



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Aplicación de microorganismos fúngicos para la degradación, “in vitro”, de polímeros sintéticos a nivel laboratorio, Lima-2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Guerrero Cabrera, Jose Paulo Cesar (ORCID: 0000-0002-4288-6714)

ASESOR:

Dr. Valdiviezo Gonzales, Lorgio (ORCID: 0000-0002-8200-4640)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico esta tesis enteramente:

A mi padre; Cesar Alberto Guerrero Lopez, por su amor infinito y sus buenos valores que con su ejemplo hizo que sea una persona perseverante para lograr cada objetivo, mi guía y mi ejemplo a seguir.

A mi madre; Elsa Cristina Cabrera Fretel, por su comprensión y amor incondicional, acompañándome en cada momento y motivándome a seguir ante cualquier obstáculo.

A mis hermanas; Tayna Guerrero, Rosa Guerrero y Katherine Aliaga quienes son mi fuerza, para seguir cumpliendo mis metas cada día en mi vida.

Jose Paulo Cesar Guerrero Cabrera

AGRADECIMIENTO

La presente tesis se la dedico con mucho amor a Dios, por haberme brindado salud, sabiduría e inteligencia en momentos complicados y haberme dado las fuerzas para lograr esta meta que anhelaba.

Agradezco a mis padres y hermanas por el apoyo incondicional en todo momento, que me permitió culminar mis estudios, por sus consejos y motivaciones que me permitieron tomar buenas decisiones

Agradezco a mi Asesor; Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales ya que gracias a sus sabios consejos se pudo solidificar nuestros conocimientos para un mejor desarrollo de la investigación.

Agradezco a mi amigo y colega; Téc. Sup. Jaime Borja por haberme brindado su tiempo, espacio y conocimientos para poder llevar a cabo la parte experimental de la tesis.

Agradezco a mi colega; Ing. Henry Huanca Loza por haberme brindado su tiempo, espacio y conocimientos para poder realizar los análisis en el desarrollo de mi investigación.

Finalmente agradecer a todas las personas que me apoyaron en diferentes formas a realizar el estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	11
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	11
3.2. VARIABLES Y OPERALIZACIÓN.....	11
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	13
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	13

3.5. PROCEDIMIENTO	15
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	18
3.7. ASPECTOS ÉTICOS.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación y morfología de microorganismos fúngicos	7
Tabla 2. Operalización de variables.....	12
Tabla 3. Validez de instrumentos.....	14
Tabla 4. Diseño del tratamiento de degradación experimental.....	17
Tabla 5. Combinación del tratamiento de degradación	17
Tabla 6. Prueba piloto de la aplicación de microorganismos fúngicos para la degradación, “ <i>in vitro</i> ”, de polímeros sintéticos.....	19
Tabla 7. Degradación de polímeros sintéticos durante el periodo de 4 meses	25
Tabla 8. Análisis de Varianza de los resultados obtenidos de la degradación del polietileno de alta densidad por acción del <i>Pycnoporus sanguineus</i> y <i>Fusarium culmorum</i>	27
Tabla 9. Valores de la media de HDPE con <i>Pycnoporus sanguineus</i> y <i>Fusarium culmorum</i>	27
Tabla 10. Agrupación de medias de los % de Peso perdido en polietileno de alta densidad utilizando el método de Tukey con una confianza de 95%.....	27
Tabla 11. Análisis de Varianza de los resultados obtenidos de la degradación del polietileno de baja densidad por acción del <i>Pycnoporus sanguineus</i> y <i>Fusarium culmorum</i>	29
Tabla 12. Valores de la media de LDPE con <i>Pycnoporus sanguineus</i> y <i>Fusarium culmorum</i>	29
Tabla 13. Agrupación de medias de los % de Peso perdido en polietileno de alta densidad utilizando el método de Tukey con una confianza de 95%.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Conidios de <i>Aspergillus flavus</i>	7
Figura 2. Conidios de <i>Aspergillus niger</i>	7
Figura 3. Micelio de <i>Penicillium italicum</i>	7
Figura 4. Macroconidio de <i>Fusarium culmorum</i>	8
Figura 5. Micelio de <i>Pycnoporus sanguineus</i>	8
Figura 6. Micelio secundario <i>Pleurotus ostreatus</i>	8
Figura 7. Proceso de degradación de polímeros sintéticos por microorganismos fúngicos.	10
Figura 8. Micrografías de la adaptación de los microorganismos fúngicos en la superficie de Polietileno de alta densidad y Polietileno de baja densidad A) <i>Aspergillus niger</i> -HDPE; B) <i>Fusarium culmorum</i> -HDPE; C) <i>Aspergillus flavus</i> -HDPE; D) <i>Penicillium italicum</i> -HDPE; E) <i>Pleurotus ostreatus</i> -HDPE; F) <i>Pycnoporus sanguineus</i> -HDPE; G) <i>Aspergillus niger</i> -LDPE; H) <i>Fusarium culmorum</i> -LDPE; I) <i>Aspergillus flavus</i> -LDPE; J) <i>Penicillium italicum</i> -LDPE; K) <i>Pleurotus ostreatus</i> -LDPE; L) <i>Pycnoporus sanguineus</i> -LDPE.....	21
Figura 9. Comparación de la diferencia de peso (%) del polietileno de alta densidad (HDPE) entre <i>Fusarium culmorum</i> y <i>Pycnoporus sanguineus</i>	26
Figura 10. Comparación de la diferencia de peso (%) del polietileno de alta densidad (HDPE) entre <i>Fusarium culmorum</i> y <i>Pycnoporus sanguineus</i>	28

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

HDPE:	Polietileno de Alta Densidad
LDPE:	Polietileno de Baja Densidad
PDA:	Agar Papa Dextrosa
SEM:	Microscopia Electrónica de Barrido
CO₂:	Dioxido de Carbono
CH₄:	Metano
H₂O:	Agua

RESUMEN

El presente estudio realizó la aplicación de microorganismos fúngicos, donde se describe el proceso de adaptación, el aprovechamiento de la fuente de carbono (cambios en la estructura del plástico) y degradación enzimática sobre los polímeros sintéticos en forma de pellets obtenidas de la empresa procesadora de plástico PERUPLAST S.A.C. Los microorganismos fúngicos (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium culmorum*, *Penicillium italicum*, *Pycnopus sanguineus* y *Pleurotus ostreatus*) fueron aislados de muestras infectadas, para una prueba piloto en un periodo de 46 días a 26°C en medio Agar Papa Dextrosa (PDA), los mayores valores en porcentajes de degradación se logró con la aplicación del *Fusarium culmorum* con 2.85 % en HDPE y 1.83% en LDPE, seguidamente el *Pycnopus sanguineus* con 2.16% en HDPE y 1.73% en LDPE. Se realizó el análisis Microscopia (SEM) donde se observó desarrollo de hifas, formación de micelos y los cambios en la estructura del polietileno, los resultados fueron una evidencia más de la acción degradativa de los microorganismos fúngicos. Posteriormente se aplicó 8 tratamientos con ambos polímeros sintéticos en un periodo de 4 meses, considerando tres replicas en el desarrollo, y al finalizar, mediante el método de pérdida de peso se determinó el porcentaje de degradación donde los mayores valores de degradación en porcentaje es de 6.24% para HDPE y 7.81% para LDPE con el *Fusarium culmorum*. Posteriormente, se aplicaron los análisis ANOVA con un solo factor y la prueba de Tukey, determinando la diferencia entre un tratamiento y otro. Finalmente, la metodología *in vitro* para la adaptación y aprovechamiento de fuente de carbono ante el presente factor degradante en ambientes controlados, comprobó la degradación de polímeros sintéticos con la aplicación de microorganismos fúngicos.

Palabras clave: *Fusarium culmorum*, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, degradación.

ABSTRACT

The present study carried out the application of fungal microorganisms where the adaptation process is described, the use of the carbon source (changes in the structure of the plastic) and enzymatic degradation on the synthetic polymers in the form of pellets obtained from the plastic processing company PERUPLAST SAC. The fungal microorganisms (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium culmorum*, *Penicillium italicum*, *Pycnoporus sanguineus* and *Pleurotus ostreatus*) were isolated from infected samples, for a pilot test over a period of 46 days at 26 °C in Papa Dextrose Agar medium (PDA), the highest values in percentages of degradation were achieved with the application of *Fusarium culmorum* with 2.85% in HDPE and 1.83% in LDPE, followed by *Pycnoporus sanguineus* with 2.16% in HDPE and 1.73% in LDPE. Microscopy (SEM) analysis was performed where hyphal development, mycelial formation and changes in the structure of the polyethylene were observed, the results were further evidence of the degrading action of fungal microorganisms. Subsequently, 8 treatments were applied with both synthetic polymers in a period of 4 months, considering three replicas in development, and at the end, by means of the weight loss method, the percentage of degradation was determined where the highest percentage degradation values are 6.24% for HDPE and 7.81% for LDPE with *Fusarium culmorum*. Finally, ANOVA analyzes with a single factor were applied together with the Tukey test in which the difference between one treatment and another was determined. Finally, the in vitro methodology for the adaptation and use of the carbon source to the present degrading factor in controlled environments, verified the degradation of synthetic polymers with the application of fungal microorganisms.

Keywords: *Fusarium culmorum*, high-density polyethylene, low-density polyethylene, degradation.



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VALDIVIEZO GONZALES LORGIO GILBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS FÚNGICOS PARA LA DEGRADACIÓN, "IN VITRO", DE POLÍMEROS SINTÉTICOS A NIVEL LABORATORIO, LIMA-2020.", del (los) autor (autores) GUERRERO CABRERA JOSE PAULO CESAR, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Lima, 26 de julio de 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VALDIVIEZO GONZALES LORGIO GILBERTO DNI: 40323063 ORCID 0000-0002-8200-4640	Firmado digitalmente por: LVALDIVIEZOG el 27 Jul 2020 13:31:17