T.	28.31	29.33	0.47	28	31.42	0.03
% Limo	Suelo C.T.	Suelo S.T.	24.26	24.69	0.85	20.98	21.02	0.98

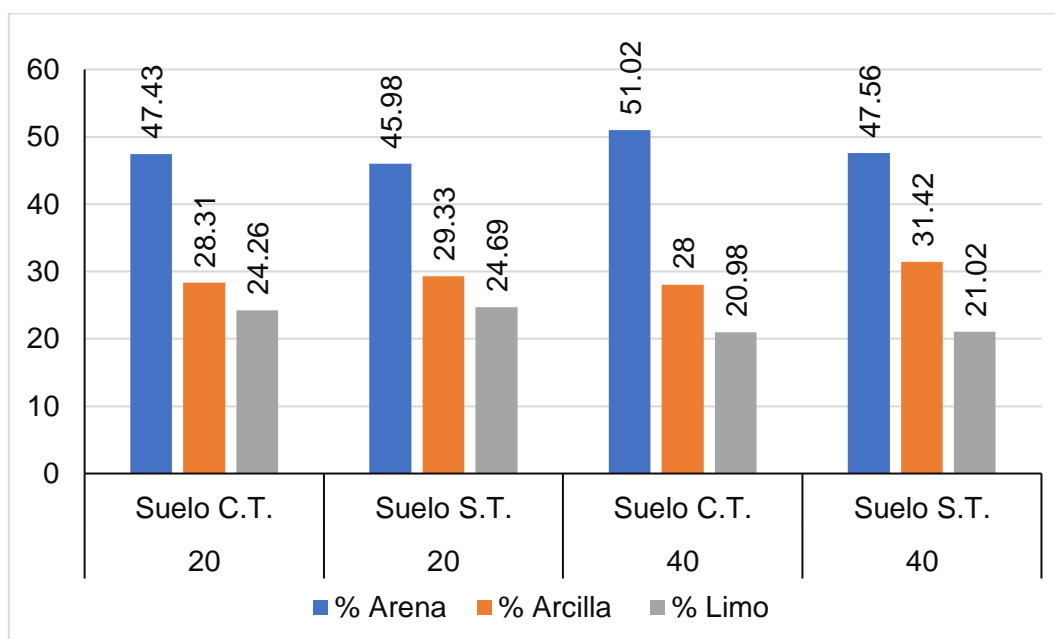
Fuente: Elaboración propia, 2022

C.T: Con tratamiento; S.T: Sin tratamiento

La (Tabla 8) se aplicó la prueba T para determinar diferencias entre tratamientos con aplicación y sin aplicación.

En la (Figura 16) se aprecian los valores según las características físicas del suelo, donde el % de arcilla es significativo a los 40 días en las muestras con aplicación de tratamientos respecto a las no aplicadas la biorremediación.

Figura 16. Caracterización física según tratamiento a 20 y 40 días



Fuente: Elaboración propia, 2022

C.T: Con tratamiento; S.T: Sin tratamiento

Resultados de la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* sobre las características químicas del suelo

Tabla 9. Caracterización química de las muestras de suelo

Trat.	CC	Muestra (C.T)				Muestra (S.T)				Días
		pH	E.C (dS/m)	M.O %	H°%	pH	E.C (dS/m)	M.O %	H°%	
T1	C1	4.68	0.1384	4.93%	28.29%	4.84	0.0616	5.33%	26.09%	20
	C2	4.81	0.1012	7.14%	26.19%	4.92	0.0575	6.25%	27.59%	
	C3	4.85	0.0754	9.29%	29.35%	4.71	0.0938	5.41%	25.74%	
T2	C1	4.55	0.206	5.59%	20.69%	4.18	0.362	6.83%	10.00%	
	C2	4.53	0.1326	6.41%	23.90%	4.25	0.253	7.28%	24.88%	
	C3	4.6	0.402	7.98%	22.97%	4.6	0.215	4.58%	27.14%	
T3	C1	4.44	0.338	10.26%	25.00%	4.62	0.216	7.14%	22.28%	
	C2	4.62	0.289	8.39%	24.02%	4.65	0.235	8.61%	26.11%	
	C3	4.31	0.339	5.16%	25.00%	4.55	0.221	4.61%	23.50%	

T1	C1	4.5	0.1214	8.39%	23.67%	4.46	0.1743	7.14%	25.24%	40
	C2	4.64	0.1105	7.95%	26.57%	4.37	0.1427	5.49%	22.27%	
	C3	4.44	0.1486	8.55%	22.28%	4.88	0.1046	6.62%	24.51%	
T2	C1	4.51	0.1716	8.65%	27.54%	4.32	0.1314	8.22%	28.78%	
	C2	4.48	0.1724	9.80%	24.39%	4.54	0.1289	7.84%	27.36%	
	C3	4.81	0.1911	5.33%	27.09%	4.55	0.263	8.84%	28.29%	
T3	C1	4.85	0.223	13.82%	25.37%	4.56	0.1537	6.34%	31.55%	
	C2	4.52	0.337	6.67%	19.02%	4.5	0.233	4.70%	26.73%	
	C3	4.64	0.332	5.59%	20.69%	4.44	0.257	10.60%	25.62%	

Fuente: Elaboración propia, 2022

CC: Concentración; C1: 40 mg/kg; C2: 80 mg/kg; C3: 120 mg/kg; C.T: con tratamiento, S.T: sin tratamiento.

La (Tabla 9) se detallan los resultados obtenidos en la caracterización química de las muestras con un pH ácido de 4.59 en promedio de todos los tratamientos con aplicación, mientras que los tratamientos sin aplicación tuvieron pH de 4.55 en promedio, E.C (dS/m) con tratamiento a los 20 días fue 0.22 y a los 40 se encontraron 0.20. En las Figuras 18 y 19 observamos la caracterización química a los 20 y 40 días, para los caracteres de pH, E.C (dS/m), M.O %, Humedad (%).

Tabla 10. Prueba T de muestras según características químicas

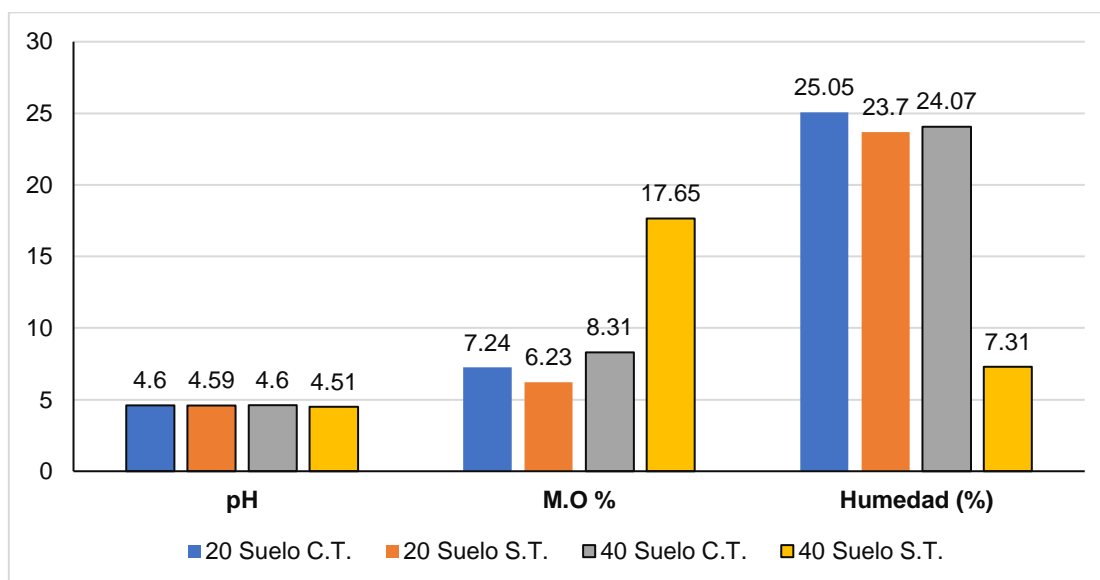
Variable	Grupo 1	Grupo 2	20 días			40 días		
			Media (1)	Media (2)	p-valor	Media (1)	Media (2)	p-valor
pH	Suelo C.T.	Suelo S.T.	4.6	4.59	0.93	4.6	4.51	0.25
E.C (dS/m)	Suelo C.T.	Suelo S.T.	0.22	0.19	0.52	0.2	0.18	0.48
M.O %	Suelo C.T.	Suelo S.T.	7.24	6.23	0.2	8.31	17.65	0.005
Humedad (%)	Suelo C.T.	Suelo S.T.	25.05	23.7	0.51	24.07	7.31	<0.001

Fuente: Elaboración propia, 2022

C.T: Con tratamiento; S.T: Sin tratamiento

La (Tabla 10) muestra los resultados de la prueba T donde se puede determinar los resultados de biorremediación en función de los días y su efecto sobre las características químicas.

Figura 17. Caracterización química de las muestras de suelo 20 y 40 días



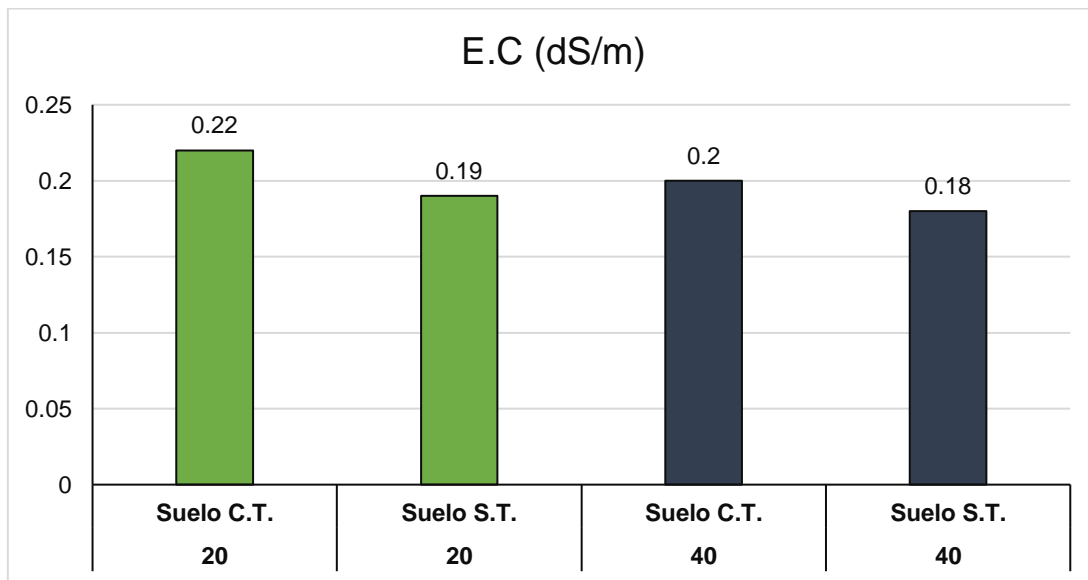
Fuente: Elaboración propia, 2022

C.T: Con tratamiento; S.T: Sin tratamiento

La (Figura 17) se muestran los resultados que si presentaron significancia estadística fueron porcentaje de M.O dichos porcentajes disminuyeron con la aplicación de los tratamientos de biorremediación de 9.31% a 17.65 % con una significancia de 0.005. En cuanto a la característica de humedad la muestra con tratamiento mostro mayor porcentaje de 24.07% en comparación a sin tratamiento de 7.31% con un nivel de significancia de <0.001 dicho comportamiento ocurrió a los 40 días.

La (Figura 18 no muestra significancias del efecto del tratamiento frente al E.C (dS/m) en los 2 tiempos.

Figura 18, Caracterización química E.C (dS/m)



Fuente: Elaboración propia, 2022

C.T: Con tratamiento; S.T: Sin tratamiento

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Analizar la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre los periodos de tratamientos.

La aplicación de tratamientos de biodegradación (Tabla 6) T1 (EM) a 20 días al aplicar EM se apreció la disminución de la concentración máxima 120 mg/kg reducirse a 0.82 mg/kg, pero el tratamiento testigo sin aplicación disminuyo a 0.95 mg/kg dicha tendencia podría deberse a la presencia de bacterias de vida libre que contiene el producto Em tales como *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Azoarcus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Bacillus* como señala (Kakraliya y Singh, 2018), quienes afirman que dichas bacterias son de vida libre con capacidades de fijar nitrógeno atmosférico; pero investigaciones de (Mustapha, Halimoon, Wan y Shukor, 2020) logran identificar que una de las señaladas bacterias de vida libre llamada *Enterobacter* sp. Cepa BRC05 la cual logró degradar la concentración de Carbofuran de 50 mg/L en solo 9 horas, y una concentración de 100 mg/L se degradó en 38 horas, cabe señalar que dichas células se encontraban inmovilizadas, pero a mayor concentración de Carbofuran 250 mg/L la tasa de degradación disminuye en las células libres.

La aplicación de *Trichoderma harzianum* logró la reducción a los 20 días la C3: 120 mg/kg a niveles de 0.81 mg/kg frente al testigo que mostró 0.94 mg/kg, similar comportamiento se apreció a los 40 días donde se redujo a 40 días hasta 0.99 mg/kg en comparación con el testigo absoluto que alcanzó valor de 1.04 mg/kg, las cepas de *Trichoderma* sp. tiene la capacidad de tiene la capacidad de degradar plaguicidas de diversos grupos químicos (Choudhury, Singh, Singh, 2019). Estudios afirman que las cepas de *Trichoderma* sp. al ser expuestas a concentración de Carbofuran a 177 mg/L tuvieron mayor crecimiento similar comportamiento se evidenció en una mayor concentración 315 mg/L mostró una mayor esporulación (Eunice et al., 2021).

Estudios realizados en laboratorio por Tondon et al., (2018) donde identificaron 4 cepas de bacterias *Arthrobacter globiformis*, *Bhargavaea indica*, *Bacillus beijeringensis* y *Streptomyces* sp. con capacidad de degradación de carbofuran quienes degradaron el 43 %, 55 %, 35 % y 44 % de Carbofuran dichas cepas

crecieron en concentraciones de (10 mg/L) de carbofurano utilizándolo como fuente de carbono y nitrógeno. Además, la tasa de reducción de carbofurano varió para cada bacteria, pero la combinación de *Bhargavaea indica* y *Streptomyces* sp. aumentó significativamente (60 %) la degradación de carbofurano, entonces al comparar con nuestra investigación dicho producto que tiene varias bacterias activas es el producto EM el cual agrupa especies de bacterias.

OE2: Analizar la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre la eliminación del plaguicida (Cf- Ci).

Las (Figuras 11 y 12) muestran la eficacia de reducción o degradación de las concentraciones de Carbofuran donde la aplicación de Em T2(EM+T.A) logran una eficiencia de reducción con tratamiento de 98.99 en comparación a T1(EM) quien alcanzó 97.95, pero se pudo observar un comportamiento de mayor eficiencia en T3(T.A) con 99.33 todos durante los primeros 20 días. Investigaciones relacionadas con el EM afirman que tiene diversas bacterias de vida libre que están presentes en los campos naturales y pueden ser aisladas en laboratorio de muestras obtenidas de campos de cultivo de arroz (Ekram et al., 2020); dicho autor identificó una especie bacteriana del género *Enterobacter* sp. capaz de degradar Carbofuran y utilizarlo como fuente de carbono hasta 4 µg/ml de Carbofuran de grado técnico al 99%, quienes señalan que la degradación de carbofurano más alta (80 %) se encontró en el día 7 donde la bacteria usa carbofurano como fuente de carbono.

Estudios de (Ekram et al., 2020) concluyen que el propio sistema bacteriano tiene el mecanismo innato del metabolismo del carbofurano que es necesario investigar. Según (Zhang et al., 2020) señala que la cepa *Enterobacter* sp. Z1 demostró que la cepa Z1 codegradaba Carbofuran de manera eficiente cuando se usaban como fuentes primarias de carbono. Según estudios previos, los microorganismos pueden utilizar pesticidas como fuentes de carbono y nitrógeno para promover su propio crecimiento (Jiang et al., 2019). Los procesos de hidrólisis y la oxidación son los 2 procesos primordiales para la degradación microbiana del carbamato (Jiang et al., 2020).

Los procesos de hidrólisis del compuesto de oxamil y metomilo resultan en formación de compuesto de alcohol y ácido carbámico que luego terminan descomponiéndose en dióxido de carbono y metilamina las cuales son utilizadas como fuentes de nitrógeno y carbono (Zhang et al., 2018). Pero los metabolitos que resultan de los procesos oxidativos mantienen los enlaces éster carbámico quienes son susceptibles a hidrolizarse a través de carboxilesterasas (Mishara et al., 2021). Los microorganismos a través de la utilización de sus características inherentes pueden degradar el contaminante tóxico en una sustancia menos letal o no letal a través de los procesos de mineralización reduciéndolos hasta agua y dióxido de carbono sin provocar efectos tóxicos (Bhatt et al., 2020).

El producto a base de Carbofuran según los resultados se puede mantener en el suelo por periodos mayores de 40 días, dichos resultados se asemejan a los obtenidos por (Romero et al., 2021) según reporta que encontró residuos tóxicos aun transcurrido los 45 días.

OE3: Analizar la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* basada en los tratamientos y la concentración de agroquímico sobre las características edafoclimáticas.

La (Tabla 8) se observó el efecto en del *Trichoderma harzianum* y Em sobre el porcentaje de arena, limo y arcilla y se evidencia solo diferencias significativas en el contenido de arcilla a los 40 días. Investigaciones afirman que para que se produzca la biodegradación de pesticidas existen numerosos factores involucrados como mecanismos fotoquímicos, fisicoquímicos, biorremediación y degradación microbiana (Umar et al., 2020). El proceso de eliminación de carbamatos utilizando la degradación microbiana es una poderosa herramienta (Jiang et al., 2020). Según estudios de (Mustapha, Halimoon, Wan y Shukor, 2020) menciona que el producto Carbofuran tiene mucha movilidad en el suelo y agua y su vida promedio es de 50 días.

Las características físicas de los suelos están asociadas con bacterias gram negativas en forma de bastoncillo de las cuales algunas especies como la cepa BRC05 aislada por (Mohammed, 2019) tiene la capacidad de degradar Carbofuran y los análisis señalaron que poseía la enzima citocromo oxidasa que actúa como un aceptor de electrones artificial para la enzima oxidasa, también identificaron que dichas cepas contenían la enzima catalasa que podría formar

peróxido de hidrógeno como producto final oxidativo de la descomposición aeróbica de los azúcares dichas bacterias lograron desarrollarse en concentraciones de carburando de 25 y 50 mg/L. Las características químicas y físicas de los suelos son factores de considerar al evaluar la permeancia del agroquímico, dichos resultados de contrastan con lo mencionado por (Romero et al., 2021) al señalar que las características son indicadores de degradación y permeancia del contaminante.

OE4: Analizar la aplicación de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* sobre las características químicas del suelo.

Las condiciones químicas del suelo (Tabla 10) solo se apreció diferencias en el porcentaje de M.O. respecto a la comparación de suelos con tratamiento y los no tratados a los 40 días evidenciando que con la aplicación se reducía la cantidad de M.O. También similar tendencia se evidencio en el indicador %Humedad, fluctuando con mayor porcentaje las muestras que tenían el tratamiento.

Dichos comportamientos y reacciones de los tratamientos están muy relacionados con las propiedades como temperatura, pH y la disponibilidad de nutrientes afecta el desarrollo microbiano y actividades de metabolismo de los organismos biodegradadores (Wolijkoa et al., 2020; Mustapha et al., 2020); por ende, en la investigación se reportó pH entre 4.6 a 4.51 ubicada en los rangos ácidos, materia orgánica en rango extremadamente alto entre 6.23 y 17.65 %, dichas características podrían afectar los resultados y capacidad de degradación. Dichos resultados son semejantes a los de (Romero et al, 2021) quien señala que un factor determinante en la permeancia de plaguicidas en los campos de arroz es la temperatura ambiental.

El desarrollo y efecto del Em está condicionado por las características propias de cada suelo investigaciones realizadas por (Ekram et al., 2020) menciona que las condiciones óptimas para el desarrollo de las bacterias del género *Enterobacter* sp. en laboratorio fueron en pH 7.0 a 37°C con pH.

Las características fisicoquímicas de los suelos determinaron la velocidad de degradación de los plaguicidas lo cual puede influir en los metabolismos de los microorganismos (Romero et al., 2021), también algunos microorganismos tienen

la capacidad de usar pesticidas como fuente de nutrientes y energía y pueden beneficiarse de la exposición a estos pesticidas (Umar et al., 2020).

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones en función de los objetivos

OG: se concluye que la aplicación de Microorganismo eficientes EM y *Trichoderma harzianum* mostraron efectos de reducción y eliminación del contenido de Carbofuran en el suelo dedicados a la actividad arrocera en los distritos de Morales y Cacatachi.

OE1: La aplicación de los tratamientos de remediación a los suelos contaminados si mostraron efectos significativos siendo *Trichoderma harzianum* quien mostró la mayor eficiencia biorremediador en la concentración más elevada, pero la aplicación de Em mostró comportamiento similar al del primer organismo mencionado.

OE2: La aplicación del T3 posee mayor eficiencia al reducir la concentración de 120 mg/kg a 99.33 %, T3 (EM+T.A) mostro eficiencia de 98.99% y Em un 97.95% a los 20 días. Al cabo de 40 días los tratamientos T3 y T2 mostraron mayor eficacia. El tiempo de permeancia de Carbofuran en los suelos esta entre 20 a 40 días dependiendo de factores de temperaturas y características físicas y químicas de cada suelo.

OE3: Las características edafoclimáticas como porcentajes de arena, limo y arcilla influyen directamente sobre la efectividad de los tratamientos, dichas características pueden brindar las condiciones óptimas o inadecuadas para el correcto de los Microorganismos eficientes (EM) y *Trichoderma harzianum*.

OE4: Para las apelaciones de Microorganismos EM y *Trichoderma harzianum* se debe de tener en cuenta las características fisicoquímicas del suelo como pH, E.C (dS/m), M.O %, Humedad (%) son las que brindan las condiciones necesarias para que se realice los procesos de degradación, se debe tratar en lo posible que el pH este en un nivel neutro o ligeramente salino, iguales condiciones se exigen para E.C (dS/m), M.O %, Humedad (%). En el estudio el contenido de M.O % y Humedad si mostraron significancias.

VII. RECOMENDACIONES

OG: Realizar la realización de estudios en laboratorio de eliminación de Carbofuran en medio líquido mediante el aislamiento directo de hongos de las muestras de suelos recolectados de campo y compara la efectividad en función de las cepas de Trichoderma comercializadas por los laboratorios.

OE1: Nuestros estudios indican que es necesario seguir trabajando para desarrollar formulaciones de la cepa Trichoderma harzianum, pero aislada de los campos contaminados y así poder realizar formulaciones para la comercialización.

OE2: Dado que la vida media de Carbofuran en el suelo agrícola es larga llegando a periodos mayores de 120 días, se sugiere que el desarrollo y la aplicación de un hongo beneficioso, como el que mostró mejores resultados Trichoderma harzianum, es prometedor para degradar el producto químico.

OE3: Realizar estudios de aplicación en diferentes suelos que muestren diferentes características físicas es decir variaciones se pueden obtener de diversos lugares o zonas.

OE4: Realizar estudios de aplicación en varios niveles de pH del suelo como también de contenido de E.C (dS/m), M.O %, Humedad (%) para poder ver la variación de los efectos en la capacidad de biorremediación

REFERENCIAS

1. AREVALO, Enrique et al. Optimización de sustratos para la producción de conidias de *Trichoderma harzianum*. Por fermentación sólida en la región de San Martín. Perú. *Rev. investig. Altoandín*. [online]. 2017, vol.19, n. 2 [citado 2022-03-22], pp.135-144. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572017000200003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2313-2957. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2017.272>.
2. AFANADOR, Laura N., et al. Impact of a bacterial consortium on the soil bacterial community structure and maize (*Zea mays* L.) cultivation. *Scientific reports*, 2021, vol. 11, no 1, p. 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92517-0>
3. ANDREASEN, J. Sistema Federal de Gestión de Expedientes [FDS]. Carbofuran I.R.E.D. FACTS.
4. ANJUM, M.M., Ali, N., IQBAL, S. Pesticide an environmental health: A review (2017). *Agric. Res. Tech.* 5, 555671.
5. BAZÁN TAPIA, Rubén. Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego. 2017.
6. Bhatt, P., Zhou, X., Huang, Y., Zhang, W., Chen, S. Characterization of the role of esterases in the biodegradation of organophosphate, carbamate and pyrethroid pesticide. *J.* (2021). *Hazard Mater.* 411, 125026.
7. BAENA, P. G. (2017). *Metodología de la investigación* (3ra ed.). Grupo Editorial Patria . Obtenido de <https://about.proquest.com/en/products-services/ebooks-main>
8. BEHERA, U, K; FRANCE, J. Sistemas agrícolas integrados y la seguridad de los medios de subsistencia de agricultores pequeños y marginales en la India y otros países en desarrollo. *Avances en agronomía* , 2016, vol. 138, pág. 235-282.
9. BIOEM. *Ficha técnica*. (2022)Lima. Obtenido de <http://www.bioem.com.pe/>
10. BIROLI, W.G., VACONDIO, B., ALVARENGA, N., SELEGHIM, M.H.R. y PORTO, A.L.M. Enantioselective biodegradation of the pyrethroid (\pm)-lambda-cyhalothrin by marine-derived fungi. 2020. *Chemosphere* [en línea], vol. 197, pp. 651–660. ISSN 0045-6535. DOI 10.1016/j.chemosphere.2018.01.054. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653518300626>.

11. CARLES, Louis, et al. Potential of preventive bioremediation to reduce environmental contamination by pesticides in an agricultural context: A case study with the herbicide 2, 4-D. *Journal of Hazardous Materials*, 2021, vol. 416, p. 125740.
12. CARBAJAL Jose A, et al. Lactic starter cultures to improve the oat bioactive compounds. *Revista Argentina de Microbiología*, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2020.12.002>
13. CLARCK, jim. Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). (Dakota del Norte). la Escuela Truro en Cornualles.(2020). Recuperado el 22 de marzo de 2022, de <https://chem.libretexts.org/@go/page/3752>
14. Chandrakar T. R, Singh A. P, Sarkhe B. C, Bagchi SN Evaluaciones de citotoxicidad y genotoxicidad in vitro de pesticidas de carbofurano y malatión en células de fibroblastos de gato (*Felis catus*). *Biomed Pharmacol J* 2020;13(3). Disponible en <https://bit.ly/3dl0mHf>.
15. CHENA, Jiaqi, et al. Photosynthetic bacteria-based technology is a potential alternative to meet sustainable wastewater treatment requirement?. *Environment international*, 2020, vol. 137, p. 105417. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105417>
16. CHOUDHURY, P P.; SINGH A, SINGH R. Biodegradation of topramezone by a *Trichoderma* Isolate in soil [Internet]. Gov.in. 2019 [citado el 17 de junio de 2022]. Disponible en: <https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/23477/1/Topra-Weed-published.pdf>
17. DOOLOTKELDIEVA, T., KONURBAEVA, M.; BOBUSHEVA, S. Comunidades microbianas en suelos contaminados con pesticidas en Kirguistán y posibilidades de biorremediación. (2018). *Sci Pollut Res* 25, 31848 – 31862. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0048-5>
18. DAS, P., MORSHED, M.H., ROY, A.K. Study on the effect of carbofuran in male reproductive organ of Swiss albino mice. (2019). *J. Eng. Sci.* 10, 85-90.
19. DEVLIN, Thomas M. *Bioquímica*. Cuarta edición: Libro de texto con aplicaciones clínicas. Reverté, 2015.
20. Us Epa O. Método EPA 8270E (SW-846): Compuestos orgánicos semivolátiles por cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC-MS). 2019 [citado el 29 de mayo de 2022]; Disponible en: <https://www.epa.gov/esam/epa-method-8270e-sw-846-semivolatile-organic-compounds-gas-chromatographymass-spectrometry-gc>
21. Ekram MA, Sarker I, Rahi MS, Rahman MA, Saha AK, Reza MA. Efficacy of soil-borne *Enterobacter* sp. for carbofuran degradation: HPLC quantitation of degradation rate. *J Basic Microbiol.* 2020 May;60(5):390-399. doi: 10.1002/jobm.201900570. Epub 2020 Mar 1. PMID: 32115726.

22. EL-GENDY, Mervat Morsy Abbas Ahmed; AL-ZAHRANI, Salha Hassan Mastour; EL-BONDKLY, Ahmed Mohamed Ahmed. Construcción de una potente cepa recombinante a través de la fusión intergenérica de protoplastos en hongos endófitos para la producción de enzimas anticancerosas utilizando paja de arroz. *Bioquímica aplicada y biotecnología* , 2017, vol. 183, nº 1, pág. 30-50.
23. ESQUIVEL, B., CUETO, J. A., VALDEZ, R. D., PEDROZA, A., TREJO, R. & PÉREZ, O. Prácticas de manejo y análisis de riesgo por el uso de plaguicidas en la Comarca Lagunera, México. (2019). *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35 (1), p.25-33. doi: <http://dx.doi.org/10.20937/RICA.2019.35.01.02>
24. FAYEMI, OE. y OJOKOH, AO. The Effect of different fermentation techniques on the nutritional quality of the cassava product (fufu). *Journal of food processing and preservation*. (2014). 38 (1):183-192.
25. FLORES Gallegos, Adriana C.; NAVA-Reyna, Erika. Enzimas microbianas promotoras del crecimiento vegetal. En *Enzimas en la biotecnología de los alimentos* . Prensa Académica, 2019. p. 521-534.
26. FARMAGRO S.A. Ficha tecnica Farmadan (2021). Disponible en: http://www.farmagro.com.pe/media_farmagro/uploads/ficha_tecnica/farmadan_-ficha_tecnica_jbPslkP.pdf
27. GARCÍA, Velázquez, L. y GALLARDO, A. El ciclo global del nitrógeno. (2017). Una visión para el ecólogo terrestre. *Revista Ecosistemas*, 26 (1): 4-6.
28. GRACIA, J.C., MARTINEZ, D.S.T., ALVES, O., GERVASIO LEONARDO, A.F., BARBIERI, E. Ecotoxicological effects of carbofuran and oxidized multiwalled carbon nanotube on the freshwater fish Nile tilapia: nanotube enhance pesticide ecotoxicity. (2015) *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 111, 131-137.
29. GOYCOCHEA, T., Y CARRANZA, M. Determinación del impacto ambiental producido por el uso de agroquímicos en la producción agrícola del distrito de Jepelacio. (2016). Disponible en: http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/245/6054714.pdf?sequence=1C3% A1n_Medrano_2016.pdf.
30. Góngora, Echeverría et al., VR Góngora-Echeverría , C. Quintal-Franco , ML Arena-Ortiz , G. Giacomán-Vallejos , C. Ponce-Caballero. Identificación de especies microbianas presentes en un proceso de disipación de plaguicidas en sistemas biobed utilizando sustratos típicos del sureste de México como biomezcla a escala de laboratorio. (2018). *Ciencia Entorno Total* . 628–629 (2018) , págs. 528 - 538
31. GHOSAL, A., HATI, A. Impacto de algunos insecticidas de nueva generación en los artrópodos del suelo en el sistema de cultivo de arroz y maíz. *JoBAZ* **80**, 6 (2019). <https://doi.org/10.1186/s41936-019-0077-3>

32. Guía de muestreo de suelos. Guía de muestreo de suelos . *Ministerio del medio ambiente*, (2014). 1 - 72.
33. GUO, D., LUO, J., ZHOU, Y., XIAO, H., HE, K., YIN, C., LI, F. ACE: An efficient and sensitive tool to detect insecticide resistance-associated mutations in insect acetylcholinesterase from RNA-Seq data. (2017). *BMC Informatics*. 18, 330-338.
34. GUPTA, J., RATHOUR, R., SINGH, R., THAKUR, I.S. Production and characterization of extracellular polymeric substance (EPS) generated by carbofuran degrading strain *Cupriavidus* sp. ISTL7 (2019). *Bioresour. Technol.* 282, 417-424.
35. JIANG, W., GAO, Q., ZHANG, L., WANG, H., ZHANG, M., LIU, X., ZHOU, Y., KE, Z., WU, C., QIU, J., HONG, Q. Identification of the key amino acid sites of the carbofuran hydrolase CehA from a newly isolated carbofuran degrading strain *Sphingbium* sp. CFD-1. 2020. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 189, 109938.
36. KOPYTKO, María; CORREA-TORRES, Sandra Natalia; ESTÉVEZ-GÓMEZ, Martha Jhoana. Biodegradación estimulada de los suelos contaminados con pesticidas organoclorados. *Revista de investigación agraria y ambiental*, 2017, vol. 8, no 1, p. 119-130.
37. HANSJÜRGENS, Bernd; LIENKAMP, Andreas; MOCKEL, Stefan. Justificación de la protección del suelo y la gestión sostenible del suelo: Consideraciones éticas, legales y económicas de la creación. *Sostenibilidad* , 2018, disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/10/3807/pdf> vol. 10, nº 10, pág. 3807.
38. HA, Danh. Enhancement of carbofuran degradation by immobilized *Bacillus* sp. strain DT1. (2022). *Environmental Engineering Research*, 27(4), 62-69. Disponible en: <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE10606761#>
39. Haeseong PARK, Sun Il SEO, Ji-hwan LIM, Gui Hwan HAN, Pyoung Il KIM. Aislamiento y caracterización de bacterias del suelo que degradan carbofurano. (2021). *Sociedad Coreana de Ingeniería Biológica*, (437-437). Disponible en: <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE10554665>
40. HERNÁNDEZ, R., & MENDOZA, C. P.. *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. (2018) México: McgrawHill.
41. HERNANDEZ, M. L.; LÓPEZ, E. P.; JARAMILLO, M. C.; POSADA, A. P. Identificación de microorganismos biorremediadores de suelos agrícolas del norte de Antioquia para degradación del clorpirifos. *Revista Politécnica*, 2020, vol. 16, no 32, p. 96-110.

42. HOU, DEYI; AL-TABBAA, ABIR. Sostenibilidad: un nuevo imperativo en la remediación de tierras contaminadas. *Ciencias y políticas ambientales*, 2014, vol. 39, pág. 25-34.
43. Instituto de Normalización de los Países Bajos (NEN). (2010). Suelo: análisis cuantitativo de pesticidas organoclorados, pentaclorobifenilos y clorobenceno semivolátil mediante cromatografía de gases (en holandés). Obtenido de <http://www.nen.nl/NEN-Shop/orm/NEN-69802008C12010C22011-nl-1.htm>
44. Joshi, H., Somduttand, C. P., & Mundra, S. L.. Role of effective microorganisms (EM) in sustainable agriculture. 2019, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(3), 172-181.
45. Larramendy, M. L. , & Soloneski, S. , (Eds.). Soil Contamination - Threats and Sustainable Solutions. (2021). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.87652>
46. LaboMersa. (5 de Enero de 2022). *LaboMersa*. Obtenido de <https://labomersa.com/producto/centrifuga-mini-espintubos-de-1-5-y-2ml/>
47. SAHA, L., TIWARI, J., BAUDDH, K., & MA, Y. Recent Developments in Microbe PlantBased Bioremediation for Tackling Heavy Metal-Polluted Soils. (2021). *Frontiers in microbiology*, 12, 731723. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.731723>
48. Lista internacional de plaguicidas altamente peligrosos de PAN (Lista de PAP de PAN) (2019). consultado enero de 2022
49. LI, Z., WANG, X., NI, Z., BAO, J., ZHANG, H. In-situ remediation of carbofuran contaminated soil by immobilized white-rot fungi. (2020). *Pol. J. Environ. Stud.* 29, 1237-1243
50. LÓPEZ, E., & GONZÁLES, B.. *Estadística*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. (2018) Obtenido de <http://cete.fausac.gt>
51. MACCISE, V. (21 de Enero de 2022). *Macciseestefanvictor*. Obtenido de <https://macciseestefanvictor.blogspot.com/2021/01/4.html>
52. MATOS, F. F., CONTRERAS, F. C., & OLAYA, J. C. *Estadística descriptiva y probabilidad para las ciencias de la información con el uso del SPSS* (1 ed.). (2020). Lima: Asociación de bibliotecólogos del Perú. Obtenido de <https://archive.org/>
53. MUKHOPADHYAY, Ria., KUMAR, Deepak. *Trichoderma*: a beneficial antifungal agent and insights into its mechanism of biocontrol potential. (2020) *Egypt J Biol Pest Control* **30**, 133. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00333-x>
54. Métodos de microbiología y bioquímica del suelo. (2015). Editado por DG Zvyagintsev. M.: Editorial de la Universidad Estatal de Moscú.). 300.

55. MEENA, S. K. y MEENA, V. S. Importance of soil microbes in nutrient use efficiency and sustainable food production. (2017). In: *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*, p. 3-23. Springer, Singapore.
56. Ministerio de Agricultura y Riego-Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (MINAGRI-DGESEP). 2018. Arroz 2001-2017. Disponible en: http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/nota-coyunturaarroz-280818_2.pdf.
57. MISHRA, S., ZHANG, W., LIN, Z., PANG, S., HUANG, Y., BHATT, P., CHEN, S., Carbofuran toxicity and its microbial degradation in contaminated environments, *Chemosphere* (2020 a), doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127419>.
58. MISHRA, S.; PANG, S.; ZHANG, W.; LIN, Z.; BHATT, P.; CHEN, S. Insights into the microbial degradation and biochemical mechanisms of carbamates. *Chemosphere* (2021 b), doi: [10.1016/j.chemosphere.2021.130500](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130500)
59. MONGA, Deepanshu; KAUR, Paramdeep; SINGH, Baljinder. Remediación mediada por microbios de tintes, desechos explosivos e hidrocarburos poliaromáticos, pesticidas y productos farmacéuticos. *Investigación actual en ciencias microbianas* , 2021, p. 100092.
60. MUÑIZ-VALENCIA, R. L.-M.-G.-M. Determinación de plaguicidas en suelo agrícola mediante extracción en fase sólida y cromatografía de líquidos de alta eficiencia (HPLC) acoplada a un detector de arreglo de diodos (DAD). (2019). *Acta universitaria*. doi:<https://doi.org/10.15174/au.2019.2287>
61. MUKHOPADHYAY, Ria., KUMAR, Deepak. *Trichoderma*: a beneficial antifungal agent and insights into its mechanism of biocontrol potential. *Egypt J Biol Pest Control* **30**, 133 (2020). <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00333-x>
62. Net Inter Lab. (2 de Enero de 2022). *Net Inter Lab*. Obtenido de <https://net-interlab.es/bano-maria-laboratorio/>
63. NORRMAN, J. et al. Enriquecimiento de los aspectos sociales y económicos en las evaluaciones de sostenibilidad de las estrategias de remediación: métodos e implementación. *Ciencia del Medio Ambiente Total* , 2020, vol. 707, pág. 136021.
64. OERKE, E.C. Y DEHNE, H.W. Safeguarding production losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection*. 23 (2004) 275-285.
65. PARMINDER KAUR, & CHANDRAJIT, B. Optimización del proceso de biorremediación y recuperación efectiva de suelos mixtos contaminados

- con carbamatos por *Acremonium* sp. recientemente aislado. (2020). *ScienceDirect*, 249. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.125982>.
66. Pandey, R. N., Jaisani, P., & Singh, H. B. Trichoderma: agricultural applications and beyond. (2022). In *Biopesticides* (pp. 353-381). Woodhead Publishing.
67. (PAN International, 2011).
68. PESÁNTEZ, M., & CASTRO, R.. Potencial de cepas de Trichoderma spp. para la biorremediación de suelos contaminados con petróleo. (2016). *Biotecnología Vegetal*, 16(4).
69. POPEK, E.. Comprensión del laboratorio analítico. *Muestreo y análisis de contaminantes químicos ambientales*. (2022). doi:10.1016 / b978-0-12-803202-2.00005-7
70. KAKRALIYA, Manish; SINGH, Rajesh. Efecto de la prueba de suelo respuesta del cultivo en base al manejo integrado de nitrógeno sobre el rendimiento, la calidad y la rentabilidad del trigo (*Triticum aestivum* L.). *Revista de Farmacognosia y Fitoquímica* , 2018, vol. 7, nº 4, pág. 532-534.
71. RAFFA, C. M., & CHIAMPO, F. Biorremediación de suelos agrícolas contaminados con pesticidas: una revisión. (2021). *Bioingeniería [en línea]*(7), 92. doi:<https://doi.org/10.3390/bioengineering8070092>
72. RÍOS, Miguel Ángel; MUÑOZ Villacorta, Walter Andres; ROJAS; Ramos Ingrid ;MALQUI; Lisset. Crecimiento de Trichoderma asperellum en medio sólido utilizando como única fuente de carbono a los plaguicidas clorpirifos y cipermetrina. *UCV-SCIENTIA*, 2019, vol. 11, no 2, p. 149-156.
73. ROCHA, O., GAZONATO NETO, A.J., SANTOS LIMA, C.J., FREITAS, E.C., MIGUEL, M., DE SILVA MANSANO, A., MOREIRA, A.R., DAAM, M. A., Sensitivities of three tropical indigenous freshwater invertebrates to single and mixture exposures of diuron and carbofuran and their commercial formulations. (2018). *Ecotoxicology* 27, 834-844
74. ROMERO, Alejandra Eunice, et al. Biodegradación de carbofuran por una cepa de Trichoderma sp. autóctona y su potencial uso para la biorremediación de suelos contaminados. *Revista Científica FCA*, 2021, vol. 14, no 2. Disponible en: http://www.fca.unju.edu.ar/media/revista_articulo/Revista_Cientifica_FCA_Volumen14_2_2021-18-27.pdf.
75. RUIZ, H., K., MASIS-MORA, M., BARBIERI, E., CARAZO-Rojas, E., RODRIGUEZ-Rodriguez, C.E. Ecotoxicology analysis during the removal of carbofuran in fungal bioaugmented matrices. (2016). *Chemosphere* 144, 864-871.

76. Saha L, Tiwari J, Baudh K, Ma Y. Desarrollos recientes en biorremediación basada en microbios vegetales para abordar suelos contaminados con metales pesados. *Frente Microbiol* [Internet]. 2021;12:731723. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2021.731723>
77. SHARMA, Anket, et al. Uso mundial de pesticidas y sus impactos en el ecosistema. *SN Ciencias Aplicadas*, 2019, vol. 1, nº 11, pág. 1-16.
78. SAFWAT, S. M., & MATTA, M. E. ME Aplicaciones ambientales de microorganismos efectivos: una revisión del conocimiento actual y recomendaciones para direcciones futuras. (2021). *Springer open*. doi:<https://doi.org/10.1186/s44147-021-00049-1>
79. SAEJUNG, Chewapat; CHAIYARAT, Anuwat; SANOAMUANG, La-orsri. Optimization of three anoxygenic photosynthetic bacteria as feed to enhance growth, survival, and water quality in fairy shrimp (*Streptocephalus sirindhornae*) cultivation. *Aquaculture*, 2021, vol. 534, p. 736288. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736288>
80. SERRATO, N. & ARIAS, L. Evaluación de riesgo ambiental de plaguicidas en agroecosistemas de tomate bajo invernadero y libre exposición de Colombia. (2019). Maestría en Ciencias Ambientales. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12010/7835>.
81. SHRUTHI, B., et al. Exploring biotechnological and functional characteristics of probiotic yeasts: A review. *Biotechnology Reports*, 2022, p. e00716. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2022.e00716>
82. Scientific, T. (10 de Enero de 2019). [thermofisher.com/hotplates](https://www.thermofisher.com/hotplates).
83. SRAVYA, K., & SANGEETHA, S.. Estudio de viabilidad sobre técnicas de biorremediación de suelos contaminados. (2022) *ScienceDirec*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.364>
84. SOUZA, J. Informe sobre la situación de los plaguicidas altamente peligrosos (PAP) y las estrategias sobre producción sustentable en la Argentina. 2021.
85. SOLÍS GORDON, Sandra Del Pilar. Prevalencia de intoxicaciones ocupacionales agudas con plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa y sus efectos en la salud en Ecuador entre el 2015 y el 2020. 2021.
86. SOTO, J. A., CÁRDENAS, J. A., GARCÍA, J. P. Inoculation of substrate with lactic acid bacteria for the development of Moringa oleifera Lam plantlets. (2017). *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51 (2).
87. SU, P., TAN, X., LI, C., et al. Photosynthetic bacterium *Rhodospseudomonas palustris* GJ-22 induces systemic resistance against viruses. (2017). *Microbial Biotechnology*, 10 (3): 612-624.

88. TANYA MOROCHO, Mariuxi y LEIVA-MORA, Michel. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Ctro. Agr.* [online]. 2019, vol.46, n.2 [citado 2022-03-12], pp.93-103. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2072-2001.
89. Tandon S, Deore RY, Parab A. Aislamiento, identificación y uso de microorganismos degradantes de carbofuran para la eliminación del pesticida de aguas contaminadas. 2018 [citado el 21 de junio de 2022]; Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/3d589edef4a32dc95891e670a0b27a4e8129a4a9>
90. Tecnal. (3 de Enero de 2022). *tecnal.com*. Obtenido de https://tecnal.com.br/es/productos/detalhes/10837_molino_multiuso
91. Ufarte, L., Laville, E., Duquesne, S., Morgavi, D., Robe, P., Klopp, C., Potocki Verronese, G., 2017. Discovery of carbamate degrading enzymes by functional metagenomics. *PLoS One* 12, e0189201
92. Umar Mustapha M, Halimoon N, Wan Johari W. L, y Shukor M. Y. Degradación mejorada de carbofurano utilizando células inmovilizadas y libres de *Enterobacter* sp. Aislado del suelo. *Moléculas*. 2020;25(12):2771. Publicado el 16 de junio de 2020. doi:10.3390/molecules25122771
93. VALENCIA, E. M., GUERRERO, J. A., DE YANDA, A., & MARTÍNEZ, M. J.. Evaluación de la adsorción-desorción de 14c-carbofuran y furadan 3sc® en tres suelos de cundinamarca. (2008). *Revista Colombiana de química*, 37(1). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042008000100007
94. VILLEGAS, Cornelio, Víctor Manuel; LAINES, Canepa, José Ramón. Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2017, vol. 8, no 2, p. 393-406.
95. VURUKONDA, S. S. K. P., GIOVANARDI, D., STEFANI, E. Plant growth promoting and biocontrol activity of *Streptomyces* spp. as endophytes. (2018). *International Journal of Molecular Sciences*, 19 (4): 952.
96. WANG, X., LI, Z., YAO, M., BAO, J., & ZHANG, H. Degradation of carbofuran in contaminated soil by plant–microorganism combined technology. (2020). *Journal of the Serbian Chemical Society*, 85(1), 111–123. <https://doi.org/10.2298/JSC190301052L>
97. YAN, X., JIN, W., WU, G., JIANG, W., YANG, Z., JI, J., QIU, J., HE, J., JIANG, J. Hydrolase CehA and monooxygenase CfdC are responsible

- for carbofuran degradation in *Sphingomonas* strain CDS-1. *Appl. Environ. Microbiol.* 84, 1-15.
98. YANG, Z., JIANG, Z., HSE, C. Y., LIU, R. Assessing the impact of wood decay fungi on the modulus of elasticity of slash pine (*Pinus elliottii*) by stress wave non-destructive testing. (2017). *International Biodeterioration & Biodegradation*, 117: 123-127
99. Yang, J., Feng, Y., Zhan, H., Liu, J., Yang, F., Zhang, K., Zhang, L.H., Chen, S. Characterization of a pyrethroid-degrading *Pseudomonas fulva* strain P31 and biochemical degradation pathway of D-phenothrin. (2018) *Front. Microbiol.* 9, 1003
100. YU, Annabelle O.; LEVEAU, Johan HJ; MARCO, Maria L. Abundance, diversity and plant-specific adaptations of plant-associated lactic acid bacteria. *Environmental Microbiology Reports*, 2020, vol. 12, no 1, p. 16-29.
101. Yurkov, Andrey M. "Yeasts of the soil - obscure but precious." *Yeast* (Chichester, England) vol. 35,5 (2018): 369-378. doi:10.1002/yea.3310
102. Zin, N. A., & Badaluddin, N. A. Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. (2020). *Annals of Agricultural Sciences*(65), 168 - 178. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aogas.2020.09.003>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema	Hipótesis	Objetivo	Variable	Definición teórica	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
¿De qué factores dependen la Aplicación de los Microorganismos EM y Trichoderma harzianum en la biorremediación de suelos de cultivo de arroz de la Región San Martín?	¿La Aplicación de los Microorganismos EM y Trichoderma harzianum en la biorremediación de suelos de cultivo de arroz de la Región San Martín dependen del tratamiento, concentraciones de del carbofuran?	Evaluar los factores de Aplicación de los Microorganismos EM y Trichoderma harzianum en la biorremediación de suelos de cultivo de arroz de la Región San Martín	Independiente: Aplicación de Microorganismos EM y <i>Trichoderma harzianum</i>	EM es un producto en forma líquida, que consiste en una variedad de microorganismos benéficos sino también no patógenos tipos de microorganismos aerobios y anaerobios (Safwat y Matta, 2021). El descubrimiento de <i>Trichoderma</i> spp. como agente de descomposición natural y	La variable independiente se realizó la medición utilizando dos dimensiones las cuales son:	Tratamientos	EM, <i>Trichoderma harzianum</i> (Th), EM + <i>Trichoderma harzianum</i> (EM+Th).	Ordinal
						Concentración de agroquímico	C1 = 40 mg/Kg C2 = 80 mg/Kg C3 = 120 mg/Kg	ppm

				<p>agente biológico de biorremediación. La velocidad del proceso de descomposición aumenta cuando existe la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp (Zin y Badaluddin, 2020).</p>				
<p>Como influye los tratamientos y concentración de carbofuran en la Biorremediación del suelo contaminado con Carbofuran (carbamatos)</p>	<p>Los tratamientos y concentración de carbofuran influyen en la Biorremediación del suelo contaminado con Carbofuran (carbamatos) en función de periodo de tratamiento, remoción y</p>	<p>Evaluar la influencia de los tratamientos y concentración de carbofuran en la Biorremediación del suelo contaminado con Carbofuran (carbamatos).</p>	<p>Dependiente: Biorremediación del suelo contaminado con Carbofuran (carbamatos)</p>	<p>El Carbofuran es uno de los pesticidas sistémicos y de amplio espectro más tóxicos, el pesticida de carbamato de metilo que se aplica ampliamente como insecticida, nematicida y</p>	<p>Se midió a través de 4 dimensiones</p>	<p>Periodos de tratamiento</p>	<p>Tiempo (1) = 20 Tiempo (2) = 40</p>	<p>días</p>
						<p>Eliminación del plaguicida (cf- ci)</p>	<p>Porcentaje</p>	<p>%</p>
						<p>Características edafoclimáticas</p>	<p>Temperatura Humedad pH Conductividad Textura de suelo</p>	<p>°C % μS/cm Ordinal</p>

	condiciones de suelos edafológicos.		acaricida para fines agrícolas, domésticos e industriales (Mishra et al, 2020).	Características fisicoquímicas del suelo	MO, Limo, arena, Arcilla, Bases intercambiables CIC	% y ppm
--	-------------------------------------	--	---	--	---	---------

Anexo 2. Resultados de análisis preliminar de las parcelas



INFORME DE ENSAYO N° 2203001 VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente: Silvia Juanita Angulo Pinedo, Jesús Miguel García Arirama
Domicilio Legal : Tarapoto, San Martín Jr. Perú 556
Solicitado Por : Silvia Juanita Angulo Pinedo - Jesús Miguel García Arirama
Referencia : Partido alto- Tarapoto

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia : Tarapoto
Plan de Muestreo : Realizado por el Cliente
Cantidad de Muestras : 5
Condición de la Muestra : Bolsa Ziplo
Código JIREHLAB : 2203001

MÉTODOS DE REFERENCIA

Parámetros	Normas
Carbono Orgánico Total (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5310 B, 23rd Ed. 2017

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

SIGLAS: "EPA": U.S. Environmental Protection Agency, Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes



INFORME DE ENSAYO N° 2203001 VALOR OFICIAL

Cod. Cliente	SU-01	SU-02	SU-03	SU-04	SU-05		
Cod. Lab.	2203001.01	2203001.02	2203001.03	2203001.04	2203001.05		
Tipo de Producto	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	14/2/22	14/2/22	14/2/22	14/2/22	14/2/22		
Hora de Muestreo	10:00	10:10	10:22	10:30	10:38		
Ubicación Geográfica UTM	E:344309.0	E:343752.0	E:343026.0	E:343065.0	E:341945.0		
	N:-9282431.0	N:-9281891.0	N:-9282123.0	N:-9282763.0	N:-9282656.0		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
Plaguicidas (Carbofurano)	mg/kg	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Leyenda: L.D = Limite de detección N.A. = No aplica

En campo

Anexo 3. Toma de coordenadas en campos de cultivo de arroz



Fig. Referenciación geográfica de campos

Anexo 4. Toma de muestras en campos de cultivo de arroz



Fig. Recolección de 108 kilogramos de suelo colectados de 20 cm de profundidad

En laboratorio

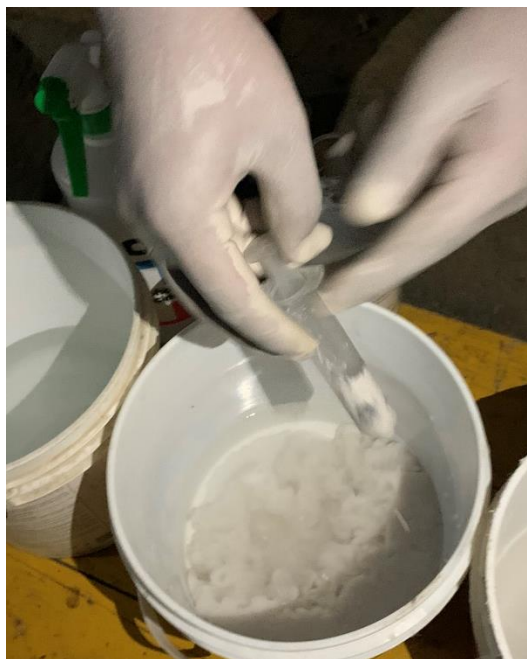
Anexo 5. Activación de *Trichoderma harzianum*



Anexo 6. Activación de EM



Anexo 7. Preparación de la dosis de Carbofuran



Anexo 8. Aplicación de la concentración de Carbofuran y *Trichoderma harzianum*



Spirotetramato-enol-2	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Spirotetramato-Ketohidroxi	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Spirotetramato-Ketohidroxi-1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Spirotetramato-monohidroxi	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Spirotetramato-monohidroxi-1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Spirotetramato-enolglucoside	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Spirotetramato-enolglucoside-1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Oxamyl	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Oxamyl-1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Haloxifop 2 etoxy ethyl	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Haloxifop 2 etoxy ethyl-1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Fluazifop-p	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Fluazifop-p-1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Fluazifop-p-butyl	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Fluazifop-p-butyl-1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Fluazifop-p-butyl-2	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Uniconazole	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Uniconazole-1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Uniconazole-2	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Uniconazole-3	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
2.4D 1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
2.4D 2	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
MCPA 1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
MCPA 2	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Ioxynil 1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Ioxynil 2	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Pentaclorofenol 1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Pentaclorofenol 2	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Dichlorprop 1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Dichlorprop 2	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Sulfoxaflor 1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Sulfoxaflor 2	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
2.4.6-Triclorofenol 1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
2.4.6-Triclorofenol 2	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Meptyldinocap 1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Meptyldinocap 2	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Chlorthiamid 1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Chlorthiamid 2	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
cyantraniliprole I	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
cyantraniliprole II	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Halosulfuron met	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Halosulfuron met-1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Fipronil sulfide	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Fipronil sulfide-1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Fipronil Sulfona	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Fipronil Sulfon-1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Fipronil desulfinylyl	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg
Fipronil desulfinylyl -1	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg	<0.010 mg/kg

Continuación de anexo 9..

Anexo 10. Resultados de laboratorio de biorremediación 20 días



INFORME DE ENSAYO N° 2205002 VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : Silvia Juanita Angulo Pinedo; García Arirama, Jesús Miguel
Domicilio Legal : Tarapoto, San Martín Jr. Perú 556; Jr. Primero de Julio 385
Solicitado Por : Silvia Juanita Angulo Pinedo, García Arirama, Jesús Miguel
Referencia : partido alto, Urb. Los Jardines.

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia : Tarapoto
Plan de Muestreo : Realizado por el Cliente
Cantidad de Muestras : 20
Condición de la Muestra : Bolsa Ziplo
Código JIREHLAB : 2205002

MÉTODOS DE REFERENCIA

Parámetros	Normas
Plaguicidas (*)	EPA Method 8270 E, Rev 6, Junio 2018 - Semivolatiles Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC-MS)

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

SIGLAS: "EPA": U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes

**INFORME DE ENSAYO N° 2205002
VALOR OFICIAL**

Cod. Cliente	T1=EM=C1 40	T1=EM=C2 80	T1=EM=C3 120	T2= EM+TA =C1 40	T2= EM+TA =C2 80		
Cod. Lab.	2205002.01	2205002.02	2205002.03	2205002.04	2205002.05		
Tipo de Producto	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	8/05/2022	8/05/2022	8/05/2022	8/05/2022	8/05/2022		
Hora de Muestreo	10:00	10:10	10:22	10:30	10:38		
Ubicación Geográfica UTM	E:-	E:-	E:-	E:-	E:-		
	N:-	N:-	N:-	N:-	N:-		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
Plaguicidas (Carbofurano)	mg/kg	0.01	<0.01	<0.01	0.82	<0.01	<0.01

Cod. Cliente	T2= EM+TA =C3 120	T3= TA =C1 40	T3= TA=C2 80	T3= TA =C3 120	T1=EM=C1 40 (ST)		
Cod. Lab.	2205002.06	2205002.07	2205002.08	2205002.09	2205002.1		
Tipo de Producto	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	8/05/2022	8/05/2022	8/05/2022	8/05/2022	8/05/2022		
Hora de Muestreo	10:00	10:10	10:22	10:30	10:38		
Ubicación Geográfica UTM	E:-	E:-	E:-	E:-	E:-		
	N:-	N:-	N:-	N:-	N:-		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
Plaguicidas (Carbofurano)	mg/kg	0.01	0.80	<0.01	<0.01	0.81	<0.01

Cod. Cliente	T1=EM=C2 80 (ST)	T1=EM=C3 120 (ST)	T2=EM+TA =C1 40 (ST)	T2=EM+TA =C2 80 (ST)	T2=EM+TA =C3 120 (ST)		
Cod. Lab.	2205002.11	2205002.12	2205002.13	2205002.14	2205002.15		
Tipo de Producto	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	8/05/2022	8/05/2022	8/05/2022	8/05/2022	8/05/2022		
Hora de Muestreo	10:00	10:10	10:22	10:30	10:38		
Ubicación Geográfica UTM	E:-	E:-	E:-	E:-	E:-		
	N:-	N:-	N:-	N:-	N:-		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
Plaguicidas (Carbofurano)	mg/kg	0.01	<0.01	0.95	<0.01	<0.01	0.92

Cod. Cliente	T3= TA =C1 40 (ST)	T3= TA =C2 80 (ST)	T3= TA =C3 120 (ST)		
Cod. Lab.	2205002.01	2205002.02	2205002.03		
Tipo de Producto	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	8/05/2022	8/05/2022	8/05/2022		
Hora de Muestreo	10:00	10:10	10:22		
Ubicación Geográfica UTM	E:-	E:-	E:-		
	N:-	N:-	N:-		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados		
Plaguicidas (Carbofurano)	mg/kg	0.01	<0.01	<0.01	0.94

Leyenda: L.D = Limite de detección N.A. = No aplica

Anexo 11. Resultados de laboratorio de biorremediación 40 días



INFORME DE ENSAYO N° 2205021 VALOR OFICIAL

Cod. Cliente	T1=EM=C1 40	T1=EM=C2 80	T1=EM=C3 120	T2= EM+TA =C1 40	T2= EM+TA =C2 80		
Cod. Lab.	2205021.01	2205021.02	2205021.03	2205021.04	2205021.05		
Tipo de Producto	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	31/05/2022	31/05/2022	31/05/2022	31/05/2022	31/05/2022		
Hora de Muestreo	10:00	10:10	10:22	10:30	10:38		
Ubicación Geográfica UTM	E:-	E:-	E:-	E:-	E:-		
	N:-	N:-	N:-	N:-	N:-		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
Plaguicidas (Carbofurano)	mg/kg	0.01	<0.01	0.05	1.00	<0.01	0.03

Cod. Cliente	T2= EM+TA =C3 120	T3= TA =C1 40	T3= TA =C2 80	T3= TA =C3 120	T1=EM=C1 40 (ST)		
Cod. Lab.	2205021.06	2205021.07	2205021.08	2205021.09	2205021.10		
Tipo de Producto	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	31/05/2022	31/05/2022	31/05/2022	31/05/2022	31/05/2022		
Hora de Muestreo	10:00	10:10	10:22	10:30	10:38		
Ubicación Geográfica UTM	E:-	E:-	E:-	E:-	E:-		
	N:-	N:-	N:-	N:-	N:-		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
Plaguicidas (Carbofurano)	mg/kg	0.01	0.97	<0.01	0.03	0.99	<0.01

Cod. Cliente	T1=EM=C2 80 (ST)	T1=EM=C3 120 (ST)	T2=EM+TA =C1 40 (ST)	T2=EM+TA =C2 80 (ST)	T2=EM+TA =C3 120 (ST)		
Cod. Lab.	2205021.11	2205021.12	2205021.13	2205021.14	2205021.15		
Tipo de Producto	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	31/05/2022	31/05/2022	31/05/2022	31/05/2022	31/05/2022		
Hora de Muestreo	10:00	10:10	10:22	10:30	10:38		
Ubicación Geográfica UTM	E:-	E:-	E:-	E:-	E:-		
	N:-	N:-	N:-	N:-	N:-		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
Plaguicidas (Carbofurano)	mg/kg	0.01	0.05	1.00	<0.01	0.04	0.92

Cod. Cliente	T3= TA =C1 40 (ST)	T3= TA =C2 80 (ST)	T3= TA =C3 120 (ST)		
Cod. Lab.	2205021.16	2205021.17	2205021.18		
Tipo de Producto	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	31/05/2022	31/05/2022	31/05/2022		
Hora de Muestreo	10:00	10:10	10:22		
Ubicación Geográfica UTM	E:-	E:-	E:-		
	N:-	N:-	N:-		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados		
Plaguicidas (Carbofurano)	mg/kg	0.01	<0.01	0.02	1.02

Legenda: L.D. = Límite de detección N.A. = No aplica

Anexo 12. Validaciones de herramientas



SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Dr. Lozano Chung, Andi

Yo, Angulo Pinedo Silvia Juanita identificado con DNI N.º 70309911- García Arirama Jesús Miguel identificado con DNI N.º 71939008 alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de la Facultad Ingenierías y Arquitectura de la escuela de Ingeniería Ambiental, nos presentamos ante usted con el debido respeto, nos presentamos y le manifestamos lo siguiente:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando titulada: **"Aplicación de microorganismos eficientes (EM) y Trichoderma Harzianum para la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales - Cacatachi, 2022."**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Tarapoto, 20 de febrero del 2022.



Angulo Pinedo Silvia Juanita
DNI: 70309911



García Arirama Jesús Miguel
DNI: 71939008

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 1
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lozano Chung Andi
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumentos de recolección de datos.
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita – García Arirama Jesús Miguel.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si cumple

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 20 de febrero del 2022



 Dr. Andi Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 159414

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO Nº 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lozano Chung Andi
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Nacional de San Martín -Tarpoto
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recolección de muestras y análisis de muestras de suelo.
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita -García Arirama Jesús Miguel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si cumple

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarpoto, 20 de febrero del 2022


 Dr. Andy Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 159414

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lozano Chung Andi
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Nacional de San Martín -Tarapoto
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de contenido de carbofuran en las muestras
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita – García Arirama Jesús Miguel

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Cumple

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 20 febrero del 2022


 Dr. Andi Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 159414

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 4

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lozano Chung Andi
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de características fisicoquímicas de las muestras de suelo.
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita – García Arirama Jesús Miguel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si cumple

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 20 de febrero del 2022


 Dr. Andi Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 159414

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 5

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lozano Chung Andi
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Nacional de San Martín -Tarapoto
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Matriz de operacionalización de variables
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita – García Arirama Jesús Miguel

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si cumple

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 20 de febrero del 2022


 Dr. Andi Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 159414

SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.

Ing. Eugenio Herrera Gonzales

Yo, Silvia Juanita Angulo Pinedo identificado con DNI N.º 70309911- Jesús Miguel García Arirama identificado con DNI N.º 71939008 alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de la Facultad Ingenierías y Arquitectura de la escuela de Ingeniería Ambiental, nos presentamos ante usted con el debido respeto, nos presentamos y le manifestamos lo siguiente:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando titulada: **"Aplicación de microorganismos eficientes (EM) y Trichoderma Harzianum para la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales - Cacatachi, 2022."**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Tarapoto, 20 de febrero del 2022.



Silvia Juanita Angulo Pinedo
DNI: 70309911



Jesús Miguel García Arirama
DNI: 71939008

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Eugenio Herrera Gonzales
- 1.2. Cargo e institución donde labora: KSM Ingeniera Sostenible EIRL
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumentos de recolección de datos.
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita – García Arirama Jesús Miguel.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 20 de febrero del 2022




Ing. EUGENIO HERRERA GONZALEZ
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 100164

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Eugenio Herrera Gonzales
- 1.2. Cargo e institución donde labora: KSM Ingeniera Sostenible EIRL
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recolección de muestras y análisis de muestras de suelo.
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita -García Arirama Jesús Miguel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 20 de febrero del 2022



ING. EUGENIO HERRERA GONZALEZ
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 100164

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Eugenio Herrera Gonzales
- 1.2. Cargo e institución donde labora: KSM Ingeniera Sostenible EIRL
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de contenido de carbofuran en las muestras
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita – García Arirama Jesús Miguel

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 20 febrero del 2022




Ing. EUGENIO HERRERA GONZALEZ
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 100104

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 4

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Eugenio Herrera Gonzales.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: KSM Ingeniera Sostenible EIRL
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de características fisicoquímicas de las muestras de suelo.
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita – García Arirama Jesús Miguel.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 20 de febrero del 2022



Ing. EUGENIO HERRERA GONZALEZ
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 100164

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 5

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Eugenio Herrera Gonzales.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: KSM Ingeniera Sostenible EIRL.
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Matriz de operacionalización de variables
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita – García Arirama Jesús Miguel

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 20 de febrero del 2022




Ing. EUGENIO HERRERA GONZALEZ
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 100104

SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.

Ing. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Yo, Angulo Pinedo Silvia Juanita identificado con DNI N.º 70309911 - García Arirama Jesús Miguel identificado con DNI N.º 71939008 alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de la Facultad Ingenierías y Arquitectura de la escuela de Ingeniería Ambiental, nos presentamos ante usted con el debido respeto, nos presentamos y le manifestamos lo siguiente:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando titulada: **"Aplicación de microorganismos eficientes (EM) y Trichoderma Harzianum para la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales - Cacatachi, 2022."**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Tarapoto, 20 de febrero del 2022.



Angulo Pinedo Silvia Juanita
DNI: 70309911



García Arirama Jesús Miguel
DNI: 71939008

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Betsabeth Teresa Padilla Macedo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Director de la EP Ingeniería ambiental, UPEU
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumentos de recolección de datos.
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita – García Arirama Jesús Miguel.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

97

Tarapoto, 20 de febrero del 2022



Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Consultor

Padilla Macedo Betsabeth Teresa
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 227706

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Betsabeth Teresa Padilla Macedo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Director de la EP Ingeniería ambiental, UPEU
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recolección de muestras y análisis de muestras de suelo.
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita -García Arirama Jesús Miguel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

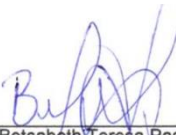
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORAC

91


 Betsabeth Teresa Padilla Macedo
 Consultor
 Padilla Macedo Betsabeth Teresa
 INGEA/EP/INIA/2019/01
 CIP. N° 227706

Tarapoto, 20 de febrero del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Betsabeth Teresa Padilla Macedo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Director de la EP Ingeniería ambiental, UPEU
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de contenido de carbofuran en las muestras
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita – García Arirama Jesús Miguel

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

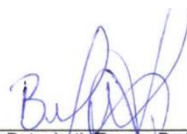
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

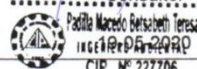
92

Tarapoto, 20 febrero del 2022



Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Consultor



CIP. N° 227706

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 4

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Betsabeth Teresa Padilla Macedo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Director de la EP Ingeniería ambiental, UPEU
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de características fisicoquímicas de las muestras de suelo.
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita – García Arirama Jesús Miguel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

92

Tarapoto, 20 de febrero del 2022


 Betsabeth Teresa Padilla Macedo
 Consultor


VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 5

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Betsabeth Teresa Padilla Macedo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Director de la EP Ingeniería ambiental, UPEU
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Matriz de operacionalización de variables
- 1.5. Autores de Instrumento: Angulo Pinedo Silvia Juanita – García Arirama Jesús Miguel

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95


Tarapoto, 20 de febrero del 2022


 Betsabeth Teresa Padilla Macedo
 Consultor

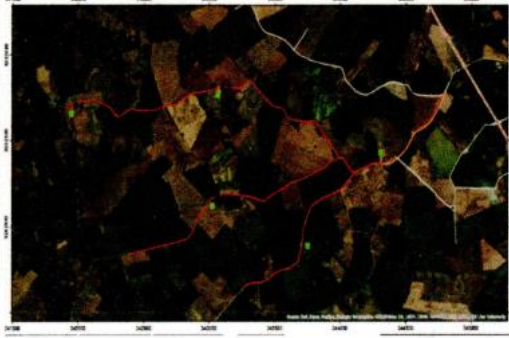
 Padilla Macedo Betsabeth Teresa
 INGEIERIA AMBIENTAL
 CIP. N° 227706

Ficha N° 1 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Fichas utilizadas para la validación de los instrumentos de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
HOJA DE REGISTRO DE LA TESIS	
TITULO	Aplicación de microorganismos eficientes (EM) y <i>Trichoderma harzianum</i> para la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales – Cacatachi, 2022.
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de Recursos Naturales
RESPONSABLES	Angulo Pinedo Silvia Juanita –García Arirama Jesús Miguel
ASESOR	Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline

FICHA 1 DATOS DEL LUGAR DE ESTUDIO					
LUGAR	Tarapoto	DISTRITO	Morales-Cacatachi	DEPARTAMENTO	San Martin
PROVINCIA	San Martin	FECHA	20/02/2022		

COORDENADAS UTM		FOTO REFERENCIAL
E(X)	N(Y)	
344309.0	9282431.0	
343752.0	9281891.0	
343026.0	9282123.0	
343065.0	9282763.0	
341945.0	9282656.0	



Yudi Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 159414



Eugenio Herrera Gotzalez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 100104



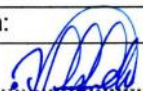
Betsabeth Teresa Padilla Macedo
 Consultor
 CIP N° 227706

Ficha N°2. Recolección de muestras y análisis de muestras

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
HOJA DE REGISTRO DE LA TESIS	
TITULO	Aplicación de microorganismos eficientes (EM) y <i>Trichoderma harzianum</i> para la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales – Cacatachi, 2022.
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de Recursos Naturales
RESPONSABLES	Angulo Pinedo Silvia Juanita –García Arirama Jesús Miguel
ASESOR	Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline

FICHA N°2. Recolección de muestras de suelo

Datos generales:			
Departamento:		Uso principal del predio:	
Provincia:			
Dirección del predio:			
Datos del punto de muestreo:			
Coordenadas: (UTM: WGS84)		Descripción de superficie:	
X			
Y			
Temperatura (°C):		Precipitación:	
Técnica de muestreo:		Instrumentos utilizados:	
Profundidad de muestreo:			
Datos de las muestras:			
N° de muestra...1		N° de muestra...3	
Clave de la muestra:		Clave de la muestra:	
Fecha :		Fecha :	
Hora:		Hora:	
N° de muestra...2		N° de muestra...n	
Clave de la muestra:		Clave de la muestra:	
Fecha :		Fecha :	
Hora:		Hora:	


 Dr. Rudi Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 159414


 Ing. Mónica Herbera Gotzalez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 100154


 Betsabeth Teresa Padilla Macedo
 CONSULTOR
 PABLO MARCO ARRIAGA
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP. N° 227706

Ficha N°3 Contenido de Carbofuran en las muestras

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
HOJA DE REGISTRO DE LA TESIS	
TITULO	Aplicación de microorganismos eficientes (EM) y <i>Trichoderma harzianum</i> para la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales – Cacatachi, 2022.
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de Recursos Naturales
RESPONSABLES	Angulo Pinedo Silvia Juanita –García Arirama Jesús Miguel
ASESOR	Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline
LUGAR	Laboratorio JIREHLAB – Servicios Ambientales
Metodología de análisis	EPA Method 8270 E, Rev 6, Junio 2018 - Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC-MS)



 Dr. Ardi Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 159414



 Ing. Eusebio Herrera González
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 100104


 Betsabeth Teresa Padilla Macedo
 Consultor

 CIP. N° 227706

Muestra N°	Concentración inicial (mg/kg)	Concentración final (mg/kg)
1	40	
2	80	
3	120	
4	Sin tratamiento	
5	Sin tratamiento	
6	Sin tratamiento	
7	40	
8	80	
9	120	
10	Sin tratamiento	
11	Sin tratamiento	
12	Sin tratamiento	
13	40	
14	80	
15	120	
16	Sin tratamiento	
17	Sin tratamiento	
18	Sin tratamiento	
19	40	
20	80	
21	120	
22	Sin tratamiento	
23	Sin tratamiento	
24	Sin tratamiento	
25	40	
26	80	
27	120	
28	Sin tratamiento	
29	Sin tratamiento	
30	Sin tratamiento	
31	40	
32	80	
33	120	
34	Sin tratamiento	
35	Sin tratamiento	
36	Sin tratamiento	

"Metodología:

"EPA Method 8270 E, Rev 6, Junio 2018 - Semivolatile Spectrometry (GC-MS)
Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass


 Dr. Andri Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 159414


 Ing. EUSEBIO HERRERA GONZÁLEZ
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 100104


 Betsabeth Teresa Padilla Macedo
 Consultor
 CIP N° 227706

Ficha N° 4 Características fisicoquímicas de las muestras de suelo

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
HOJA DE REGISTRO DE LA TESIS	
TITULO	Aplicación de microorganismos eficientes (EM) y <i>Trichoderma harzianum</i> para la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales – Cacatachi, 2022.
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de Recursos Naturales
RESPONSABLES	Angulo Pinedo Silvia Juanita –García Arirama Jesús Miguel
ASESOR	Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline
LUGAR	Laboratorio- Universidad Cesar Vallejo Sede Lima


 D. Andy Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 159414


 Mg. Herbera González
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 100104


 Betsabeth Yereña Padilla Macedo
 Consultor
 CIP N° 227706

Metodología:											
Lugar:											
Muestra N°	Concentración inicial (mg/kg)	% Arena	% Arcilla	% Limo	Textura	pH	E.C dS/m	M.O	Fosforo	CIC	Carbono
1	40										
2	80										
3	120										
4	Sin tratamiento										
5	Sin tratamiento										
6	Sin tratamiento										
7	40										
8	80										
9	120										
10	Sin tratamiento										
11	Sin tratamiento										
12	Sin tratamiento										
13	40										
14	80										
15	120										
16	Sin tratamiento										
17	Sin tratamiento										
18	Sin tratamiento										
19	40										
20	80										
21	120										
22	Sin tratamiento										
23	Sin tratamiento										
24	Sin tratamiento										
25	40										
26	80										
27	120										
28	Sin tratamiento										
29	Sin tratamiento										
30	Sin tratamiento										
31	40										
32	80										
33	120										
34	Sin tratamiento										
35	Sin tratamiento										
36	Sin tratamiento										


 Dr. Andri Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 159414


 Ing. Eusebio Herrera González
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 100164


 Betsabeth Teresa Padilla Macedo
 Consultor
 CIP N° 227706

Ficha N° 5 Matriz de operacionalización de variables

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
HOJA DE REGISTRO DE LA TESIS	
TITULO	Aplicación de microorganismos eficientes (EM) y <i>Trichoderma harzianum</i> para la biorremediación de suelos de arroz contaminados con Carbofuran, Morales – Cacatachi, 2022.
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y Gestión de Recursos Naturales
RESPONSABLES	Angulo Pinedo Silvia Juanita –García Arirama Jesús Miguel
ASESOR	Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline
LUGAR	Laboratorio- Universidad Cesar Vallejo Sede Lima


 Dr. Carlos Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 159414



 Ing. Eneida Herrera González
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 100104


 Betsabeth Teresa Padilla Macedo
 Consultor
 CIP: N° 227106

Anexo 13. Operacionalización

Tabla 1. Operacionalización de variables Aplicación de dos microorganismos eficientes (Em) y *Trichoderma harzianum* para la biorremediación de suelos contaminados con Carbofuran

Variable	Definición teórica	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Independiente: Aplicación de Microorganismos EM y <i>Trichoderma harzianum</i>	EM es un producto en forma líquida, que consiste en una variedad de microorganismos benéficos sino también no patógenos tipos de microorganismos aerobios y anaerobios (Safwat y Matta, 2021). El descubrimiento de <i>Trichoderma</i> spp. como agente de descomposición natural y agente biológico de biorremediación. La velocidad del proceso de descomposición aumenta cuando existe la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp (Zin y Badaluddin, 2020).	La variable independiente se realizó la medición utilizando dos dimensiones las cuales son:	Tratamientos	EM, <i>Trichoderma harzianum</i> (Th), EM + <i>Trichoderma harzianum</i> (EM+Th).	Ordinal
			Concentración de agroquímico	C1 = 40 mg/Kg C2 = 80 mg/Kg C3 = 120 mg/Kg	ppm
Dependiente: Biorremediación del suelo contaminado con Carbofuran	El Carbofuran es uno de los pesticidas sistémicos y de amplio espectro más tóxicos, el pesticida de carbamato de	Se midió a través de 4 dimensiones	Periodos de tratamiento	Tiempo (1) = 20 Tiempo (2) = 40	días
			Eliminación del plaguicida (cf- ci)	Porcentaje	%


Dr. Ángel Lozano Chiriquí
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 159414


Ing. Ezequiel Hezbera González
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 100104


Betsabeth Teresa Padilla Macedo
Consultor
Patricia Macedo Betsabeth Teresa
INGENIERA AMBIENTAL
CIP. N° 227706

(carbamatos)	metilo que se aplica ampliamente como insecticida, nematocida y acaricida para fines agrícolas, domésticos e industriales (Mishra et al, 2020).		Características edafoclimáticas	Temperatura Humedad pH Conductividad Textura de suelo	°C % μS/cm Ordinal
			Características fisicoquímicas del suelo	MO, Limo, arena, Arcilla, Bases intercambiables Fosforo CIC	% ppm


 Dr. Juan Lozano Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 159414



 INGENIERO HEROSERA GODALI
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 100104


 Betsabeth Ferrel Padilla Macedo
 Consultor

 CIP. N° 227756

Anexo 14. Análisis de prueba T de los tratamientos

Prueba T características físicas a los 20 días

Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba
TRATAMIENTO	% Arena	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	47.43	45.98	1.46	-1.63	4.54	4.92	14.16	0.1560	1.00	16	0.3324	Bilateral
TRATAMIENTO	% Arcilla	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	28.31	29.33	-1.02	-3.98	1.94	10.95	6.60	0.4898	-0.73	16	0.4748	Bilateral
TRATAMIENTO	% Limo	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	24.26	24.69	-0.43	-5.42	4.56	13.91	35.97	0.2005	-0.18	16	0.8563	Bilateral

Prueba T características físicas a los 40 días

Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba
TRATAMIENTO	% Arena	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	51.02	47.56	3.47	-0.90	7.83	14.72	23.38	0.5280	1.68	16	0.1114	Bilateral
TRATAMIENTO	% Arcilla	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	28.00	31.42	-3.42	-6.49	-0.35	13.60	5.28	0.2028	-2.36	16	0.0312	Bilateral
TRATAMIENTO	% Limo	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	20.98	21.02	-0.04	-3.82	3.74	10.52	18.08	0.4606	-0.02	16	0.9804	Bilateral

Características químicas a los 20 días

Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba
TRAT	pH_20	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	4.60	4.59	0.01	-0.20	0.22	0.03	0.06	0.3256	0.08	16	0.9384	Bilateral
TRAT	E.C (dS/m)_20	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	0.22	0.19	0.03	-0.08	0.14	0.01	0.01	0.6309	0.65	16	0.5234	Bilateral
TRAT	M.O %_20	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	7.24	6.23	1.01	-0.63	2.65	3.53	1.85	0.3780	1.31	16	0.2091	Bilateral
TRAT	Humedad (%) 20	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	25.05	23.70	1.34	-2.91	5.60	7.00	29.22	0.0593	0.67	16	0.5130	Bilateral

Características químicas a los 40 días

Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba
TRAT	pH_40	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	4.60	4.51	0.09	-0.07	0.24	0.02	0.03	0.8240	1.18	16	0.2557	Bilateral
TRAT	E.C (dS/m)_40	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	0.20	0.18	0.02	-0.05	0.10	0.01	3.5E-03	0.3638	0.71	16	0.4852	Bilateral
TRAT	M.O %_40	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	8.31	17.65	-9.35	-13.92	-4.77	6.48	35.36	0.0272	-4.33	16	0.0005	Bilateral
TRAT	Humedad (%) 40	{T.C.A}	{T.S.A}	9	9	24.07	7.31	16.76	14.32	19.20	8.69	3.23	0.1833	14.56	16	<0.0001	Bilateral

Anexo 15. Ficha técnica de Carbofuran

Versión: 01
Fecha de emisión: 15 Marzo 2020



Vombax® 4 Fw

Reg. PQUA N° 1423-SENASA

Titular del Registro: AGRO KLINGE S.A.

Tipo de producto:	Insecticida de uso agrícola
Formulación:	Suspensión concentrada (SC)
Ingrediente activo y concentración:	Carbofuran 480 g/L
Grupo químico:	Carbamato
Clasificación por peligrosidad:	Altamente Peligroso
Presentaciones:	250 ml, 0.5 L, 1 L, 5 L, 20 L y 200 L
Formulador:	Ningbo Generic Chemical Co.,Ltd. Room 10-6, Shidai Square, N° 8, Lengjing Street, Ningbo 315010, Zhejiang, China

Modo de acción:

VOMBAX 4 Fw es un insecticida del grupo de los carbamatos que actúa por contacto e ingestión.

Mecanismo de acción:

Es un inhibidor de la colinesterasa en el sistema nervioso. La acetilcolina se acumula en el centro nervioso y la función de estimulación nerviosa es extraordinariamente estimulada causando espasmos, rigidez y muerte del insecto.

Propiedades Físico Químicas:

Del Ingrediente Activo:

	Carbofuran
Masa molecular	221.26
Punto de fusión	153.1 °C
Presión de vapor (a 20°C)	0.08 mPa
Constante de Henry (a 25°C)	$5 \times 10^{-05} \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1}$
Solubilidad en agua (a 20°C)	322 mg/L
Coefficiente partición octanol-agua a pH 7 y 20°C (Log P)	1.8
Hidrolisis acuática a 20°C y pH 7 (DT50)	37

Fuente: University of Hertfordshire. Pesticide Properties DataBase – PPDB. Disponible en: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/atoz.htm> (consultado 15/01/2020)

ADAMA Agriculture Perú S.A.

Av. El Derby N° 254 Of 306. Edificio "Lima central Tower". Urb. El Derby, Santiago de Surco. Lima - Perú
Teléfono + (511) 641-0000 | www.adama.com



Del Producto Formulado:

Aspecto:	Líquido viscoso crema de ligero olor a humedad
pH	4.0 – 7.5
Densidad relativa	1.06 – 1.09 g/ml (20° C)
Inflamabilidad:	No inflamable
Corrosividad:	No corrosivo
Explosividad:	No explosivo

Método y Equipo de Aplicación:

VOMBAX 4 Fw, se aplica en aspersión con equipos de aspersión terrestre, previa mezcla con agua. Preparar una premezcla de acuerdo a la dosis indicada con la mitad del volumen de agua a utilizar, agitar hasta que el producto este bien disuelto y completar el volumen de la aplicación. Calibrar el equipo y agitar constantemente antes de aplicar.

- Las aplicaciones al follaje, deben ser en forma homogénea.
- Las aplicaciones al drench o cuello de planta, debe realizarse previa eliminación de malezas.
- Para tratamientos de semilla de plátano, realizar la inmersión del "hijuelo" limpio (sin tierra ni raíces) por al menos 5 – 10 minutos. Sembrar al día siguiente.
- Para tratamientos de platanales e hijuelos, asperjar en forma circular sobre la base del tallo principal.

Recomendaciones de uso:

Cultivo	Plagas		Dosis (L/200 L)	P.C. (días)	LMR (ppm)
	Nombre común	Nombre científico			
Papa	"Gorgojo de los Andes"	<i>Premnotrypes suturicallus</i>	0.5	60	0.01
Tomate	"Pulgón de la papa"	<i>Myzus persicae</i>	0.5	60	0.01
Zapallo	"Barrenador de frutos y guías"	<i>Diaphania nitidalis</i>	0.5	60	0.02
Flor Marigold	"Caracha" (mosquilla de los brotes)	<i>Prodidiplosis longifila</i>	0.5	60	0.02
Plátano	"Gorgojo negro del plátano"	<i>Cosmopolites sordidus</i>	0.4	60	0.01

P.C.: Periodo de carencia

LMR: Límite máximo de residuos

Frecuencia y Época de Aplicación:

- Aplicar previa evaluación de la plaga y cuando la incidencia de la plaga lo justifique.
- Realizar como máximo 1 aplicación por campaña.
- La dosis máxima es de 1.5 L/ha
- De persistir la plaga usar otro plaguicida, de diferente mecanismo de acción para evitar la resistencia.
- No aplicar en época de floración por ser tóxico para las abejas.

ADAMA Agriculture Perú S.A.

Av. El Derby N° 254 Of 306. Edificio "Lima central Tower". Urb. El Derby, Santiago de Surco, Lima - Perú
Teléfono + (511) 641-0000 | www.adama.com

Anexo 16. Ficha técnica de *Trichoderma harzianum*

	<i>FICHA TÉCNICA</i>	Revisión: 01 Aprobado: JID Fecha: 01-06-2020 Página: 1 de 3
		

Producto	:	T-22®
Ingrediente activo	:	<i>Trichoderma harzianum</i>
Concentración	:	1 x 10 ⁸ conidias/ml
Formulación	:	Suspensión Concentrada
Clase de uso	:	Fungicida Agrícola
Registro	:	N° 075 - SENASA-PBA-ACBM
Titular	:	SILVESTRE PERÚ S.A.C.
Distribuidor	:	SILVESTRE PERÚ S.A.C.

TOXICOLOGÍA DEL PRODUCTO

T-22® es un fungicida biológico clasificado como **LIGERAMENTE PELIGROSO**.

MECANISMO Y MODO DE ACCIÓN

T-22® es un fungicida biológico derivado de la fermentación de *Trichoderma harzianum*. Sus ingredientes incluyen, esporas, micelio, complejos enzimáticos y nutrientes, los cuales benefician el crecimiento vegetal.

La cepa T-22 fue creada por la Universidad de Cornell y registrada en la EPA, esta cepa es un híbrido por fusión de protoplastos.

Trichoderma harzianum presente en T-22® actúa por competencia y colonización, principalmente por nutrientes, espacio y oxígeno; micoparasitismo, detecta los oligómeros producidos por los hongos y crea endoquitinasa fungitoxicas y atacan al patógeno por detección quimiotrófico llegando a enrollar y perforar las hifas como en el caso de *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Lasiodiplodia* y *Botrytis*. También actúa por antibiosis, el cual puede secretar antibióticos antifungosos como glicotoxinas.

T-22® mediante la acción de *Trichoderma harzianum*, promueve y ayuda a la germinación, proporcionando mayor masa radicular y hojas. Además, genera ciertos metabolitos inductores de la resistencia sistémica adquirida (SAR) en las plantas, es decir, aumenta la resistencia de las plantas controlando a los patógenos foliares aplicados desde la raíz. La primera hormona que se activa es el ácido jasmonico, la cual induce a las plantas que produzcan endoquitinasas y endoglucanasas, las cuales se activan a las 60 horas dentro de la planta degradando la quitina de los patógenos.

De acuerdo con la clasificación del FRAC (Fungicide Resistance Action Committee), el producto T-22® forma parte del grupo BM2 (Multisitio).

CONSIDERACIONES PARA LA APLICACIÓN

- Evaluar la presencia de la enfermedad y las condiciones óptimas de su desarrollo, antes de proceder con la aplicación de T-22®.
- T-22® se emplea diluido en agua. Preparar una premezcla, diluyendo la cantidad necesaria del producto en un balde, luego vaciar al recipiente definitivo y completar la cantidad de agua. Puede ser aplicado con cualquier equipo de aplicación dirigida al follaje o sistema de riego por goteo.
- Si es posible, dejar la solución reposando entre 15 a 30 minutos antes de la aplicación. Esto ayudará a aumentar la activación del producto.

	FICHA TÉCNICA	Revisión: 01 Aprobado: JID Fecha: 01-06-2020 Página: 2 de 3
		

- Si es necesario agitar la solución durante la aplicación.
- Aplicar el producto T-22® en las últimas horas del día (a partir de las 4 de la tarde).
- Realizar la aplicación cuando las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, radiación, viento y precipitación) sean favorable.
- Realizar la aplicación cuando las condiciones agronómicas (capacidad de campo) sean favorables.
- Usar equipo de protección personal durante la manipulación, mezcla y aplicación del producto.
- Asegurar que la aplicación del producto sea uniforme, verificando que los equipos de aplicación se encuentren debidamente calibrados.
- El uso de productos biológicos no representa riesgo de resistencia de la plaga objetivo.

COMPATIBILIDAD

T-22® es compatible con la mayoría de plaguicidas de uso común, excepto con productos químicos que contengan los siguientes ingredientes activos: Benomil, Imazalil, Propiconazol, Tebuconazol y Triflumizol. No mezclar con aguas cloradas, cobres, ácidos inorgánicos, ni productos de fuerte reacción alcalina. Se recomienda realizar una prueba previa de compatibilidad.

El hongo *Trichoderma harzianum* tiene un amplio rango de tolerancia a pH del suelo (4-8); sin embargo, en soluciones excesivamente alcalinas o ácidas, pierde su efectividad; por lo que es conveniente utilizar una solución buffer manteniendo el pH en un rango de 6 a 7.

FITOTOXICIDAD

T-22® no es fitotóxico para los cultivos recomendados si se sigue las recomendaciones dadas en la etiqueta.

CUADRO DE USOS

CULTIVO	PLAGA		DOSIS (L/ha)	MOMENTO DE APLICACIÓN	PC (días)	LMR (ppm)
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO				
VID	Oidiosis	<i>Erysiphe necator</i>	2-3	Antes de presentarse los síntomas de la enfermedad, en cualquier etapa fenológica.	No aplica	No aplica

PC: Período de Carencia (días)

LMR: Límite Máximo Residuos (ppm: partes por millón)

REGISTROS Y TOLERANCIAS DE RESIDUOS

Trichoderma harzianum, ingrediente activo de T-22®, por ser un fungicida biológico, está exento de LÍMITES MÁXIMOS DE RESIDUOS o Tolerancias de Residuos.

TELÉFONOS DE EMERGENCIA
CICOTOX: 0800-1-3040
ESSALUD: 411 8000 (opción 4)
CISPROQUIM: 0800-50847

	<i>FICHA TÉCNICA</i>	Revisión: 01 Aprobado: JID Fecha: 01-06-2020 Página: 3 de 3
		

MANEJO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS Y ENVASES VACÍOS

- Realizar obligatoriamente el triple lavado del presente envase.
- Después de usar el contenido, enjuague tres veces el envase y vierta la solución en la mezcla de aplicación; luego inutilicelo, triturándolo o perforándolo y depositelo en el lugar destinado por las autoridades locales para este fin.
- Devuelva el envase triple lavado al centro de acopio autorizado.



Anexo 17. Ficha técnica de EM



Suelos sanos para una vida sana



Dr. Teruo Higa

El EM® (**Microorganismos Eficaces**®) es una mezcla de diferentes tipos de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos. La Tecnología EM® fue desarrollada en la década de los años ochenta por el Dr. Teruo Higa en Okinawa Japón.

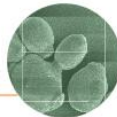
Actualmente la tecnología EM® (**Microorganismos Eficaces**®) es usado en mas de 143 países en todo el mundo; como una alternativa sostenible al uso de agroquímicos.

- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Optimiza el crecimiento de las plantas y previene la presencia de plagas y enfermedades.
- Acelera la descomposición natural de la materia orgánica.
- Reduce la presencia de malos olores y moscas en la crianza de animales.
- Es una solución auténtica, económica, fácil de usar y 100% orgánica certificada .



Bacterias Ácido Lácticas
(*Lactobacillus spp.*)

Levaduras
(*Saccharomyces spp.*)



Bacterias Fotosintéticas
(*Rhodospseudomonas spp.*)

"Deje que nuestros microorganismos trabajen para usted"



Síguenos:

EM-Microorganismos Eficaces Perú
 PROEM1 Probiótico



Jr. Nicolás Alcázar N°764,
Pueblo Libre, Lima
951446120 /943603740 /952086694
01-4630329
administracion@bioem.com.pe
www.bioem.com.pe | www.emrojapan.com

Dr. Higa's Original

EM•COMPOST®

Microorganismos Eficaces®

EM•COMPOST® es un inoculante biológico, elaborado a base de microorganismos con acción simbiótica. El contacto con este producto no afecta al ambiente ni a la salud de las personas o animales.

Producto aprobado para su uso en agricultura orgánica.



ACTIVACIÓN:

Los microorganismos en EM•COMPOST® se encuentran concentrados y en estado de latencia, actívelos antes de usarlo:



1 Mezclar 1 litro de melaza (5%) en 18 litros de agua (90%) y agregar 1 litro de EM•COMPOST® (5%).



Colocar la mezcla en un envase plástico, limpio y con tapa que permita su cierre hermético (sin aire).



Dejar fermentar la mezcla bajo sombra entre 5 a 7 días.

➔ 1 litro de EM•COMPOST® rinde 20 litros de EM•COMPOST® ACTIVADO (EMA). Debe usarse antes de los 30 días de activado.

DOSIS

- 1 litro de EM•COMPOST® Activada por bomba de fumigación de 20 litros.
- Usar 20 litros de EM•COMPOST® Activado por cada 10 toneladas de materia orgánica.
- En el suelo, usar 40 litros de EM•COMPOST® Activado por hectárea.
- Hacer 5 aplicaciones al suelo (una vez por semana) vía sistema de riego o bomba de fumigación.

MODO DE APLICACIÓN

- Aplicar con bomba de fumigación.
- Lavar bien los equipos previos al uso; para evitar residuos de agroquímicos.
- Se recomienda hacer las aplicaciones por la tarde cuando la radiación solar es menor.

BENEFICIOS

- Acelera la descomposición de la materia orgánica.
- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Reduce los problemas de salinidad en el suelo.
- Reduce las poblaciones de nemátodos y patógenos en el suelo.
- Incrementa la calidad nutricional y biológica del compost.
- Reduce los malos olores y la presencia de moscas en las granjas y previene enfermedades en los animales.

COMPATIBILIDAD

- Puede mezclarse con fertilizantes y adherentes.
- Para mezclas con herbicidas e insecticidas consultar con nuestro equipo técnico.
- No debe de mezclarse con fungicidas y bactericidas.

Síguenos:

f EM-Microorganismos Eficaces Perú
f PROEM1 Probiótico
www.bioem.com.pe | www.emrojan.com



Anexo 18. Estructura química de compuestos de carbamato

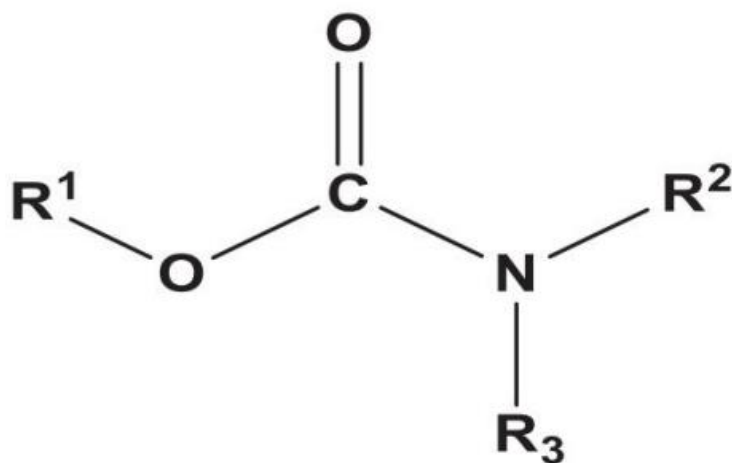


Fig. 1. La estructura química general de los compuestos de carbamato (donde R1 puede ser metilo, aromático o benzimidazol, R2 es hidrógeno y R3 es principalmente un radical orgánico o metal).