

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

“Revisión y Análisis de la Eficiencia de Penicillium spp en la biorremediación de suelos contaminados por el plaguicida DDT (dicloro difenil tricloroetano)”

Por:

Stephane Quincho Salazar

Nidia Sarita Yomona Shupingahua

Asesor:

Mag. Carmelino Almestar Villegas

Tarapoto, Agosto de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, *Carmelino Almestar Villegas* de la Facultad de Ciencias Empresariales, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE *PENICILLIUM SPP* EN LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR EL PLAGUICIDA DDT (DICLORO DIFENIL TRICLOROETANO)” constituye la memoria que presentan (los) Bachiller(es) *Quincho Salazar, Stephane* y *Yomona Shupingahua, Nidia Sarita*; para aspirar al Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Ambiental cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en *Morales*, a los 25 días del mes de Agosto del año 2020.



Asesor
Ing. Carmelino Almestar
Villegas

“Revisión y Análisis de la Eficiencia de *Penicillium* spp en la biorremediación de suelos contaminados por el plaguicida DDT (dicloro difenil tricloroetano)”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Ambiental

JURADO CALIFICADOR

Mtra. Betsabeth Teresa Padilla
Macedo
Presidente

Ing. Jhon Patrick Ríos Bartra
Secretario

Ing. Jina Pinedo Gómez
Vocal

Ing. Carmelino Almestar Villegas
Asesor

Tarapoto, Agosto de 202

Resumen

Existen múltiples investigaciones concernientes a la biorremediación de suelos contaminados con plaguicidas, dentro de ellos el DDT, pese a que su uso ha sido restringido; la capacidad de los microorganismos de degradar sustancias diferentes a las fuentes de carbono naturales es eficiente. El presente artículo lleva como título “Revisión y Análisis de la Eficiencia de *Penicillium* spp en la biorremediación de suelos contaminados por el plaguicida DDT (dicloro difenil tricloroetano)”, tiene como objetivo comparar la eficiencia de *penicillium* spp en la biorremediación de suelos contaminados por el plaguicida DDT de las investigaciones según los autores Bach. Tania Marilin Fernandez Brito y Rodríguez V. Refugio, Rodríguez B. Massiel.; la metodología que se usó es de recurrir a bases de datos como REDALYC, SCIELO, repositorios de Universidades, etc. Se seleccionaron artículos de años recientes, también se diseñaron matrices comparativas, lo cual, nos permitió dar una mejor interpretación de dichas investigaciones dentro de ello las metodologías aplicadas, instrumentos aplicados, los resultados obtenidos en la concentración final de DDT en el suelo, encontrada por Fernández (2018), al utilizar la especie bio-remediadora *Penicillium* spp se obtiene al 1% 4571.43mg/kg, al 2% 3714.29mg/kg y al 3% 2000.00 mg/kg, la cual no cumple el estándar de la FAO, que es 0.1 mg/kg; mientras que la concentración de DDT reportada por Rodríguez & Rodríguez (2019), cumple el mencionado estándar siendo su resultado al 2% 0.00108 mg/kg .

Palabras claves: Biorremediación; DDT; *Penicillium* spp; plaguicida; suelo.

Abstract

There are multiple investigations concerning the bioremediation of soils contaminated with pesticides, including DDT, despite the fact that its use has been restricted; the ability of microorganisms to degrade substances other than natural carbon sources is efficient. This article is titled "Review and Analysis of the Efficiency of *Penicillium* spp in the bioremediation of soils contaminated by the pesticide DDT (dichloro diphenyl trichloroethane)", aims to compare the efficiency of *penicillium* spp in the bioremediation of soils contaminated by the Pesticide DDT from research according to authors Bach. Tania Marilyn Fernandez Brito and Rodríguez V. Refugio, Rodríguez B. Massiel; The methodology used is to resort to databases such as REDALYC, SCIELO, University repositories, etc. Articles from recent years were selected, comparative matrices were also designed, which allowed us to give a better interpretation of said research, within it the applied methodologies, applied instruments. The results obtained in the final concentration of DDT in the soil, found by Fernández (2018), when using the bio-remedial species *Penicillum* spp, obtained at 1% 4571.43mg / kg, 2% 3714.29mg / kg and 3% 2000.00 mg / kg, which does not meet the FAO standard, which is 0.1 mg / kg; while the concentration of DDT reported by Rodríguez & Rodríguez (2019), meets the aforementioned standard, its result being 2% 0.00108 mg / kg.

Keywords: Bioremediation, DDT, *Penicillium*, spp, pesticide, soil.

1. Introducción

El Dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) y sus derivados persisten en el medio ambiente, no se degradan y permanecen en el agua 10 años, en el suelo 40 años. Estos entran en los organismos y se incorporan a la cadena alimenticia. La persistencia o vida media del DDT es muy elevada, se cree que es superior a 100 años, por lo que, si ya en 1968 se estimaba que permanecía en el ambiente terrestre más de 500 millones de kilogramos de la sustancia, al día de hoy es incalculable la cantidad de DDT distribuida (Montilla & Alvarado, 2015)

(Betancur, 2013) menciona que desde la segunda guerra mundial, el uso de este plaguicida se ha prohibido en la mayoría de los países debido a su persistencia en el ambiente. Generando a la vez impactos indirecto en organismos como: recicladores de nutrientes del suelo, polinizadores de plantas y depredadores de plagas (Devine, Ogusuku, Furlong, & Eza , 2008). La mayor persistencia se observa en el suelo y se encuentra entre 3 y 10 años para el DDT (Dua et al., 2002) citado por (Quintero, 2011).

Es por ello que en esta investigación se pretende comparar las dos investigaciones: “Biorremediación de suelo de la Chinampa ubicada en Cuemanco delegación Xochimilco, D.F contaminado con plaguicidas empleando *Penicillium* sp.” Y “Biorremediación con *Penicillium* spp, *Phanerochaete* spp y *Trychoderma* spp de suelos contaminados con DDT. Moyobamba – 2016”.

2. Metodología

Para la comparación de los resultados se consideró dos trabajos de investigación de pre- grado. El primero de los cuales fue desarrollado por Fernández (2018), cuyo objetivo fue evaluar la Biorremediación de suelos contaminados con DDT, con *Penicillium spp*, en Moyobamba; y la segunda investigación fue desarrollada por Rodríguez & Rodríguez (2019), cuyo objetivo fue evaluar la capacidad de biorremediación de suelo de la Chinampa ubicada en Cuemanco delegación Xochimilco, D.F contaminado con plaguicidas empleando *Penicillium sp*. Además, se realizó fichas de recolección de datos, para la comparación de las dos investigaciones que se están consultando. Asimismo, en la discusión, se desarrolló una revisión sistemática de artículos científicos como: Redalyc, Scielo, DOAJ, Dialnet y LatinDex Scopus, Google académico y repositorio de la UPeU. Para el desarrollo de la investigación se utilizó la técnica documental, la cual nos permitió analizar las publicaciones más actualizadas, sobre la línea de investigación en estudio.

3. Resultados y Discusión

3.1. Resultados 1

3.1.1. Comparación de las metodologías utilizadas

Para las muestras iniciales del suelo se observa que en Fernández (2018), se obtuvo una cantidad de 42 kilos de tierra, en la cual fue recolectado del Sector Punta de Doña de la ciudad de Moyobamba, siendo 3.50 kg de suelo para cada tratamiento. Mientras que en la investigación de Rodríguez & Rodríguez (2019) las muestras de suelo fueron tomadas en 14 puntos diferentes a una profundidad de 0-50 cm, que se encontró en la Chinampa ubicadas en Cuemanco Delegación Xochimilco, D.F.

3.2. Resultado 2

3.2.1. Comparación de la calidad del suelo

En el cuadro 1 se muestra las concentraciones iniciales y finales de DDT en muestras de suelo. Se observa que la concentración final de DDT en suelo, encontrada por Fernández (2018), al utilizar la especie bio-remediadora *Penicillium* spp, no cumple el estándar de la FAO, que es 0.1 mg/kg; mientras que la concentración de DDT reportada por Rodríguez & Rodríguez (2019), cumple el mencionado estándar.

Tabla 1.
Resultado de la calidad del suelo

DDT (mg/kg)	Dosis de <i>Penicillium</i> (Fernández, 2018)			Dosis de <i>Penicillium</i> (Rodríguez & Rodríguez, 2019)
	1%	2%	3%	2%
Inicial	5714.28	5714.28	5714.28	0.00420
Final	4571.43	3714.29	2000.00	0.00108
FAO	0.1	0.1	0.1	0.1

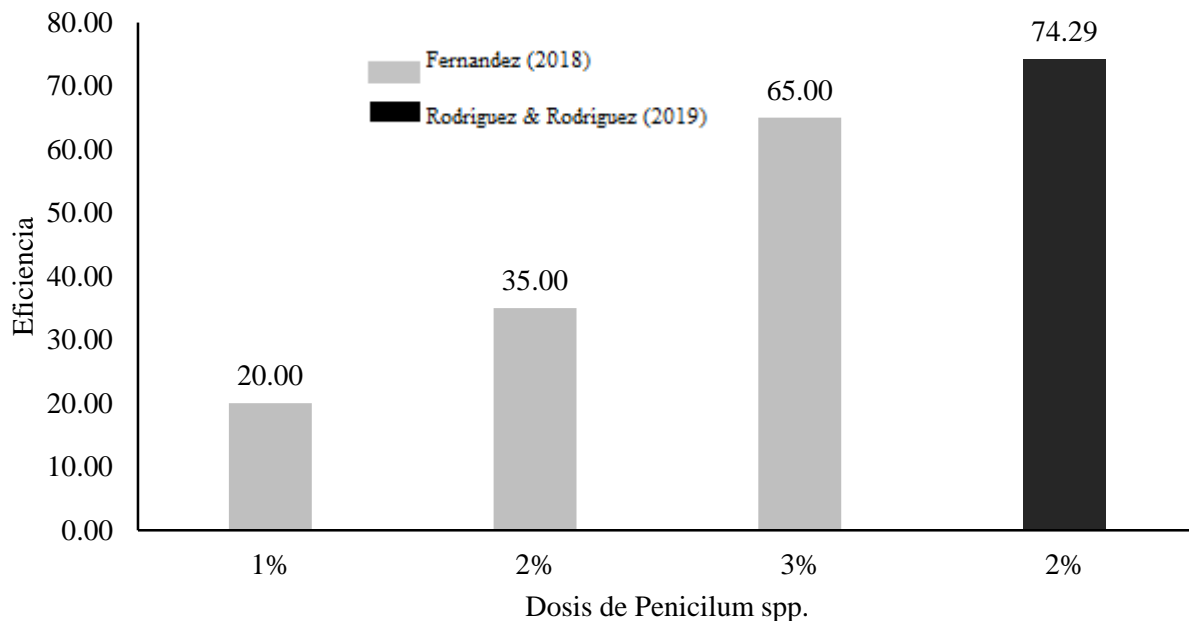
Nota 1. Determinamos los resultados de la calidad del suelo

3.3. Resultados 3

3.3.1. Comparación de la eficiencia de remoción de DDT

En la figura 1 se muestra las eficiencias de remoción de DDT del suelo, utilizando la especie *Penicillium* spp. Fernández (2018) encontró eficiencias de remoción de DDT de 20%, 35% y 65%, para dosis respectivas de *Penicillium* spp de 1%, 2% y 3%, mientras Rodríguez & Rodríguez (2019), encontraron una eficiencia del 74.29% de DDT utilizando la misma especie bio-remediadora, a un 2% de concentración.

Figura 1.
Resultado de la comparación de eficiencia de DDT



Nota 1. Determinamos los resultados de la comparación de eficiencia de DDT.

Discusión

Fernandez, (2018) utilizó tres dosis de *Penicillum* spp (1%, 2% y 3%) para remediar suelos contaminados por DDT, sin embargo, después de 90 días, no se logró cumplir el estándar de la FAO (0.1 mg/kg). Esto puede deberse a que en su investigación el suelo ha sido contaminado con la dosis elevadas de DDT y puede ser un factor de que el *Penicillum* spp no haya degradado porque según Dickson, Coffey, Mortimer, Di Bonito, & Ray, (2019) menciona que la concentración de contaminantes influye directamente en la actividad microbiana: una alta concentración puede producir una variedad de efectos tóxicos en las diferentes clases de microbios, mientras que una baja concentración no podría ser suficiente para activar la síntesis de enzimas degradantes.

Asimismo, Fernandez, (2018) encontró una eficiencia de remoción de DDT de 35%, para una dosis de *Penicillum* spp de 2%, mientras que Rodriguez & Rodriguez, (2019), encontraron una eficiencia del 74.29% de DDT utilizando la misma dosis de *Penicillum* spp. Debido a que el grado de eficiencia de los procesos de degradación se encuentra

íntimamente relacionado con factores ambientales que rodean al sistema microorganismo contaminante (Fernández, 1995). Entre los más importantes se encuentra el pH, la concentración de nutrientes, la temperatura, el tamaño y características de las partículas de suelo, la biodisponibilidad y concentración del contaminante, la toxicidad, la presencia de otros nutrientes, etc Loya, (2013).

Rodriguez & Rodriguez, (2019) en su tesis trabajó con un suelo que se dedicó por años a cultivos agrícolas y en la biorremediación con *Penicillium spp* encontraron una eficiencia del 74% de DDT. Dickson, Coffey, Mortimer, Di Bonito, & Ray, (2019), mencionan que en particular, la actividad de biodegradación de los microorganismos depende de la disponibilidad de macro y micronutrientes en el suelo y de la presencia de cualquier otro factor que influya en el metabolismo microbiano, como el tipo y la concentración de contaminantes, y su biodisponibilidad, toxicidad y movilidad.

Se muestra en investigaciones que la degradación por microorganismo es de gran ayuda para suelos contaminados con DDT , a parte del género *Penicillium spp*, existen otros como lo muestra Carrillo, Ruiz, & Yeomans, (2004) en su artículo menciona que se aisló con éxito un cultivo bacteriano mixto conformado por cepas autóctonas de los géneros *Pseudomonas*, *Neisseria*, *Moraxella* y *Acinetobacter*; estas tienen la facilidad de degradar hasta 43 % del DDT y 133 ppm de DDT como única fuente de carbono; asimismo la degradación ocurrió en un tiempo 80 horas, en este tiempo también se degradó metabolitos de DDE y DDD. Por ello es promisorio el uso microorganismos para la biorremediación de suelos que estén contaminados con compuestos organoclorados.

El hongo *Penicillium spp*, no solo es capaz de biorremediar suelos contaminados con DDT, es capaz de degradar suelos contaminados por petróleo, teniendo éxito en ello como lo demuestra Valenzuela, Solís, Martínez, & Pinochet, (2006), que como resultados en su artículo, en el período de incubación (9, 18, y 36 días), la cepa Dd225 de *Penicillium sp.*, es la que degrada una mayor variedad de los constituyentes del petróleo.

Por otro lado, Fernandez, (2018) utilizando tres dosis de *Penicillium spp* (1%, 2% y 3%) para remediar suelos contaminados por DDT, después de 90 días, no logró cumplir el estándar

de la FAO (0.1 mg/kg), probablemente se requirió de un mayor periodo de tiempo para que el hongo pueda degradar el compuesto recalcitrante, como menciona Noguera & Huete, (2008), para degradar el 50% de la concentración de DDT, se necesita 209 días. Otro estudio, desarrollado por Spina et al., (2018) utilizando hongos marinos recolectados en la costa de São Sebastião, al norte del estado de São Paulo, Brasil, entre ellos el *Penicillium* para la biodegradación del organoclorados, obteniéndose una capacidad de degradación elevada.

4. Conclusiones

Se llega a la conclusión que la especie *penicillium* spp, tiene la capacidad de biorremediar suelos contaminados con DDT. Esto se debe a que puede tolerar ambientes con ciertas dosis, para poder eliminar plaguicidas de alta persistencia en el ambiente, teniendo como ventajas que no genera residuos, así muestran en sus investigaciones Fernandez, (2018) y Rodriguez & Rodriguez, (2019), en el estudio de sus metodologías establecidas nos permitió determinar el análisis que se llevó a cabo de *Penicillium* spp, para el procesamiento de su biorremediación de suelos contaminados por DDT. También mostrando resultados que servirán a otros como guía para posteriores investigaciones y así contribuir con el medio ambiente.

Finalmente, la biorremediación se basa en la idea de que diferentes organismos trabajarán juntos para eliminar (biodegradar) las sustancias de desecho o contaminantes del medio ambiente. Aunque existen limitaciones para la práctica de la biorremediación, incluida la naturaleza de los organismos, la enzima involucrada, la concentración, disponibilidad y supervivencia final de los microorganismos, estas limitaciones pueden resolverse hasta cierto punto entendiendo la genética y la bioquímica del microbio deseado. Se ha demostrado un enorme potencial para facilitar el proceso de biorremediación, y los hongos degradantes parecen ser particularmente efectivos.

5. Referencias

Betancur , B. (2013). Biorremediación de suelo contaminado por con pesticida: caso DDT. Redalyc, 119-135.

Carrillo, E., Ruiz, A., & Yeomans, H. (2004). Aislamiento, identificación y evaluación de un cultivo mixto de microorganismos con capacidad para degradar DDT. Revista Internacional de Contaminacion Ambiental, 20(2), 69–75.

Devine, G. J., Ogusuku, E., Furlong, M., & Eza , D. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. Scielo, 74-100.

Dickson, U., Coffey, M., Mortimer, R., Di Bonito, M., & Ray, N. (2019). Mycoremediation of petroleum contaminated soils: Progress, prospects and perspectives. Environmental Science: Processes and Impacts, 21(9), 1446–1458.
<https://doi.org/10.1039/c9em00101h>

Fernandez, T. (2018). Biorremediación con *Penicillium* spp, *Phanerochaete* spp y *Trychoderma* spp de suelos contaminados con DDT. Moyobamba – 2016. Mayo. Universidad Nacional De San Martín - Tarapato.

Loya, D. (2013). Tecnologías para la restauración de suelos contaminados por hidrocarburos. Universidad Veracruzana, (Tesina para obtención de especialista en gestión e impacto ambiental), 1–94.

Méndez, Á. (26 de Noviembre de 2010). La Guía. Recuperado el 23 de Abril de 2020, de Química: <https://quimica.laguia2000.com/compuestos-quimicos/dicloro-difenil-tricloroetano-ddt>

Montilla , A., & Alvarado, M. (2015). Implicaciones sociales y ambientales del uso de dicloro difenil tricloroetano (DDT). Analisis del caso en tierras Venezolanas. Ambiente y desarrollo, 101-114.

Noguera, C., & Huete, J. (2008). Potencial de biodegradación de DDT y sus metabolitos en suelos agrícolas de Chinandega. *Encuentro*, 80(81), 48–69.

<https://doi.org/10.5377/encuentro.v0i81.3627>

Quintero, J. C. (2011). Degradación de plaguicidas mediante hongo de la pudrición blanca.

Rodriguez, R., & Rodriguez, M. (2019). Biorremediación de suelo de la chinampa ubicada en Cuernavaca delegación Xochimilco, D. F. contaminado con plaguicidas empleando *Penicillium* sp. *Bioremediation of the chinampa soil located in Cuernavaca, Xochimilco, D. F., contaminated with pesticides us*, 17(1), 48–58.

Spina, F., Cecchi, G., Landinez, A., Pecoraro, L., Russo, F., Wu, B., ... Persiani, A. (2018). Fungi as a toolbox for sustainable bioremediation of pesticides in soil and water. *Plant Biosystems*, 152(3), 474–488. <https://doi.org/10.1080/11263504.2018.1445130>

Valenzuela, E., Solís, L., Martínez, O., & Pinochet, D. (2006). Hongos Aislados Desde Suelos Contaminados Con Petróleo. *Boletín Micológico*, 21, 35–41.

<https://doi.org/10.22370/bolmicol.2006.21.0.242>