



POSGRADOS

MAESTRÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES CON MENCIÓN EN REMEDIACIÓN Y RESTAURACIÓN

RPC-SO-17-NO.363-2020

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACIÓN CON
COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN
APLICADA Y/O DE DESARROLLO

TEMA:

BIORREMEDIACIÓN DE HIDROCARBUROS
TOTALES DE PETRÓLEO (TPH) PRESENTES
EN ACEITE DIELECTRICO MEDIANTE
BIOAUGMENTACIÓN CON TRICHODERMA
SP. EN MESOCOSMOS DE SUELO.

AUTOR:

FABIÁN EDUARDO SAMANIEGO CALLE

DIRECTOR:

MANUEL ERNESTO DELGADO FERNÁNDEZ

CUENCA – ECUADOR

2024

Autor:**Fabián Eduardo Samaniego Calle**

Ingeniero Ambiental.

Candidato a Magíster en Recursos Naturales Renovables con Mención en Remediación y Restauración por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

fsamaniego@est.ups.edu.ec

Dirigido por:**Manuel Ernesto Delgado Fernández**

Licenciado en Ciencias de la Educación en la Especialidad de Química, Biología y Ciencias Naturales.

Magister en Tecnologías para el Aprovechamiento de Recursos Naturales.

Dottore di Ricerca in Ecologia Sperimentale e Geobotanica.

mdelgado@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2024 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

FABIÁN EDUARDO SAMANIEGO CALLE

Biorremediación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) presentes en aceite dieléctrico mediante Bioaugmentación con Trichoderma SP. en mesocosmos de suelo.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación dedico a mis padres, mis hermanos, mis sobrinos que siempre son un motor en mi vida para afrontar retos con valentía.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por ser un apoyo incondicional, a mi tutor de tesis por la paciencia y empeño puesto en mi formación académica.

Un agradecimiento especial a las personas que me acompañan día a día y de quienes aprendo más de lo que puedo enseñar y compartir.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	8
Abstract	9
1. Introducción	10
2. Determinación del Problema.....	11
3. Marco teórico referencial.....	11
3.1 La biorremediación ambiental.....	11
3.2 Capacidad biodegradadora de <i>Trichoderma sp</i>	12
3.2.1 Trichoderma usado para degradar hidrocarburos	13
3.2.2 Factores a considerar en un proceso de biorremediación.....	14
3.2.3 Bioaugmentación con <i>Trichoderma harzianum</i>	16
3.3 Los aceites dieléctricos	16
3.3.1 Usos del aceite dieléctrico.....	16
3.3.2 Características de los aceites dieléctricos	16
3.3.3 Composición química de los aceites dieléctricos.	17
3.3.4. Los hidrocarburos que forman parte de los aceites dieléctricos.	17
3.3.5 Degradación de aceites dieléctricos.....	18
3.3.6 Los bifenilos policlorados PCBs	18
3.3.7 Estructura química de los PCBs	18
3.3.8 Propiedades de los PCBs.....	19
3.3.9 Usos de los PCBs	19
3.3.10 El impacto ambiental de los PCBs	19
3.3.11 Normativa vigente a cerca de los PCBs (máx. de 50 ppm o mg/kg).....	20
3.3.12 Otros tratamientos de aceites contaminados con PCBs	22
4. Materiales y metodología.....	23
4.1 Procedimientos experimentales.....	23
4.1.1 Variables a considerar	23
4.2 I Estudio in vitro.....	23
4.2.1 Trasplante y formación de cultivos puros a inoculación del aislado fúngico	24
4.2.2 Formación de inóculos fúngicos	25
4.2.3 Conteo de esporas de <i>Trichoderma harzianum</i>	26
4.3 II Fase de laboratorio controlado – mesocosmos de suelo contaminado	26

4.3.1 Mezcla de aceite dieléctrico con mesocosmos de suelo.. ¡Error! Marcador no definido.	
4.3.2 Análisis Estadístico.....	29
5. Resultados y discusión.....	29
5.1 Análisis de control en laboratorio	29
5.2 Resultados de análisis de Hidrocarburos Totales de petróleo en el mesocosmos del suelo.....	31
5.3 Análisis estadístico.....	32
4. Conclusiones.....	35
Referencias	36
Anexos	45
Monitoreo de día 0.....	45
Testigo	45
Muestra T1.....	46
Muestra T2.....	47
Monitoreo de día 30.....	48
Testigo	48
Muestra T1.....	49
Muestra T2.....	50
Monitoreo de día 60.....	51
Testigo	51
Muestra T1.....	52
Muestra T2.....	53
Monitoreo de día 90.....	54
Testigo	54
Muestra T1.....	55
Muestra T2.....	56

BIORREMEDIACIÓN DE
HIDROCARBUROS
TOTALES DE PETRÓLEO
(TPH) PRESENTES EN
ACEITE DIELECTRICO
MEDIANTE
BIOAUGMENTACIÓN
CON TRICHODERMA
HARZIANUM EN
MESOCOSMOS DE
SUELO.

AUTOR(ES):

FABIÁN EDUARDO SAMANIEGO CALLE

RESUMEN

En la actualidad, la contaminación ambiental es un problema global grave, sobre todo en una modernidad donde el uso de los hidrocarburos derivados del petróleo fue la base de las actividades industriales. Es conocido que los hidrocarburos pueden llegar a ser un gran problema ambiental, especialmente en el manejo posterior a su uso. En este contexto, uno de los contaminantes más peligrosos son los aceites dieléctricos, que se utilizan como aislantes en diferentes tipos de transformadores eléctricos y que forman parte de pasivos ambientales después de su uso. En la composición química del aceite dieléctrico encontramos sustancias complejas, como los bifenilos policlorados que superan los 50 ppm de concentración y los TPH, entre otros. En base a lo expuesto, en este estudio se utilizó el aislado fúngico *Trichoderma harzianum*, que se ha venido utilizando en estudios dentro del ámbito biotecnológico ambiental con buenos resultados como inóculo en un proceso de bioaugmentación para la biodegradación de TPH presentes en el aceite dieléctrico en mesocosmos de suelo. El trabajo práctico inició con una prueba de tolerancia de la cepa frente a muestras de aceite dieléctrico en cajas Petri; posteriormente, se valoró la capacidad de biodegradación de la cepa en mesocosmos que se formaron con 200 ml de aceite dieléctrico y 2 kg de suelo, equivalente al 9% del peso total. Los mesocosmos se colocaron en bandejas, se hicieron 2 repeticiones y se consideró un testigo referencial que no recibió los inóculos de *T. harzianum* como bioaugmentación. El período de estudio fue de 90 días. Los resultados ponen de manifiesto que el aislado fúngico *T. harzianum* es altamente tolerante al aceite dieléctrico; sin embargo, estadísticamente, la diferencia no es significativa con respecto a los grupos de datos que se refieren a la concentración de TPH en los mesocosmos de suelo.

Palabras clave: Bioaugmentación, bifenilos Policlorados, aceites dieléctricos, mesocosmos.

ABSTRACT

Currently, environmental pollution is a serious global issue, especially in a modern era where the use of petroleum-derived hydrocarbons has been the foundation of industrial activities. It is well known that hydrocarbons can become a significant environmental problem, particularly in their post-use management. In this context, one of the most dangerous pollutants is dielectric oils, used as insulators in various types of electrical transformers and becoming environmental liabilities after use. In the chemical composition of dielectric oil, complex substances such as polychlorinated biphenyls exceeding 50 ppm concentration and total petroleum hydrocarbons (TPH), among others, are found. Based on the above, this study utilized the fungal isolate *Trichoderma harzianum*, which has been previously employed in studies within the environmental biotechnological realm with successful outcomes as an inoculum in a bioaugmentation process for the biodegradation of TPH present in dielectric oil in soil mesocosms. The practical work commenced with a tolerance test of the strain against dielectric oil samples in Petri dishes. Subsequently, the biodegradation capacity of the strain was evaluated in mesocosms formed with 200 ml of dielectric oil and 2 kg of soil, equivalent to 9% of the total weight. The mesocosms were placed in trays, with two repetitions conducted, and a reference control that did not receive *T. harzianum* inoculum for bioaugmentation. The study period extended over 90 days. The results highlight that the fungal isolate *T. harzianum* demonstrates high tolerance to dielectric oil; however, statistically, the difference is not significant concerning the data groups related to TPH concentration in soil mesocosms.

Keywords: *Trichoderma harzianum*, bioaugmentation, polychlorinated biphenyls, dielectric oils, mesocosms.

1. INTRODUCCIÓN

La biorremediación es una estrategia prometedora para tratar el impacto ambiental producido por hidrocarburos principalmente, ha experimentado niveles considerables de éxito en los últimos años, gracias a procedimientos como la bioestimulación con nutrientes y bioaugmentación a través de microorganismos tolerantes y especialistas, estos procedimientos tienen como propósito potenciar los procesos para acelerar la degradación (Ñustez et al, 2012; Cataño et al, 2018; Wu et al., 2021).

La eficacia de estos no solo se vincula con la aplicación precisa de bioestimulantes y agentes de bioaugmentación, sino también a la disponibilidad de nutrientes esenciales y la relación de estos con el carbono principalmente, por ejemplo, en suelos contaminados con hidrocarburos se observa un desequilibrio en la relación en C/N y C/P en donde el carbono se incrementa, mientras que el nitrógeno y fósforo disminuyen, lo que afecta negativamente el desarrollo microbiano. Por ende, y de acuerdo a la revisión bibliográfica, la adición estratégica de urea y fosforo resulta esencial para restablecer una relación adecuada de nutrientes (Pardo Castro et al., 2004; Morsi et al., 2022). Sin embargo, es importante mencionar que, el éxito de la biorremediación se fundamenta en la capacidad de los microorganismos para utilizar los elementos constitutivos de los contaminantes químicos tóxicos como fuente de nutrientes y energía. En este contexto, los hidrocarburos totales de petróleo TPH presentes en el aceite dieléctrico¹ serían una interesante fuente de energía para ciertos grupos de microorganismos (Gomes et al., 2014). En este contexto, investigaciones previas le dan particular atención a los hongos del género *Trichoderma* en la reducción de hidrocarburos totales de petróleo (MUÑOZ CUAICAL, 2016; Rashid et al., 2023)

Motivados por estas consideraciones, el objetivo principal de esta investigación es llevar a cabo una evaluación minuciosa de un proceso de biorremediación de

¹ El aceite dieléctrico es un **lubricante estable a elevadas temperaturas y con buenas propiedades refrigerantes** dada su baja viscosidad. Se elabora con lubricantes hidrogenados que ofrecen una elevada resistencia a la corriente eléctrica y a la oxidación. Es muy útil para determinados tipos de maquinaria con capacitadores de alto voltaje, así como interruptores de alto voltaje, interruptores automáticos, balastos y transformadores de alta potencia.

Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) presentes en el aceite dieléctrico en mesocosmos de suelo mediante bioaugmentación con *T. harzianum*.

2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

Como se mencionó anteriormente, debido a la problemática ambiental global que ha ocasionado la industria petrolera y sus derivados, se han implementado diferentes técnicas para la eliminación de ciertos hidrocarburos, lográndose reducir y en ciertos casos eliminar la toxicidad de los contaminantes (Contreras & Carreño, 2018). Entre los recursos biológicos que se han venido utilizando en los procesos de biorremediación están ciertos géneros y especies de hongos, algas, bacterias, etc. Para este caso de estudio se emplearon hongos del género *Trichoderma*, que de acuerdo a la revisión bibliográfica tienen la capacidad de competir por espacio y nutrientes, por lo que se les atribuye cierta actividad inhibitoria frente a microorganismos fitopatógenos por lo que se han venido utilizando de buena manera en el control biológico de enfermedades fitopatógenas. Para el caso de suelos contaminados con hidrocarburos se han venido utilizado principalmente *T. harzianum*, *T. viride* y *T. Psedokoningii* con buenos resultados (Pesántez et al., 2016).

3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 LA BIORREMEDIACIÓN AMBIENTAL

Es una técnica de tratamiento y recuperación de suelos contaminados que tiene como propósito el uso del potencial de organismos vivos (Ferreira Do Nascimento et al., 2012; Trujillo Toro & Ramírez Quirama, 2012). El potencial de degradación de estos organismos les permite convertir sustancias tóxicas para el ecosistema en menos tóxicos y sin la consecuente generación de compuestos nocivos para la salud humana y el ambiente (Rivera Ortiz et al., 2018; Rodríguez-Gonzales et al.,

2022). En cuanto a los procesos de biorremediación, estos pueden ser aerobios o anaerobios (Aparicio Jiménez, 2023).

En el caso de los PCBs, mediante biorremediación aerobia los metabolitos que poseen los microorganismos atacan oxidativamente el anillo bifenílico, destruyéndolo y formando otros compuestos (G. M. Ruiz-Aguilar, 2005). Mientras que, cuando el proceso es anaerobio los organismos atacan los átomos de cloro del anillo bifenílico sin afectar la estructura del mismo, lo que posibilita la posible reutilización del aceite libre de cloro, proceso conocido como de cloración (González & Bolaños-Guerrón, 2021; G. M. Ruiz-Aguilar, 2005). Las moléculas de bifenilos menos cloradas se degradan más rápidamente a través de consorcios microbianos, mientras que, los bifenilos altamente clorados, mayor a 5 átomos de cloro se degradan lentamente en condiciones aerobias. Los procesos biológicos involucran una diversidad de procesos de transformación química que han demostrado que solo se pueden transformar los enantiómeros quirales de unos 90 congéneres de PCBs. Los compuestos que contienen cloro en las posiciones “para” se degradan de mejor manera (G. M. Ruiz-Aguilar, 2005) (González & Bolaños-Guerrón, 2021). En este orden, los aislados fúngicos empleados en la degradación de PCBs son escasos, sin embargo, se reporta el uso de *Phanerochaete chrysosporium* en estos procesos (G. M. Ruiz-Aguilar, 2005). En un estudio de Fernández y Rodríguez (2001) se usó *P. chrysosporium* y se tuvo una eficiencia en la biodegradación de entre el 13 y 100% en un periodo de 45 días. Mientras que, (G. M. L. Ruiz-Aguilar et al., 2002), utilizó *Trametes versicolor* tolerante a los PCBs y mantuvo una capacidad de biodegradación de entre el 29 al 70 %, con *P. chrysosporium* se redujo entre el 34 y 73 % (Fernández-Sánchez et al., 2001) (G. M. L. Ruiz-Aguilar et al., 2002).

3.2 CAPACIDAD BIODEGRADADORA DE *TRICHODERMA SP*

Un estudio reciente de Smith y Johnson (2023) da a conocer la capacidad de algunas especies de *Trichoderma sp.* como agentes altamente eficientes en la

degradación de hidrocarburos en suelos contaminados, lo que nos proporciona una perspectiva actualizada y robusta académicamente, de igual forma existen reportes de investigaciones que corroboran lo expuesto (Pesántez & Castro, 2016). En este sentido, el análisis biomolecular de las cepas aporta a una mejor comprensión de los mecanismos de reacción y el papel de las enzimas para descomponer hidrocarburos recalcitrantes (Geng et al., 2022; Hidalgo-Lasso et al., 2023; Islam et al., 2016; Zhang et al. 2019, García et al. 2021), en este sentido, es importante una comprensión más profunda a través del análisis de la expresión génica de los hongos del género *Trichoderma* en presencia de hidrocarburos, lo que nos proporciona una visión detallada de los mecanismos moleculares involucrados (Pérez et al. 2022). Además, es importante mencionar la capacidad de adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales que tienen varios géneros de *Trichoderma*, lo que consolida su posición como un agente versátil en los procesos de biorremediación (Geng et al., 2022; Chen et al. 2020). En conclusión, el uso de *Trichoderma* en estrategias de biorremediación se sustenta en una base académica sólida, respaldada por diversas investigaciones que abordan tanto los mecanismos moleculares como la aplicación práctica de *Trichoderma* en diferentes contextos de contaminación por hidrocarburos.

3.2.1 *Trichoderma* y la biodegradación de hidrocarburos

A ciertas especies de *Trichoderma* se les atribuye la capacidad para degradar residuos celulósicos y lignocelulósicos, esta capacidad de transformación enzimática le convierte a este género en una especie potencialmente capaz de contribuir a la degradación de compuestos orgánicos contaminantes (Argumedo-Delira et al., 2009). En otro estudio se demostró que varias especies de *Trichoderma* se asocian con la capacidad de metabolizar diversos hidrocarburos tanto de alto como de bajo peso molecular, debido principalmente a la alta tolerancia que muestran frente a estos (Zafra & Cortés-Espinosa, 2015). Los factores a considerar en un proceso de biorremediación son medio ambientales, físicos, químicos y microbiológicos (Beltran Suarez et al., 2013).

3.2.2 Factores a considerar en un proceso de biorremediación

Los factores que influyen en una biorremediación adecuada son; medio ambientales, físicos, químicos y microbiológicos (Beltran Suarez et al., 2013).

3.2.2.1 Factores medioambientales

Para el caso del pH no existen condiciones preestablecidas, sin embargo, el rango óptimo en el proceso es de 6 a 8, sin embargo, para los hongos es un pH más ácido que oscila entre 4 y 5 (Esmeralda et al., 2021)(Ñustez Cuartas, 2012).

La temperatura está directamente relacionada con la velocidad de la biodegradación y el promedio en la cual se desarrollan de manera óptima los microorganismos varía entre 20 y 40°C (Esmeralda et al., 2021)(Bermeo Rojas, 2018)(Augusto, 2020).

En cuanto a la humedad, es un factor importante a controlar, dado que si existe exceso o déficit se puede inhibir el desarrollo microbiano y por ende la degradación. (Augusto, 2020; Viñas Canals, 2005)(Kadri & Rouissi, 2017).

El oxígeno como aceptor de electrones participa en reacciones de óxido reducción catalizadas por enzimas, así como en diferentes procesos biológicos. En el caso de los microorganismos, estos oxidan compuestos tanto orgánicos como inorgánicos, obteniendo de esa manera la energía necesaria para su desarrollo o crecimiento (Beltran Suarez et al., 2013); (Bermeo Rojas, 2018).

La disponibilidad de nutrientes esenciales suele ser un limitante para el desarrollo y la activación microbiana, como ya mencionamos principalmente fósforo (P) y nitrógeno (N) (Beltran Suarez et al., 2013; Mendo Pascual, 2014; Pedrinaci et al., 2013; Yaima Barrios, 2011)

3.2.2.2 Factores físicos

La biodisponibilidad hace referencia al grado en que los compuestos presentes en el suelo pueden ser usados, biotransformados o degradados por los organismos,

entendiéndose, así como el efecto entre la desorción y biodegradación (Hidalgo-Lasso et al., 2023; Jiménez Hernández & Guerra Sánchez, 2016). *La tasa de biodegradación depende de la capacidad de transporte, del metabolismo microbiano y de la transferencia de masas del compuesto* (Beltran Suarez et al., 2013).

3.2.2.3 Factores químicos

La estructura química de agentes contaminantes es un factor muy importante a considerar, pues determina la solubilidad, polaridad, volatilidad y por ende la posibilidad de degradación o transformación (Esmeralda et al., 2021; Volke Sepúlveda, 2002). La cantidad y tipo de enlaces y grupos funcionales son los parámetros que más van a influir en la posibilidad de degradación, sustancias que presentan grupos halogenados, ramificaciones y diferente carga atómica serán más difíciles de degradar (Maroto & Rogel, 2004)(Kadri & Rouissi, 2017)

3.2.2.4 Factores microbiológicos

Ciertos microorganismos son capaces de metabolizar matrices contaminadas de diferente tipo, pues contienen enzimas capaces de provocar cierto tipo de reacciones químicas específicas que conllevan a la transformación de las sustancias. Es por ello que, para la degradación de mezclas complejas de hidrocarburos se requiere la presencia de poblaciones mixtas de microorganismos con diferentes capacidades metabólicas (Ñustez Cuartas, 2012)(Beltran Suarez et al., 2013) .

3.2.2.5 Relación carbono-nitrógeno

Como se mencionó anteriormente, los microorganismos se desarrollan y actúan de manera óptima cuando hay una buena cantidad y relación de nutrientes, la relación más importante es la del carbono-nitrógeno, debido a que son macronutrientes. En procesos de biorremediación su relación va de 10:1 a 30:1 (Martínez-Prado et al., 2011). Sin embargo, en relaciones mayores la atenuación natural ocurre a velocidades menores debido a las bacterias fijadoras de nitrógeno (Acuña et al., 2008).

3.2.3 Bioaugmentación con *Trichoderma harzianum*

Las cepas de *Trichoderma harzianum* se hallan generalmente en el suelo, en gramíneas, papel y textiles, se adaptan a diferentes condiciones ambientales lo cual facilita su distribución (Romero-Arenas et al., 2009); son promotoras del crecimiento e inducen la defensa de vegetales entre otras particularidades (Romero-Arenas et al., 2009) (Vásquez Cárdenas, 2010); se consideran oportunistas y se reproducen rápidamente por esporulación, crecen sobre materia orgánica lo cual es positivo puesto que colonizan y se adaptan a diferentes tipos de ambientes, la temperatura adecuada para su crecimiento es de 15 a 30 °C considerándose la temperatura óptima 25°C; la humedad está entre 20 % y 80 %, y su pH entre 5.5 y 7.5 siendo óptimo a 6.6 (Muñoz Cuaical, 2016).

3.3 LOS ACEITES DIELECTRICOS

Los aceites dieléctricos son líquidos viscosos de naturaleza apolar, usados comúnmente los de origen mineral en la industria eléctrica, debido a sus propiedades refrigerantes, aislantes y antioxidantes (Duran Rincon et al., 2006).

3.3.1 Usos del aceite dieléctrico

El uso que se da a los aceites dieléctricos es la de aislar los componentes del transformador eléctrico, refrigerar tanto el núcleo como las bobinas a través de la transferencia de calor con el medio y de esta manera evitar el sobrecalentamiento del equipo (Ruiz Vallejo, 2016).

3.3.2 Características de los aceites dieléctricos

De acuerdo a (Ruiz Vallejo, 2016) y (Campian Avellaneda, 2018) para que el aceite dieléctrico pueda ser aplicado debe tener las siguientes características:

- Baja viscosidad: De manera que pueda tener fluidez y a su vez pueda circular dentro del equipo a manera de refrigerante.

- Gran rigidez dieléctrica: Para evitar que la corriente eléctrica pase a través del material, pues es el voltaje mínimo que se requiere para que atraviese sobre el cuerpo dieléctrico.
- Inhibidor sintético o natural: Para que se desacelere la formación de poliésteres pesados o lodos.
- Punto de inflamación: El punto de inflamación mínima es a 145 °C, siendo estable su estructura química y a temperatura inferior al mínimo no emite ningún vapor.
- No estar en contacto con la humedad, con materiales corrosivos o con cualquier componente que pueda polarizarse.

3.3.3 Composición química de los aceites dieléctricos.

Los aceites dieléctricos mayoritariamente son de origen mineral y están formados por varios hidrocarburos como los isoparafínicos y nafténicos, las moléculas pueden tener entre 16 a 22 átomos de carbono (Duran Rincon et al., 2006)(Ruiz Vallejo, 2016). Generalmente se obtienen a través de destilación y la refinación de crudos de petróleo. (Wachong-Solano, 2015).

3.3.4. Los hidrocarburos que forman parte de los aceites dieléctricos.

Los aceites dieléctricos por lo general están compuestos por tres tipos de hidrocarburos:

Aromáticos: Hidrocarburos cíclicos insaturados que presentan en sus moléculas uno o varios anillos bencénicos. La fórmula general es: C_nH_{2n-6} , en donde n indica el número de átomos de carbono.

Parafínicos: Hidrocarburos saturados (presentan sólo enlaces sencillos entre dos átomos de carbono), se componen de alcanos e isómeros conocidos como parafinas. Su fórmula general es: C_nH_{2n+2} , donde n indica el número de átomos de carbono.

Naftenos: Hidrocarburos saturados conocidos como nafténicos, constituidos por cicloalcanos cuyo esqueleto está formado por átomos de carbono con enlaces simples. Su fórmula genérica es: C_nH_{2n} , donde n es el número de átomos de carbono (COMIECO-XCI, 2020) (Educación en ingeniería química, 2023).

3.3.5 Degradación de aceites dieléctricos

Los aceites dieléctricos sufren degradación debido a agentes oxidantes como el calor y el agua (Ruiz Vallejo, 2016). El aceite en presencia de oxígeno se oxida y el calor acelera el proceso de oxidación, teniendo como resultado la formación de lodos y ácidos, los mismos que perjudican el sistema de aislamiento (Agudelo et al., 2010; J. R. Artero, 2009). El agua provoca la disminución de la rigidez dieléctrica aumentando el riesgo de formación de emulsiones (J. R. Artero, 2009; R. E. Alvarez & M. del Pozo, 2005). Todos estos agentes reducen el buen funcionamiento del equipo, provocando la pérdida de potencia, sobrecalentamiento y a su vez reduciendo la vida útil del mismo. (Agudelo et al., 2010; Campian Avellaneda, 2018).

3.3.6 Los bifenilos policlorados PCBs

Son compuestos orgánicos halogenados catalogados como contaminantes orgánicos persistentes (COP's) se encuentran dentro de los 12 contaminantes más peligrosos del mundo (Villagomez Benavides, 2021). Generalmente se adicionan al aceite dieléctrico con el fin de mejorar sus características de no inflamabilidad, térmicas y de aislante (González & Bolaños-Guerrón, 2021; Izquierdo Condoy & Peña Pontón, 2016)

3.3.7 Estructura química de los PCBs

Su fórmula general es $C_{12}H_{10-n}Cl_n$, siendo "n" el número de átomos de cloro, mismo que puede variar entre 1 a 10 átomos (Cuan et al., 2017; Posada & Cardona, 2006). Se encuentran constituidos por anillos bencénicos, los mismos que se unen entre si a través de cadenas carbonadas, dando lugar al bifenilo. Teóricamente en las familias de los PCBs existe un total de 209 congéneres,

mismos que cambian en base al grado de cloración y a la posición de los anillos aromáticos (Muñoz-Hermitaño, 2019; Posada & Cardona, 2006).

3.3.8 Propiedades de los PCBs

Químicamente son inertes, no polares y relativamente estables, presentan alta estabilidad química, resistencia a la oxidación, buena capacidad de refrigeración, buen aislamiento térmico, baja viscosidad, poca solubilidad en agua y soluble en solventes orgánicos (Campian Avellaneda, 2018; Izquierdo Condoy & Peña Pontón, 2016). La presencia del cloro entre sus componentes hace que los PCBs sean resistentes a la degradación natural y persistan mucho tiempo después de ser liberados (Wachong-Solano, 2015)

3.3.9 Usos de los PCBs

Debido a su resistencia a altas temperaturas se ha venido usando comúnmente como fluidos dentro de los transformadores eléctricos y sistemas hidráulicos (Izquierdo Condoy & Peña Pontón, 2016; Posada & Cardona, 2006). También en la formulación de lubricantes, aceites de corte, agentes desempolvantes, aditivos de pinturas, resinas sintéticas, adhesivos y sellantes (Izquierdo Condoy & Peña Pontón, 2016; Posada & Cardona, 2006) (Marzocchi & Beldoménico, 2011; MUÑOZ HERMITAÑO, 2019)

3.3.10 El impacto ambiental de los PCBs

Debido a su estructura química son persistentes, por lo que se acumulan en la cadena alimenticia. Entre las fuentes de liberación de los PCBs se encuentra la explosión y sobrecalentamiento de transformadores eléctricos y condensadores, así como la volatilización en los vertederos de estos y otros residuos, fangos cloacales, aguas residuales, derrames y la eliminación ilegal en zonas abiertas (Elegido et al., 2020) (G. M. Ruiz-Aguilar, 2005). Es importante mencionar que, debido a su baja solubilidad y su alta adsorción en el suelo su lixiviación se ve limitada. En el caso de los compuestos que tienen un grado de cloración menor la lixiviación es mayor en comparación de aquellos con mayor grado de cloración,

generalmente los PCBs se transfieren del suelo a la vegetación a través de la adsorción en la superficie de las plantas terrestres (G. M. Ruiz-Aguilar, 2005).

En los seres humanos y animales los PCBs se acumulan en el tejido adiposo, causando efectos tóxicos, la afección suele darse principalmente en la piel y el hígado, sin embargo, también puede verse afectado el tracto gastrointestinal, el sistema nervioso e inmune, en definitiva provocan alteraciones en el sistema endocrino y en animales afectan directamente a la reproducción (Marulanda & Bolaños, 2009; Muñoz-Hermitaño, 2019). En este orden, los efectos de los PCBs en los microorganismos son variables, algunas especies pueden presentar efectos adversos en concentraciones de 0.1 mg/l, y otras no pueden verse afectadas en concentraciones de 100 mg/l. Sin embargo, hasta el momento no se establece una relación precisa entre el grado de cloración, condiciones ambientales y toxicidad, inclusive en aquellos organismos que están estrechamente relacionados (G. M. Ruiz-Aguilar, 2005).

3.3.11 Normativa vigente a cerca de los PCBs (máx. de 50 ppm o mg/kg)

Según lo establecido en el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes se debe considerar:

- Realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga más del 10% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a 5 litros.
- Realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga de más del 0,05% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a 5 litros.
- Esforzarse por identificar y retirar de uso todo equipo que contenga más del 0,005% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a 0,05 litros. (Secretaría del Convenio de Estocolmo, 2010).

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) establece que el límite de PCBs en el agua potable es de 0.5 partes de PCBs por billón de partes (ppb) de agua. (A. for T. S. and D. R. (ATSDR), 2016).

La Administración de Alimentos y Drogas (FDA) ha establecido límites para los residuos de PCBs en varios alimentos. Los límites incluyen 0.2 partes de PCBs por millón de partes (ppm) de alimentos para niños, 0.3 ppm en huevos, 1.5 ppm en leche y en otros productos lácteos, 2 ppm en pescados y mariscos (porciones comestibles) y 3 ppm en aves y en carne (Safety & Chemists, 1995). La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) ha establecido límites de exposición para el aire en el trabajo. De 1 mg/m³ para PCBs con 42% de cloro y de 0.5 mg/m³ para PCBs con 54% de cloro, durante una jornada de 8 horas diarias y 40 horas a la semana. (A. para S. T. y el R. de E. (ATSDR), 2000).

El Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud (NIOSH) recomienda que los trabajadores no respiren aire que contiene más de 1 microgramo por metro cúbico de aire (µg/m³) de BPCs con 42% o 54% de cloro durante una jornada de 10 horas diarias, 40 horas semanales. (A. para S. T. y el R. de E. (ATSDR), 2000).

Según lo establecido en el Acuerdo Ministerial N^o. 097-A. Anexos de Normativa, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Registro Oficial N^o 387 del 04-nov-2015. El valor permisible dentro de los criterios de calidad de para la preservación de la vida silvestre y acuática en aguas dulces, marinas y estuarios es de 1,0 ug/l (Acuerdo Ministerial 97A, 2015).

Según lo establecido en el Acuerdo Ministerial N^o 146 para los procedimientos de la gestión integral y ambientalmente racional de los bifenilos policlorados (PCBs) en el Ecuador. Registro Oficial N^o 456 del 05-ene-2016. Menciona que se prohíbe la importación nacional de equipos que contengan aceite dieléctrico contaminado con PCBs en cualquier concentración y que está terminantemente prohibidos la fabricación, instalación, compra, venta o transferencia, de equipos o materiales que contengan PCB. (Acuerdo Ministerial 146. PROCEDIMIENTOS PARA LA

GESTIÓN INTEGRADA Y AMBIENTALMENTE RACIONAL DE LOS BIFENILOS
POLICLORADOS (PCB) EN EL ECUADOR, 2016).

3.3.12 Otros tratamientos de aceites contaminados con PCBs

La eliminación de los PCBs del ambiente depende del grado de cloración del bifenilo, pues su persistencia aumenta con el grado de cloración (G. M. Ruiz-Aguilar, 2005). Entre las tecnologías para el tratamiento de los aceites contaminados con PCBs está principalmente la biorremediación. Sin embargo, se podría considerar la incineración y decloración.

4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1 PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES

El estudio inició con pruebas de tolerancia del aislado fúngico *T. harzianum* frente a muestras de aceite dieléctrico que contienen concentraciones de bifenilos policlorados superior a 50 ppm.

El proceso consistió en sembrar en cajas Petri con medio PDA *T. harzianum* 2.5 CM desde el borde de la caja (testigo). En otra caja se repitió el procedimiento, pero se confrontó a una muestra de aceite dieléctrico con el fin de valorar la tolerancia del hongo frente al agente contaminante (Stamatiu-sánchez et al., 2015) (Andrade Hoyos et al., 2019).

Además, se cuantificó los TPH presentes en el aceite dieléctrico en el proceso de biorremediación en mesocosmos de suelo contaminado.

4.1.1 Variables a considerar

Variable dependiente: Concentración de Hidrocarburos Totales de Petróleo TPH presentes en el aceite dieléctrico en los mesocosmos de suelo

Variable Independiente: Inóculos de *T. harzianum*

4.2 I ESTUDIO *IN VITRO*

La cepa del aislado fúngico *T. harzianum* que se utilizó pertenece al fungario institucional, se hizo la reproducción correspondiente y se incubó a 25°C en cajas Petri y tubos de ensayo a pico de clarín.

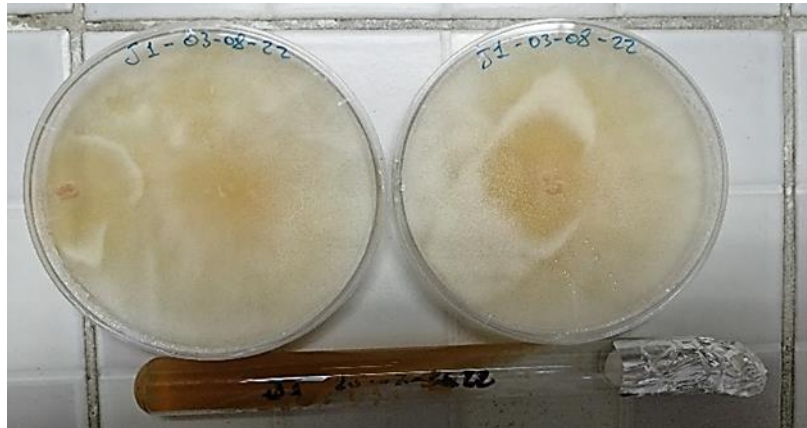


Ilustración 1. Cajas Petri con medio PDA y el aislado fúngico de *T. harzianum*

4.2.1 *Trasplante y formación de cultivos puros en matraces*

Mediante un asa de platino se tomó muestras de la colonia y se trasplantó a matraces de 1000ml con 50ml de PDA, posteriormente se incubaron a 25 °C por un período de 15 días.



Ilustración 2. Matraces con medio PDA para el aislamiento fúngico

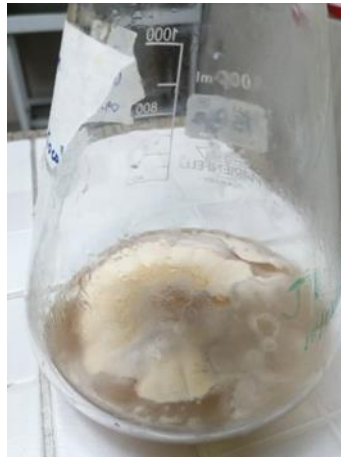


Ilustración 3. Matraz con el aislado fúngico *T. harzianum*

4.2.2 Formación de inóculos fúngicos

Para cumplir con el propósito, se hizo un lavado de la colonia de *T. harzianum* contenida en los matraces mediante una solución de dextrosa. Se hicieron 2 dos lavados consecutivos con 50 ml cada lavado, posteriormente la solución se filtró mediante una gasa estéril.



Ilustración 4. Lavado de esporas

Luego del lavado y filtrado de las esporas, se procedió a realizar una dilución de 100ml de dextrosa con las esporas de *Trichoderma harzianum* en cada vaso, para

posteriormente ser colocados en el mesocosmos de suelo contaminado con aceites dieléctrico (Bermeo Rojas, 2018).

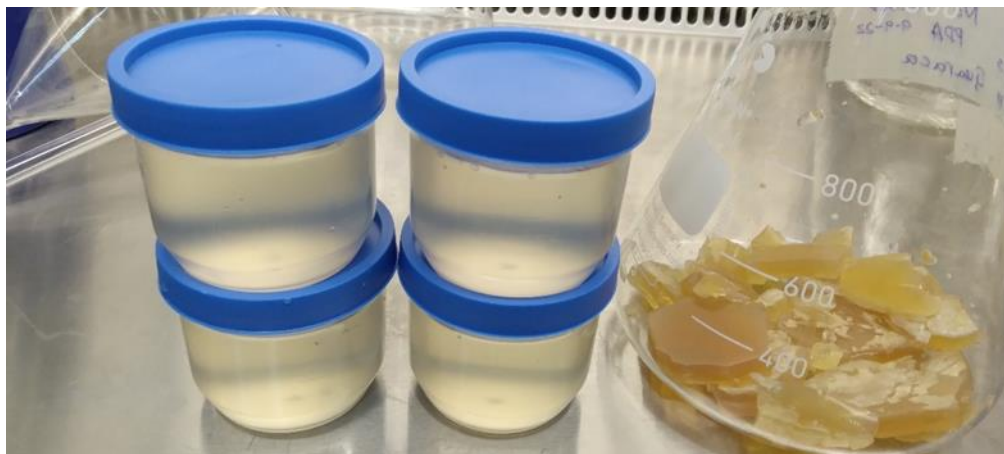


Ilustración 5. Solución de dextrosa con esporas de *Trichoderma harzianum*

4.2.3 Determinación de la concentración de *T. harzianum*

Se hizo un conteo de esporas de la solución en una cámara de Neubauer en 8 cuadrantes, 4 superiores y 4 inferiores (Nugra Sánchez, 2018).

4.3 II FASE - MESOCOSMOS DE SUELO

El mesocosmos se formó con suelo de jardín, rico en materia orgánica, se hizo una mezcla uniforme en un recipiente, posteriormente se colocó estas muestras de suelo en 7 contenedores plásticos 20 cm de largo, 15 cm de ancho y 15 cm de profundidad, en cada contenedor se colocó 2 Kg de suelo (Ilustración 8-9)

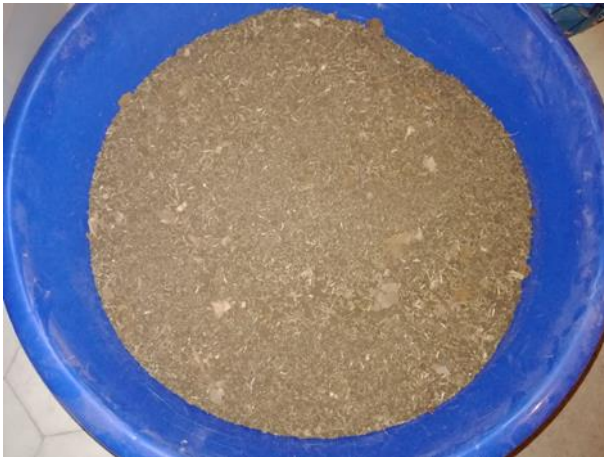


Ilustración 6. Suelo mezclado para colocar el aceite dieléctrico



Ilustración 7. Recipiente de plástico donde se colocó el mesocosmos de suelo

En los contenedores con suelo se colocó 200 ml de aceite dieléctrico que representa el 9% del peso total.

Densidad del aceite = 0,92 gr/cm³

Masa = Densidad * volumen

Masa = 0,92 gr/cm³ * 200 cm³ * 1 cm³ = 1 ml

Masa= 184 gramos; que equivale al 9% de la masa del suelo que se usa para el experimento.



Ilustración 8. Aceite dieléctrico con PCB



Ilustración 9. Se midió 200 ml de aceite dieléctrico con PCB.

Los mesocosmos de suelo se formaron con 2Kg de suelo y 200 ml de aceite dieléctrico. La bioaugmentación se hizo con inóculos de *T. harzianum*.

El testigo fue el mesocosmos que no recibió el tratamiento (*T. harzianum*); el estudio se hizo con 2 repeticiones en un período de 30, 60 y 90 días. Los inóculos se colocaron en períodos de 15 días (100ml). La humedad se mantuvo en un 70% y con volteos frecuentes de los mesocosmos. (Ilustración 10, 11 12 y 13)



Ilustración 10. Recipiente con la muestra testigo



Ilustración 11. Recipiente con muestra T1 para el día 30.



Ilustración 12. Recipiente con muestra T1 para el día 60.



Ilustración 13. Recipientes con T1 y T2, para los días 30, 60 y 90. Se incluye el recipiente de la muestra testigo.

El método analítico para determinar la concentración de TPH es AAA-PE-S008/ EPA 3550 B aplicado por un laboratorio acreditado con Servicio de Acreditación Ecuatoriana (SAE), Laboratorio ANAVANLAB CIA. LTDA., con acreditación N° SAE LEN 13-006.

4.3.2 Análisis Estadístico

En análisis de los grupos de datos se hizo mediante un ANOVA de un factor (Fernández et al., 2006) (Ortega, s/f)(Pedrinaci et al., 2013).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ANÁLISIS DE CONTROL EN LABORATORIO

Se pudo evidenciar de manera visual la tolerancia del aislado fúngico *T. harzianum* frente a las muestras de aceite dieléctrico. (Ilustración 14)

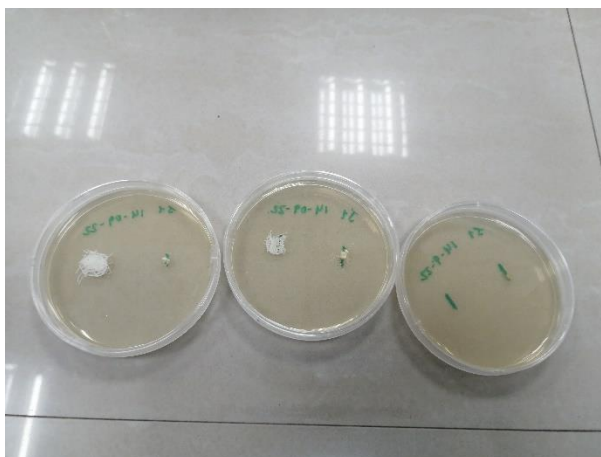


Ilustración 14. Día cero o fecha inicial. Caja izq. T1, Caja centro T2, Caja der. Testigo

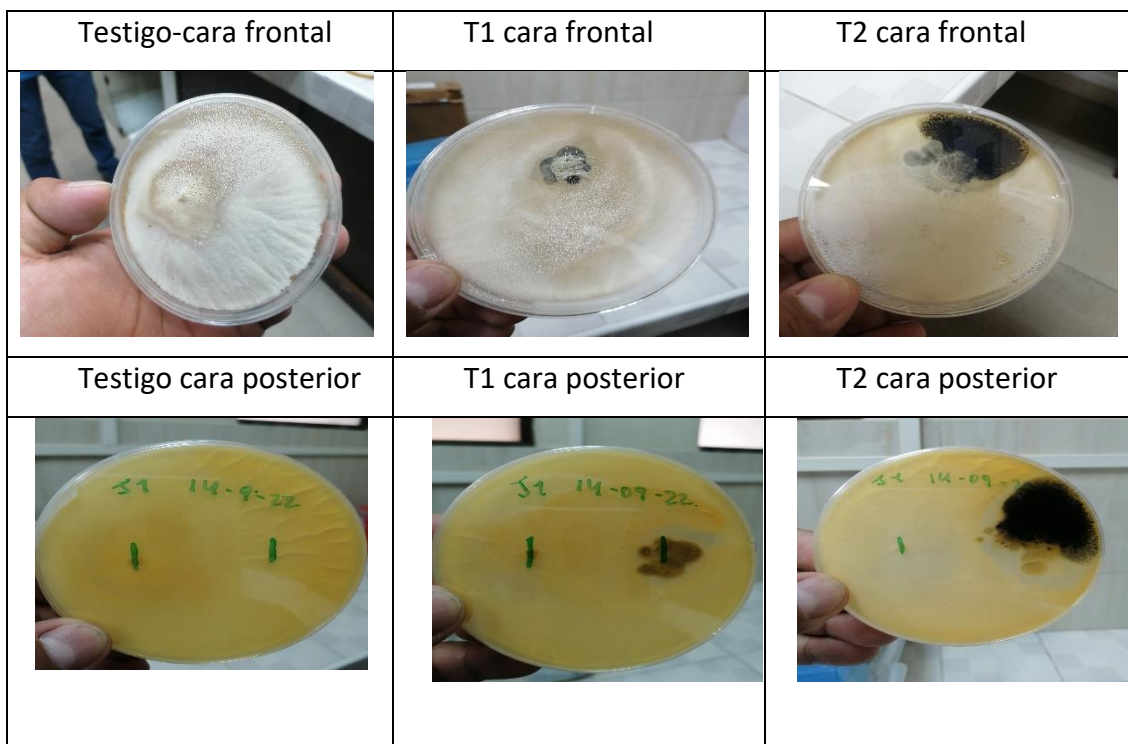


Ilustración 15. Día 15 de hongo *Trichoderma harzianum*

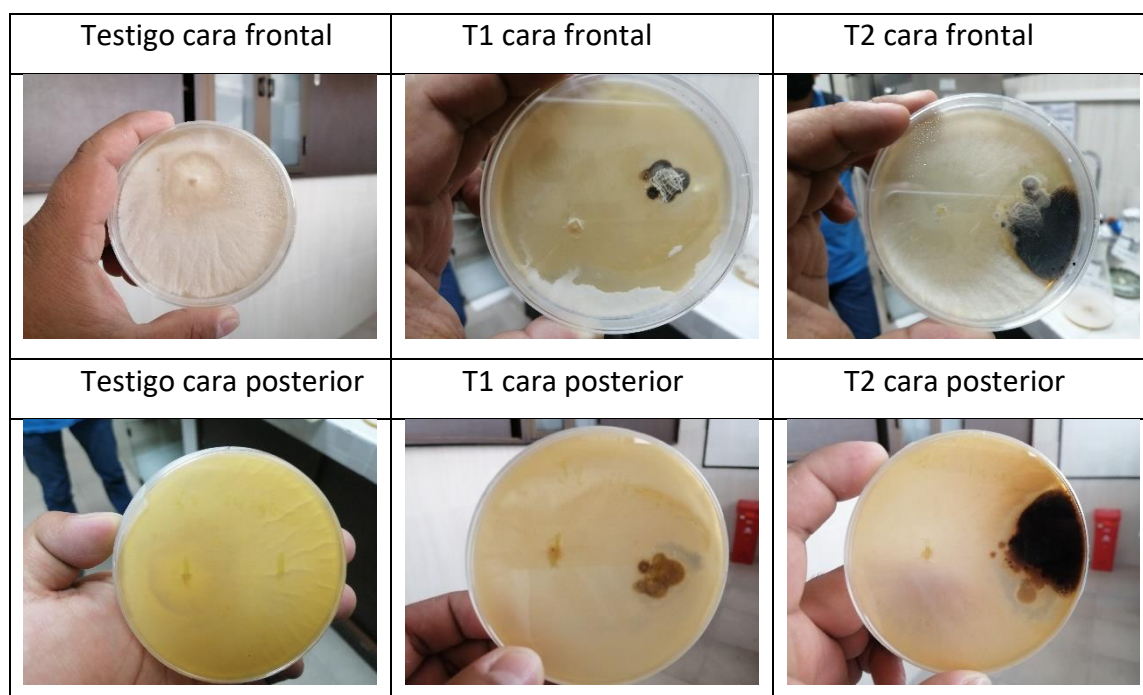


Ilustración 16. Día 30 de acción del hongo *Trichoderma harzianum*

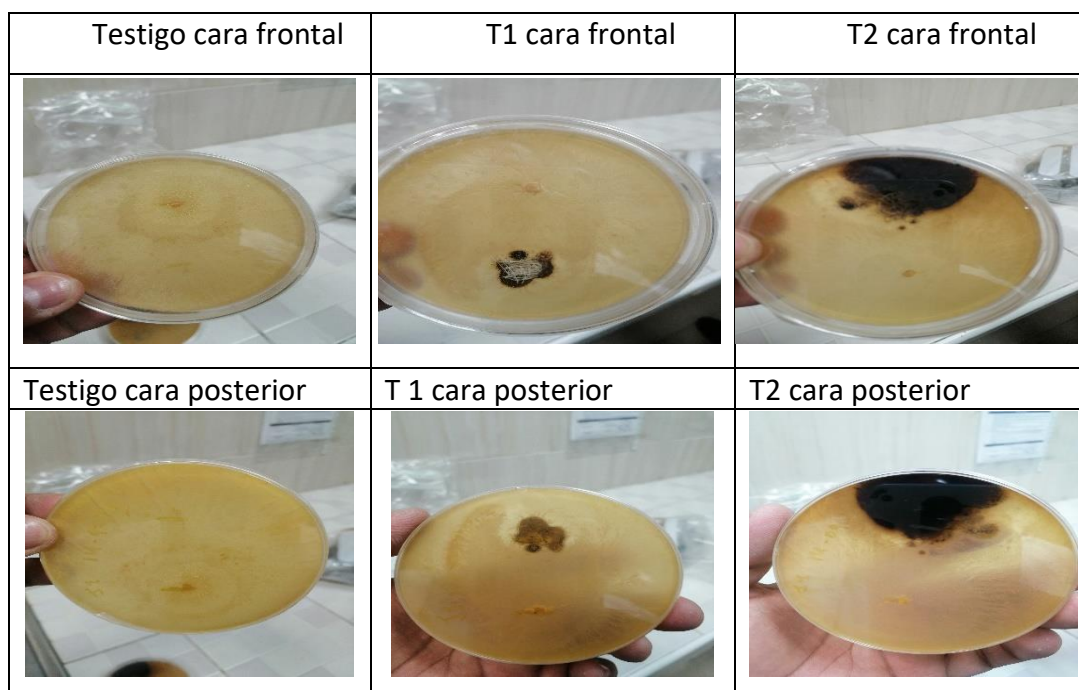


Ilustración 17. Día 60 de acción del hongo *Trichoderma harzianum*

Este es el resultado de la concentración de la solución en unidades formadoras de colonia sobre mililitro, dando como resultado un valor de 2002 UFC por cada ml.

5.2 CONCENTRACIÓN DE TPH EN MESOCOSMOS DEL SUELO.

Los resultados se muestran en la tabla 1. En la cual se muestra la concentración de hidrocarburos totales de petróleo en el mesocosmos de suelo.

Hidrocarburos Totales de Petróleo (mg/kg)	0 días	30 días	60 días	90 días
TESTIGO	111504.70	96979.50	104595.30	104460.30
T1	138217.50	91936.10	102920.30	102347.60
T2	123410.10	96772.20	107507.30	109630.60

Tabla 1. Resultados de monitoreo de Hidrocarburos Totales de Petróleo (mg/kg)

A continuación en el gráfico 18, se puede evidenciar la disminución en la concentración de TPH a los 30, 60 y 90 días.

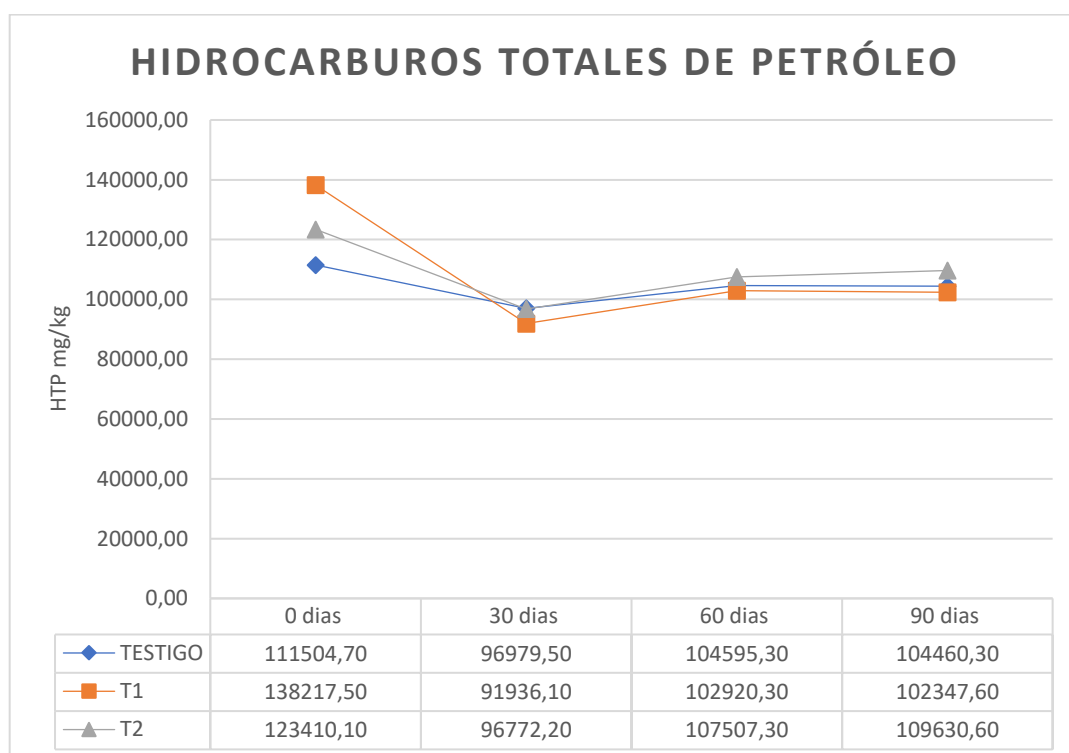


Ilustración 18. Gráfico concentración de TPH en diferentes tiempos

Aunque la diferencia del testigo con el tratamiento no es altamente significativa, se puede evidenciar diferencia dentro del punto de vista estadístico.

5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza ANOVA de un solo factor, en este caso la degradación de TPH.

Para la gráfica de medias se indica la concentración de TPH (C2) vs las repeticiones y testigo (C1).

A continuación, se expone la gráfica obtenida:

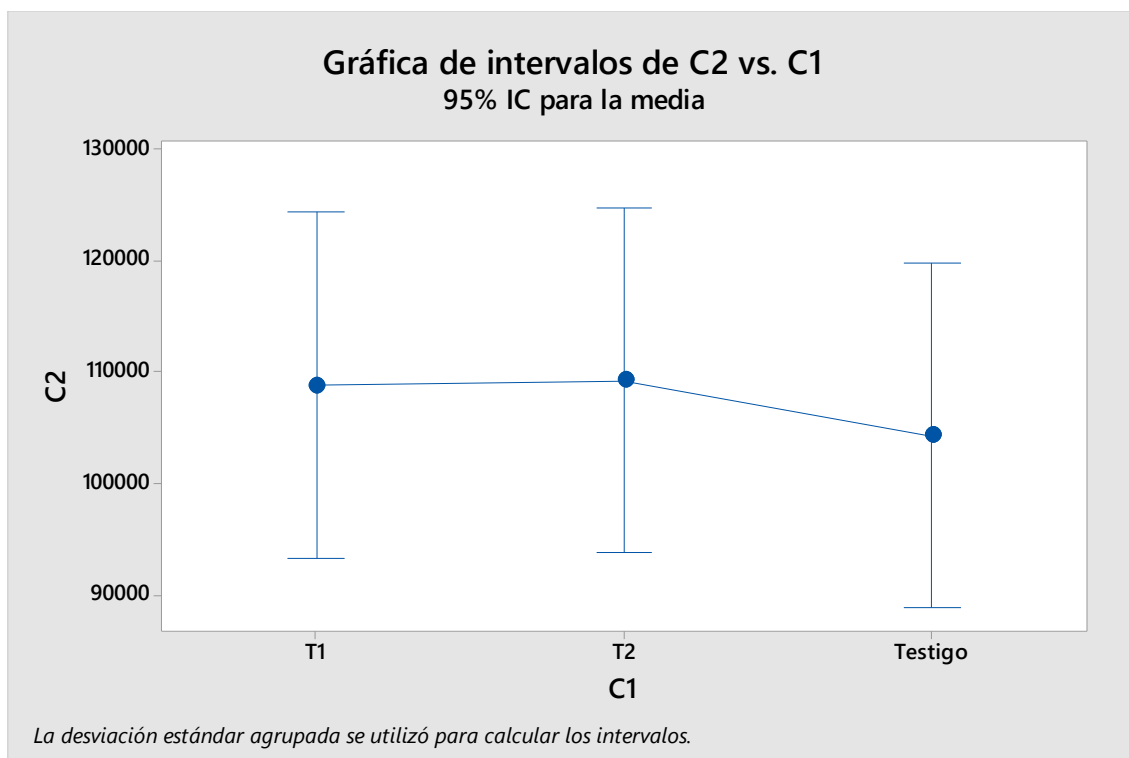


Ilustración 19. Grafica de medias

Para graficar lo expuesto en la Ilustración 19, se usó la desviación estándar para determinar si los datos obtenidos de la investigación tienen una distribución normal o una distribución asimétrica. Con este gráfico se puede evidenciar que existe poca diferencia entre las medias de cada grupo analizado con el testigo de referencia. Se utiliza un nivel de confianza del 95%.

El análisis estadístico se hizo con un nivel de significancia del 0.05 con valores $p=0.856$; por lo que podemos inferir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	2	59553923	29776962	0,16	0,856
Error	9	1690914064	187879340		
Total	11	1750467987			

ANOVA

Como resultado de la estadística se obtiene un valor p de 0.856, que es mucho mayor al nivel de significancia 0.05 = se acepta (no rechazar) la hipótesis nula H_0 .

Finalmente, el análisis de varianza. Las hipótesis planteadas son:

H_0 : Las medias entre los grupos analizados son estadísticamente iguales

H_1 : Las medias entre los grupos analizados son estadísticamente distintas

Con un valor p de 0.856, es decir, mayor a nuestro nivel de significancia, rechazamos la hipótesis alternativa. Las medias tanto de los tratamientos como del testigo son estadísticamente similares.

4. CONCLUSIONES

Se pudo evidenciar la capacidad de tolerancia del aislado fúngico *T. harzianum* frente a muestras de aceite dieléctrico.

La bioaugmentación con *T. harzianum* resulta ser eficiente, sin embargo, la diferencia no es significativa estadísticamente.

En conclusión, a pesar de que los componentes químicos del aceite dieléctrico químicamente son complejos, la versatilidad y tolerancia de *T. harzianum* es particularmente meritoria, por lo que se recomienda su uso en proyectos de biorremediación.

REFERENCIAS

- (ATSDR), A. for T. S. and D. R. (2016). Bifenilos policlorados (BPCs) [Polychlorinated Biphenyls (PCBs)]. En *Agency for Toxic Substances and Disease Registry, (ATSDR)*.
- (ATSDR), A. para S. T. y el R. de E. (2000). *Resúmenes de Salud Pública - Bifenilos policlorados (BPCs) [Polychlorinated Biphenyls (PCBs)]*.
[https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs17.html#:~:text=Los límites que ha establecido,\(en base a grasa\).](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs17.html#:~:text=Los límites que ha establecido,(en base a grasa).)
- Acuerdo Ministerial 97A, Registro Oficial (2015).
- Acuerdo Ministerial 146. PROCEDIMIENTOS PARA LA GESTIÓN INTEGRADA Y AMBIENTALMENTE RACIONAL DE LOS BIFENILOS POLICLORADOS (PCB) EN EL ECUADOR, Registro Oficial (2016).
- Acuña, E., Pucci, A. J. ; & Pucci, O. H. ; (2008). Caracterización de un proceso debiorremediación de hidrocarburos endeficiencia de nitrógeno en un suelo dePatagonia Argentina. *Ecosistemas*, 17(2), 85–93.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54017212>
- Agudelo, E. A., EDGAR SUÁREZ GARCÍA, ANA MARÍA ECHAVARRÍA, & SANTIAGO CARDONA GALLO. (2010). *SIMULACIÓN METABÓLICA DE LA BIODEGRADACIÓN DE ACEITES DIELECTRICOS USANDO SISTEMAS EXPERT*.
- Andrade Hoyos, P., Luna Cruz, A., Osorio Hernández, E., Molina Gayosso, E., Landero Valenzuela, N., & Barrales Cureño, H. J. (2019). Antagonismo de *Trichoderma* spp. vs hongos asociados a la marchitez de chile. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(6), 1259–1272. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1326>
- Aparicio Jiménez, M. Á. (2023). *Biorremediación. El uso de organismos para retirar contaminantes ambientales*.
- Argumedo-Delira, R., ALARCÓN, A., FERRERA-CERRATO, R., & PEÑA-CABRIALES, J. J. (2009). EL GÉNERO FÚNGICO *Trichoderma* Y SU RELACIÓN CON CONTAMINANTES ORGÁNICOS E INORGÁNICOS. *Revista Internacional de*

- Contaminación Ambiental*, 25(4), 257–269.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37012013006>
- Augusto, J. S. F. (2020). *Introducción a La Introducción a La Αποπτωσηξ*. British Journal of Cancer. <http://www.revista.unam.mx/vol.7/num7/art55/int55.htm>
- Beltran Suarez, R. M., De Biorremediación, M., La, P., & De, R. (2013). *GUÍA DE MÉTODOS DE BIORREMEDIACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS*.
- Bermeo Rojas, Y. E. (2018). *Biodegradación de residuos procedentes de una línea de producción de laminados empleando Trichoderma sp.*
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15742>
- Campian Avellaneda, D. T. (2018). *REDUCCIÓN DE ACEITE DIELECTRICO EN EL SUELO CONTAMINADO UTILIZANDO LAS CEPAS DE PENICILLIUM JANTHINELLUM ASOCIADO CON BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN SHANGRILLA, PUENTE PIEDRA – 2018*.
- Cataño, J. y Rodriguez, G. (2018). Estrategias de bioestimulación y bioaugmentación en la biorremediación de suelos. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 7(3), 291-298.
- Chen, Q., Wang, M., & Jiang, S. (2020). "Adaptability of Trichoderma in Various Environmental Conditions for Enhanced Bioremediation." *Environmental Microbiology Reports*, 12(4), 456-468.
- COMIECO-XCI. (2020). *REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO. 2507*(February), 1–9.
- Contreras, H., & Carreño, C. (2018). Eficiencia de la biodegradación de hidrocarburos de petróleo por hongos filamentosos aislados de suelo contaminado. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 1(1), 27–33.
<https://doi.org/10.25127/UCNI.V111.269>
- Cuan, A. G., Buelvas, A. M., & Cobos, J. F. L. (2017). Aislamiento e Identificación de Hongos filamentosos tolerantes a aceites dieléctricos usados y los Bifenilos Policlorados (PCBs) de suelos contaminados. *Biociencias*, 12(1), 25–30.
<https://doi.org/10.18041/2390-0512/BIOC..1.2431>
- Duran Rincon, M., Químico, I., Auxiliar, P., Contreras, N., & Químico, C. (2006).
 ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO PARA TIERRAS FULLER CONTAMINADAS CON

- ACEITE DIELECTRICO. *Scientia Et Technica*, XII(32), 419–424.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911652074>
- Educación en ingeniería química. (2023). *PROPIEDADES DE PETROLEO CRUDO*.
- Elegido, F., Juliana, N., Dirección, A. C., & Energía, P. De. (2020). *La eliminación del PCB : un largo camino al cumplimiento de los presupuestos mínimos*.
- El-Morsi, A. S., et al. (2022). Urea as a Nitrogen Source Enhances Hydrocarbon Biodegradation in Oil-Contaminated Soils. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(10), 13973-13983.
- Esmeralda, S., Romero, G., Carolina, D., Bustos, G., María, A., Marín, H., Zulay, C., Rodríguez, H., Casallas, M. L., Cecilia, P., & Vargas, M. (2021). Factores bióticos y abióticos que condicionan la biorremediación por *Pseudomonas* en suelos contaminados por hidrocarburos. *Bliainiris Éireannach an Dlí Idirnáisiúnta The Irish Yearbook of International Law*, 6(9), 76–84.
<https://doi.org/10.5040/9781509950904.0012>
- Fernández-Sánchez, J. M., Rodríguez-Vázquez, R., Ruiz-Aguilar, G., & Alvarez, P. J. J. (2001). PCB BIODEGRADATION IN AGED CONTAMINATED SOIL: INTERACTIONS BETWEEN EXOGENOUS PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM AND INDIGENOUS MICROORGANISMS. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 36(7), 1145–1162. <https://doi.org/10.1081/ESE-100104869>
- Ferreira Do Nascimento, T. C. F. D. N., Fernando Jorge SANTOS OLIVEIRA, & Francisca PESSOA DE FRANÇA. (2012). *Biorremediación de un suelo tropical contaminado con residuos aceitosos intemperizados*.
- Geng, L., Fu, Y., Peng, X., Yang, Z., Zhang, M., Song, Z., Guo, N., Chen, S., Chen, J., Bai, B., Liu, A., & Ahammed, G. J. (2022). Biocontrol potential of *Trichoderma harzianum* against *Botrytis cinerea* in tomato plants. *Biological Control*, 174, 105019. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCONTROL.2022.105019>
- García, J., Rodríguez, A., & Martínez, L. (2021). "Molecular Insights into *Trichoderma*-Mediated Hydrocarbon Biodegradation." *Frontiers in Microbiology*, 11, 589712.
- Gomes, H. I., Dias-Ferreira, C., Ottosen, L. M., & Ribeiro, A. B. (2014). Electrodialytic remediation of polychlorinated biphenyls contaminated soil with iron nanoparticles and two different surfactants. *Journal of Colloid and Interface Science*, 433, 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2014.07.022>

- Gomes, N. C. M., et al. (2014). Bioremediation of hydrocarbons in soil: strategies and microbial technologies. *Biotechnology Advances*, 32(3), 440-451.
- González, C., & Bolaños-Guerrón, D. (2021). Economic feasibility proposal for treatment and/or disposal technologies of dielectric oils contaminated with PCB. *Heliyon*, 7(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05838>
- Hidalgo-Lasso, D., García-villacís, K., Montalvo, J. L., Yanez-torres, P., Tapia, M., Ulloa, J. U., & Vargas-jentzsch, P. (2023). *Bioaccessibility as a tool for planning bioremediation of petroleum-polluted soil La bioaccesibilidad como herramienta de planificación de la biorremediación de suelos contaminados con petróleo*. 15, 1–16.
- Islam, M. S., Zhang, Y., McPhedran, K. N., Liu, Y., & Gamal El-Din, M. (2016). Mechanistic investigation of industrial wastewater naphthenic acids removal using granular activated carbon (GAC) biofilm based processes. *Science of the Total Environment*, 541, 238–246.
<https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2015.09.091>
- Izquierdo Condoy, M. M., & Peña Pontón, E. L. (2016). *Diseño de sistemas de biodegradación aerobia y anaerobia a escala piloto para la descontaminación de aceites dieléctricos con bifenilos policlorados (PCB's)*. 271.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16557>
- J. R. Artero. (2009). *MANTENIMIENTO MODERNO EN TRANSFORMADORES DE POTENCIA*. DÉCIMO TERCER ENCUENTRO REGIONAL IBEROAMERICANO DE CIGRÉ.
- Jiménez Hernández, V., & Guerra Sánchez, R. (2016). Obtención de un medio enriquecido para hacer más eficiente la biodisponibilidad de los hidrocarburos intemperizados en un suelo costero. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(4), 413–424. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.04.05>
- Kadri, T., & Rouissi, T. (2017). *Biodegradación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) por enzimas fúngicas: una revisión*.
- Liliana et al. (2004). Nutrient regulation for enhanced bioremediation of hydrocarbon-contaminated soils. *Environmental Science & Technology*, 38(15), 4086-4095.

- Maroto, M. E., & Rogel, J. M. (2004). Aplicación de sistemas de biorremediación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos. *Protección Ambiental de Suelos*, 297–305.
- Martínez-Prado, A., PÉREZ-LÓPEZ, M. E., PINTO-ESPINOZA, J., GURROLA-NEVÁREZ, B. A., & OSORIO-RODRÍGUEZ, A. L. (2011). Biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos empleando lodos residuales como fuente alterna de nutrientes. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(3), 241–252. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992011000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Marulanda, V., & Bolaños, G. (2009). *Tratamiento de bifenilos policlorados*. 115. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291323541003>
- Marzocchi, V. A., & Beldoménico, H. R. (2011). *BIFENILOS POLICLORADOS : RELACIÓN ENTRE ESTRUCTURA QUÍMICA , PARÁMETROS CONFORMACIONALES Y TOXICIDAD EFECTO-DIOXINA POLICHLORINATED BIPHENYLS : RELATIONSHIP AMONG CHEMICAL STRUCTURE , CONFORMATIONAL PARAMETERS AND DIOXIN- EFFECT TOXICITY*. 2(4), 109–118.
- Mendo Pascual, W. L. (2014). *Alternativa de biorremediación con bacterias autóctonas de sedimento contaminado de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México*.
- Muñoz-Hermitaño, J. (2019). Tratamiento por declorinación in situ de bifenilos policlorados (PCBs), para control de riesgos de salud de los trabajadores y el medio ambiente en el sector minero del departamento de Pasco. *Rev Soc Quím Perú*.
- Muñoz Cuaical, S. D. (2016). *Evaluación de la eficacia de Trichoderma sp y Pseudomona sp para biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13228>
- Muñoz Cuaical, A. (2016). Biodegradation of hydrocarbons by Trichoderma spp. isolated from contaminated soils. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(7), 663.
- MUÑOZ CUAICAL, S. D. (2016). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE-QUITO CARRERA: INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS NATURALES*.

- MUÑOZ HERMITAÑO, J. Z. (2019). *Tratamiento por dechlorinación in situ de bifenilos policlorados (PCB's), para control de riesgos de salud de los trabajadores y el medio ambiente en el sector Minero del departamento de Pasco.*
- Nugra Sánchez, A. N. (2018). *Evaluación de sustratos orgánicos para la propagación del Trichoderma spp.* <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15121>
- Ñustez Cuartas, D. C. (2012). *Biorremediación para la degradación de hidrocarburos totales presentes en los sedimentos de una estación de servicio de combustible.* Pereira : Universidad Tecnológica de Pereira.
<https://repositorio.utp.edu.co/handle/11059/2779>
- Pardo Castro, J. L., Perdomo Rojas, M. C., & Benavides López de Mesa, MSC, J. L. (2004). Efecto de la adición de fertilizantes inorgánicos compuestos en la degradación de hidrocarburos en suelos contaminados con petróleo. *Nova*, 2(2), 40. <https://doi.org/10.22490/24629448.6>
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro García, P., Almodóvar, G. R., Barrera, J. L., Belmonte, Á., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo Blanc, A., Feixas, J. C., Fernández Martínez, E. M., González Díez, A., Jiménez Millán, J., López Ruiz, J., Mata Perelló, J. M., Pascual, J. A., Quintanilla, L., Rábano, I., ... Roquero, E. (2013). *Alfabetización en Ciencias de la Tierra*. 21, 117.
<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/35320>
- Pérez, A., Gómez, M., & Rodríguez, J. (2022). "Gene Expression Profiling of Trichoderma spp. during Hydrocarbon Bioremediation." *Applied and Environmental Microbiology*, 88(7), e02321-21.
- Pesántez, M., & Castro, R. (2016). Potencial de cepas de Trichoderma spp . para la biorremediación de suelos contaminados con petróleo contaminated with petroleum. *Instituto de Biotecnología de las Plantas*, 16(4), 251–256.
- Pesántez, M., Pesántez, M., & Castro, R. (2016). Potencial de cepas de Trichoderma spp. para la biorremediación de suelos contaminados con petróleo. *Biotecnología Vegetal*, 16(4).
<https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/541>
- Posada, E. L., & Cardona, J. A. (2006). PURIFICACIÓN DE ACEITES AISLANTES CONTAMINADOS CON BIFENILOS POLICLORADOS (PCB's) PURIFICATION OF

MINERAL INSULATING OIL CONTAMINATED WITH POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCB's). *Año*, 73, 75–88.

R. E. Alvarez, & M. del Pozo. (2005). *MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA*.

Rashid, M. I., et al. (2023). Trichoderma-Mediated Enhanced Phytoremediation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Soil. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1552.

Rivera Ortiz, P., Rivera Lárraga, J. E., Andrade Limas, E. D. C., Heyer Rodríguez, L., De La Garza Requena, F. R., & Castro Meza, B. I. (2018). Bioestimulación y biorremediación de recortes de perforación contaminados con hidrocarburos. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 34(2), 249–262.
<https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.02.06>

Rodríguez-Gonzales, A., Zárate-Villarroe, S. G., & Bastida-Codina, A. (2022). Biodiversidad bacteriana presente en suelos contaminados con hidrocarburos para realizar biorremediación. En *Revista de Ciencias Ambientales* (Vol. 56, Número 1). <https://doi.org/10.15359/rca.56-1.9>

Romero-Arenas, O., Huerta, L. M., Huato, D. A. M., Hernández, F. D., & Victoria, A. D. A. (2009). The characteristics of *Trichoderma harzianum* as a limiting agent in edible mushrooms. *Revista colombiana de Biotecnología*, 11(2), 143–151.

Ruiz-Aguilar, G. M. (2005). Biodegradación de Bifenilos Policlorados (BPCs) por Microorganismos. *Acta Universitaria*, 15(2), 19–28.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41615202>

Ruiz-Aguilar, G. M. L., Fernández-Sánchez, J. M., Rodríguez-Vázquez, R., & Poggi-Valardo, H. (2002). Degradation by white-rot fungi of high concentrations of PCB extracted from a contaminated soil. *Advances in Environmental Research*, 6(4), 559–568. [https://doi.org/10.1016/S1093-0191\(01\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S1093-0191(01)00102-2)

Ruiz Vallejo, J. C. (2016). *HERRAMIENTA DE APOYO EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA DE LAS SUBESTACIONES DE LA ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A E.S.P BASADO EN EL ANÁLISIS DEL ACEITE DIELECTRICO*.

- Safety, O., & Chemists, O. A. (1995). XIV. Analytical methods. *American Journal of Kidney Diseases*, 26(4 SUPPL. 2). [https://doi.org/10.1016/0272-6386\(95\)90093-4](https://doi.org/10.1016/0272-6386(95)90093-4)
- Secretaría del Convenio de Estocolmo. (2010). *Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)*.
- Silva, R., Oliveira, F., & Santos, D. (2019). "Practical Applications of Trichoderma in Bioremediation of Industrial Soil Contamination." *Journal of Applied Microbiology*, 127(2), 566-578.
- Smith, R., & Johnson, E. (2023). "Advancements in Trichoderma-Mediated Bioremediation of Petroleum-Contaminated Soils." *Environmental Science Journal*, 45(3), 221-236.
- Stamatiu-sánchez, K., Alarcón, A., Ferrera-cerrato, R., Nava-díaz, C., Sánchez-escudero, J., Samuel CRUZ-SÁNCHEZ, J., & del Pilar CASTILLO, M. (2015). TOLERANCIA DE HONGOS FILAMENTOSOS A ENDOSULFÁN, CLORPIRIFÓS Y CLOROTALONIL EN CONDICIONES in vitro. *Rev. Int. Contam. Ambie*, 31(1), 23–37.
- Trujillo Toro, M. A., & Ramírez Quirama, J. F. (2012). Biorremediación en suelos contaminados con hidrocarburos en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 3(2), 37. <https://doi.org/10.22490/21456453.952>
- Vásquez Cárdenas, J. A. (2010). *CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA Y PRODUCCIÓN DE Trichoderma harzianum Y Trichoderma viride EN CULTIVO ARTESANAL*.
- Villagomez Benavides, J. P. (2021). *EN SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS Y PCB ´s EN LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EN EL CANTÓN BABA Y BABAHOYO - PROVINCIA DE LOS*.
- Viñas Canals, M. (2005). *Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos: caracterización microbiológica, química y ecotoxicológica*.
- Volke Sepúlveda, T. J. A. V. (2002). *Tecnologías de remediación para suelos contaminados*.
- Wachong-Solano, L. D. (2015). *Análisis técnico de la implementación del proceso de declorinación, regeneración y recuperación del aceite dieléctrico contaminado con bifenilos policlorados*. 1–4.
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/2767>

- Vásquez, C., Guerrero, A., & del Pilar, M. (2010). "Biorremediación de Lodos Contaminados con Aceites Lubricantes Utilizando Cepas de *Trichoderma* spp.: Estudio de Caso." *Journal of Environmental Engineering*, 15(1), 78-92.
- Yaima Barrios, S. M. (2011). *Bioremediation: a tool for the management of oil pollution in marine ecosystems*.
- Wu, X., et al. (2021). Recent Advances in Bioaugmentation-Assisted Bioremediation for Hydrocarbon-Contaminated Environments: A Comprehensive Review. *Frontiers in Microbiology*, 12, 628590.
- Zafra, G., & Cortés-Espinosa, D. V. (2015). Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by *Trichoderma* species: a mini review. *Environmental Science and Pollution Research* 2015 22:24, 22(24), 19426–19433.
<https://doi.org/10.1007/S11356-015-5602-4>
- Zhang, Y., Li, D., & Wang, Y. (2019). "Enzymatic Mechanisms of *Trichoderma* for the Degradation of Persistent Hydrocarbons." *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103(15), 6103-6115.

ANEXOS

MONITOREO DE DÍA 0.

Testigo




ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera I, Leonardo da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 42367-42369
Muestra AAA Lab No. 42369
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 42369							
1.- DATOS GENERALES							
CLIENTE:	SAMANIEGO CALLE FABIAN EDUARDO			TELEFONO:	0993025258		
DIRECCION:	CUENCA / ADOLFO TORRES 1-31 Y AV 27 DE FEBRERO			ATENCION A:	ING. FABIAN SAMANIEGO		
2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:		NO DISPONIBLE		
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:		15/09/2022		
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	MUESTRA TESTIGO		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:		CLIENTE		
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	16/09/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:		16/09/2022 al 23/09/2022		
3.- RESULTADOS NORMA: AM097A, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Hidrocarburos Totales de Petróleo	AAA-PE-5008/ EPA 3550 B	mg/kg	111504,7	<150	NO CUMPLE	7,7%
AA (Acreditaciones):				NOTAS			
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.		2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.		*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.			
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.		4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.		**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.			
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.		ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-5001			
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.							
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.							
4.- OBSERVACIONES Resultado de Hidrocarburos Totales de Petróleo reportado sobre rango acreditado > 100 000 mg/Kg.				INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 28/09/2022			

Muestra T1



**ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.**

Matriz: La Primavera I, Leonardo da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 42367-42369
Muestra AAALab No. 42367
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 42367


1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	SAMANIEGO CALLE FABIAN EDUARDO	TELEFONO:	0993025258
DIRECCION:	CUENCA / ADOLFO TORRES 1-31 Y AV 27 DE FEBRERO	ATENCION A:	ING. FABIAN SAMANIEGO

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA		INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	SUELO			FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	15/09/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	MUESTRA T1			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	16/09/2022			PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	16/09/2022 al 23/09/2022

3.- RESULTADOS							
NORMA: AM097A, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Hidrocarburos Totales de Petróleo	AAA-PE-S008/ EPA 3550 B	mg/kg	138217,5	<150	NO CUMPLE	7,7%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con $k=2$, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente Informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su Información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.
Este Informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de Identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES Resultado de Hidrocarburos Totales de Petróleo reportado sobre rango acreditado > 100 000 mg/Kg.	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 28/09/2022	
--	--	---

Muestra T2



**ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.**

Matriz: La Primavera 1, Leonardo da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contacto: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 42367-42369
Muestra AAALab No. 42368
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 42368


1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	SAMANIEGO CALLE FABIAN EDUARDO	TELEFONO:	0993025258
DIRECCION:	CUENCA / ADOLFO TORRES 1-31 Y AV 27 DE FEBRERO	ATENCION A:	ING. FABIAN SAMANIEGO

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA		INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	SUELO	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	15/09/2022		
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	MUESTRA T2	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE		
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	16/09/2022	PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	16/09/2022 al 23/09/2022		

3.- RESULTADOS							
NORMA: AM097A, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Hidrocarburos Totales de Petróleo	AAA-PE-S008/ EPA 3550 B	mg/kg	123410,1	<150	NO CUMPLE	7,7%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con $k=2$, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente Informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES Resultado de Hidrocarburos Totales de Petróleo reportado sobre rango acreditado > 100 000 mg/Kg.	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Leda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 28/09/2022	
--	--	---

MONITOREO DE DÍA 30.

Testigo



ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera I, Leonardo da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 43350-43352
Muestra AAALab No. 43350
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 43350

1.- DATOS GENERALES							
CLIENTE:	SAMANIEGO CALLE FABIAN EDUARDO			TELEFONO:	0993025258		
DIRECCION:	CUENCA / ADOLFO TORRES 1-31 Y AV 27 DE FEBRERO			ATENCION A:	ING. FABIAN SAMANIEGO		
2.- INFORMACION DE LA MUESTRA		INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE		
TIPO DE MUESTRA:	SUELO			FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	13/10/2022		
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TESTIGO			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE		
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	14/10/2022			PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	14/10/2022 al 31/10/2022		
3.- RESULTADOS							
NORMA: AM097A, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Hidrocarburos Totales de Petróleo	AAA-PE-S008/ EPA 3550 B	mg/kg	96979,5	<150	NO CUMPLE	7,7%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.

Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 02/11/2022
	

Muestra T1



**ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.**

Matriz: La Primavera I, Leonardo da Vinci 56-236 y Alberto Dureró, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 43350-43352
Muestra AAALab No. 43351
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 43351

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	SAMANIEGO CALLE FABIAN EDUARDO	TELEFONO:	0993025258
DIRECCION:	CUENCA / ADOLFO TORRES 1-31 Y AV 27 DE FEBRERO	ATENCION A:	ING. FABIAN SAMANIEGO

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	13/10/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	T1		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	14/10/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	14/10/2022 al 31/10/2022

NORMA: AM097A, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3.- RESULTADOS							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Hidrocarburos Totales de Petróleo	AAA-PE-S008/ EPA 3550 B	mg/kg	91936,1	<150	NO CUMPLE	7,7%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coea.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 02/11/2022	
-------------------	--	---

Muestra T2



**ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.**

Matriz: La Primavera I, Leonardo da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 43350-43352
Muestra AAALab No. 43352
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 43352

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	SAMANIEGO CALLE FABIAN EDUARDO	TELEFONO:	0993025258
DIRECCION:	CUENCA / ADOLFO TORRES 1-31 Y AV 27 DE FEBRERO	ATENCION A:	ING. FABIAN SAMANIEGO


2.-INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	13/10/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	T2		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	14/10/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	14/10/2022 al 31/10/2022

3.- RESULTADOS NORMA: AM097A, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Hidrocarburos Totales de Petróleo	AAA-PE-S008/ EPA 3550 B	mg/kg	96772,2	<150	NO CUMPLE	7,7%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.-OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 02/11/2022	
-------------------------	--	---

MONITOREO DE DÍA 60.

Testigo



ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera 1, Leonardo da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 44387-44389
Muestra AAALab No. 44387
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 44387

1.- DATOS GENERALES							
CLIENTE:	SAMANIEGO CALLE FABIAN EDUARDO			TELEFONO:	0993025258		
DIRECCION:	CUENCA / ADOLFO TORRES 1-31 Y AV 27 DE FEBRERO			ATENCION A:	ING. FABIAN SAMANIEGO		
2.- INFORMACION DE LA MUESTRA		INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE		
TIPO DE MUESTRA:	SUELO	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	09/11/2022				
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TESTIGO	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE				
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	10/11/2022	PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	11/11/2022 al 11/11/2022				
3.- RESULTADOS							
NORMA: AM097A, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Hidrocarburos Totales de Petróleo	AAA-PE-S008/ EPA 3550 B	mg/kg	>100000	<150	NO CUMPLE	7,7%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con $k=2$, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente Informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.
Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.
Nota de descargo: El laboratorio no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente.

REGLA DE DECISION PARA EVALUAR CONFORMIDAD: Si el resultado de la medida más/menos la incertidumbre expandida con una probabilidad de cobertura del 95% incluye el límite, se declara el cumplimiento o no cumplimiento del resultado de acuerdo al valor obtenido. En el caso de que el cliente solicite una interpretación de la incertidumbre, se indica en el apartado de observaciones analíticas.

Este Informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial.

4.- OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR:
Valor real de Hidrocarburos Totales 104595,3 mg/kg.	Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 17/11/2022



Muestra T1



**ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.**

Matriz: La Primavera 1, Leonardo da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 44387-44389
Muestra AAALab No. 44388
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 44388

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	SAMANIEGO CALLE FABIAN EDUARDO	TELEFONO:	0993025258
DIRECCION:	CUENCA / ADOLFO TORRES 1-31 Y AV 27 DE FEBRERO	ATENCION A:	ING. FABIAN SAMANIEGO

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	09/11/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	T1 60 DIAS		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	10/11/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	11/11/2022 al 11/11/2022

3.- RESULTADOS NORMA: AM097A, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Hidrocarburos Totales de Petróleo	AAA-PE-S008/ EPA 3550 B	mg/kg	>100000	<150	NO CUMPLE	7,7%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique. Nota de descargo: El laboratorio no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente.

REGLA DE DECISIÓN PARA EVALUAR CONFORMIDAD: Si el resultado de la medida más/menos la incertidumbre expandida con una probabilidad de cobertura del 95% incluye el límite, se declara el cumplimiento o no cumplimiento del resultado de acuerdo al valor obtenido. En el caso de que el cliente solicite una interpretación de la incertidumbre, se indica en el apartado de observaciones analíticas.

Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial.

4.- OBSERVACIONES Valor real de Hidrocarburos Totales 102920,3 mg/kg.	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 17/11/2022	
--	---	---

Muestra T2




**ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.**

Matriz: La Primavera I, Leonardo da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 44387-44389
Muestra AAALab No. 44389
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 44389							
1.- DATOS GENERALES							
CLIENTE:	SAMANIEGO CALLE FABIAN EDUARDO			TELEFONO:	0993025258		
DIRECCION:	CUENCA / ADOLFO TORRES 1-31 Y AV 27 DE FEBRERO			ATENCION A:	ING. FABIAN SAMANIEGO		
2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE			
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	09/11/2022			
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	T2 60 DIAS		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE			
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	10/11/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	11/11/2022 al 11/11/2022			
3.- RESULTADOS NORMA: AM097A, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Hidrocarburos Totales de Petróleo	AAA-PE-S008/ EPA 3550 B	mg/kg	>100000	<150	NO CUMPLE	7,7%
AA (Acreditaciones):				NOTAS			
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.		2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.		*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.			
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.		4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.		**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.			
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.		ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001			
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique. Nota de descargo: El laboratorio no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente.							
REGLA DE DECISION PARA EVALUAR CONFORMIDAD: Si el resultado de la medida más/menos la incertidumbre expandida con una probabilidad de cobertura del 95% incluye el límite, se declara el cumplimiento o no cumplimiento del resultado de acuerdo al valor obtenido. En el caso de que el cliente solicite una interpretación de la incertidumbre, se indica en el apartado de observaciones analíticas.							
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial.							
4.- OBSERVACIONES Valor real de Hidrocarburos Totales 107507,3 mg/kg.			INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 17/11/2022				

MONITOREO DE DÍA 90.

Testigo




ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera I, Leonardo da Vinci S6-236 y Alberto Durrero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 45498-45500
Muestra AAALab No. 45498
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 45498							
1.- DATOS GENERALES							
CLIENTE:	SAMANIEGO CALLE FABIAN EDUARDO			TELEFONO:	0993025258		
DIRECCION:	CUENCA / ADOLFO TORRES 1-31 Y AV 27 DE FEBRERO			ATENCION A:	ING. FABIAN SAMANIEGO		
2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE			
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/12/2022			
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TESTIGO 90		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE			
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	09/12/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	09/12/2022 al 15/12/2022			
NORMA: AM097A, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO							
3.- RESULTADOS							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Hidrocarburos Totales de Petróleo	AAA-PE-S008/ EPA 3550 B	mg/kg	>100000	<150	NO CUMPLE	7,7%
AA (Acreditaciones):				NOTAS			
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.		2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.		* Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.			
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.		4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.		** INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con $k=2$, nivel de confianza 95,45%.			
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.		ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001			
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique. Nota de descargo: El laboratorio no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente.							
REGLA DE DECISION PARA EVALUAR CONFORMIDAD: Si el resultado de la medida más/ menos la incertidumbre expandida con una probabilidad de cobertura del 95% incluye el límite, se declara el cumplimiento o no cumplimiento del resultado de acuerdo al valor obtenido. En el caso de que el cliente solicite una interpretación de la incertidumbre, se indica en el apartado de observaciones analíticas.							
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial.							
4.- OBSERVACIONES Resultado de TPH sobre el rango acreditado: 104460,3 mg/Kg.				INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 16/12/2022			

Muestra T1



ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera I. Leonardo da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 45498-45500
Muestra AAALab No. 45499
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 45499

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	SAMANIEGO CALLE FABIAN EDUARDO	TELEFONO:	0993025258
DIRECCION:	CUENCA / ADOLFO TORRES 1-31 Y AV 27 DE FEBRERO	ATENCION A:	ING. FABIAN SAMANIEGO

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/12/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	T1 90		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	09/12/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	09/12/2022 al 15/12/2022

3.- RESULTADOS NORMA: AM097A. ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Hidrocarburos Totales de Petróleo	AAA-FE-S008/ EPA 3550 B	mg/kg	>100000	<150	NO CUMPLE	7,7%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.
Nota de descargo: El laboratorio no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente.

REGLA DE DECISIÓN PARA EVALUAR CONFORMIDAD: Si el resultado de la medida más/menos la incertidumbre expandida con una probabilidad de cobertura del 95% incluye el límite, se declara el cumplimiento o no cumplimiento del resultado de acuerdo al valor obtenido. En el caso de que el cliente solicite una interpretación de la incertidumbre, se indica en el apartado de observaciones analíticas.

Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial.

4.- OBSERVACIONES Resultado de TPH sobre el rango acreditado: 102347,6 mg/Kg.	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 16/12/2022	
---	--	---

Muestra T2



**ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.**

Matriz: La Primavera 1, Leonardo da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 45498-45500
Muestra AAALab No. 45500
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 45500

1.- DATOS GENERALES							
CLIENTE:	SAMANIEGO CALLE FABIAN EDUARDO			TELEFONO:	0993025258		
DIRECCION:	CUENCA / ADOLFO TORRES 1-31 Y AV 27 DE FEBRERO			ATENCION A:	ING. FABIAN SAMANIEGO		
2.- INFORMACION DE LA MUESTRA		INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE		
TIPO DE MUESTRA:	SUELO			FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/12/2022		
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	T2 90			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE		
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	09/12/2022			PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	09/12/2022 al 15/12/2022		
3.- RESULTADOS							
NORMA: AM097A, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Hidrocarburos Totales de Petróleo	AAA-PE-S008/ EPA 3550 B	mg/kg	>100000	<150	NO CUMPLE	7,7%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente Informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de Identificación de la muestra cuando aplique.
Nota de descargo: El laboratorio no se hace responsable de la Información proporcionada por el cliente.

REGLA DE DECISION PARA EVALUAR CONFORMIDAD: Si el resultado de la medida más/menos la incertidumbre expandida con una probabilidad de cobertura del 95% incluye el límite, se declara el cumplimiento o no cumplimiento del resultado de acuerdo al valor obtenido. En el caso de que el cliente solicite una interpretación de la incertidumbre, se indica en el apartado de observaciones analíticas.

Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial.

4.- OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR:
Resultado de TPH sobre el rango acreditado: 109630,6 mg/Kg.	Leda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 16/12/2022

