



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Elaboración de papel artesanal a partir de filtros de cigarrillo  
degradados por *Pleurotus ostreatus*, Lima 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORAS:**

Puma Puma, Paola Jhemilym (ORCID: 0000-0002-2533-2947)

Valenzuela Tamayo, Liliana Melisa (ORCID: 0000-0002-9536-8670)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## Dedicatoria

Quiero expresar mi gratitud principalmente a Dios, por permitirme el haber llegado a este gran momento de mi formación profesional. A mis padres, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones, sé que este momento es uno de los más especiales y lleno de orgullo para ustedes, como lo es para mí. A mis hermanas, por ser el pilar de mi vida y mi razón de superarme día a día para ser el guía y ejemplo en sus caminos.  
(Jhemilym Paola Puma Puma)

Dedico esta investigación a mis padres, pilares fundamentales en mi vida; y a mis hermanos que siempre me apoyaron incondicionalmente y para quienes tengo un infinito agradecimiento pues, sin ellos jamás habría logrado continuar superándome frente a los retos de la vida y a Dios por mantenerme a mí y a mi familia con salud y unión fraternal.  
(Liliana Melisa Valenzuela Tamayo)

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, y guiarnos a lo largo de nuestra existencia, siendo el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad e iluminarnos en momentos de duda.

A nuestra querida Universidad César Vallejo y su plana docente por guiarnos a un camino de éxito y permitir forjar nuestro futuro profesional, brindándonos conocimientos y sabiduría

Al doctor Jorge Leonardo Jave Nakayo y al doctor Jiménez Calderón César Eduardo, quienes con sus conocimientos y experiencias nos guiaron durante la elaboración de nuestro proyecto de investigación, el cual no fue fácil debido a tantos inconvenientes que se atravesaron en el camino y sobre todo realizarlo en una coyuntura complicada; sin embargo, gracias a su capacidades profesionales y conocimientos científicos logramos realizar un excelente trabajo.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenidos.....	iii
Índice de tablas.....	iv
Índice de figuras.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	17
3.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo.....	19
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5. Procedimientos.....	22
3.6. Método de Análisis de datos.....	44
3.7. Aspectos éticos.....	44
IV. RESULTADOS.....	46
V. DISCUSIÓN.....	74
VI. CONCLUSIONES.....	77
VII. RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS.....	90

## Índice de tablas

Tabla 1: La taxonomía más considerada del <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	16
Tabla 2: Variables de investigación.....	19
Tabla 3: Técnicas de recolección de datos. ....	21
Tabla 4: Expertos en la validación de instrumentos. ....	22
Tabla 5: Resultado de la humedad del hongo .....	46
Tabla 6: Determinación de temperatura, humedad y pH del hongo .....	46
Tabla 7: ANOVA- para la Temperatura del hongo.....	48
Tabla 8: ANOVA- para la Humedad del hongo .....	49
Tabla 9: ANOVA- para el pH del hongo .....	50
Tabla 10: Recolección del filtro de cigarro inicial.....	51
Tabla 11: Resultados de la caracterización del filtro de cigarro inicial .....	51
Tabla 12: Pasos de acondicionamiento de filtro de cigarrillo .....	53
Tabla 13: Resultados de la composición del filtro de cigarrillo .....	53
Tabla 14: Desinfectado y secado de los filtros .....	54
Tabla 15: Parámetros físicos-químicos de la mezcla de celulosa .....	55
Tabla 16: ANOVA- para la temperatura .....	56
Tabla 17: ANOVA- para el pH .....	57
Tabla 18: ANOVA- para la Conductividad Eléctrica .....	58
Tabla 19: Tiempo de degradación.....	59
Tabla 20: ANOVA-Degradación de los filtros de cigarrillos .....	60
Tabla 21: Pruebas de chi-cuadrado(Degradación de los filtros).....	61
Tabla 22: Resultado de mediciones físicas y el gramaje del papel .....	62
Tabla 23: ANOVA (Gramaje).....	63
Tabla 24: Resultado de la resistencia al rasgado y color del papel.....	64
Tabla 25: Resultado de la humedad del papel .....	65
Tabla 26: Resultados de la longitud de rotura y tracción del papel artesanal .....	66
Tabla 27. ANOVA (Longitud de rotura) .....	67
Tabla 28: ANOVA- Para el tiempo de rotura .....	68
Tabla 29: ANOVA- Para la fuerza aplicada .....	69
Tabla 30: ANOVA- Para la tracción.....	70
Tabla 31: ANOVA- Para la el largo del papel .....	71
Tabla 32: ANOVA- Para el ancho.....	72
Tabla 33: ANOVA- Para el espesor.....	73

## Índice de figuras

Figura 1: Estructura de la cadena de la celulosa.....	13
Figura 2: La celulosa del filtro de cigarro.....	13
Figura 3: Diseño de las Fases Experimentales .....	18
Figura 4: Flujograma de la incubación del <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	24
Figura 5: Micelios de segundo nivel <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	24
Figura 6: Izquierda: Preparación del medio de cultivo.....	25
Figura 7: Siembra del micelio en el agar papa dextrosa (PDA).....	25
Figura 8: Proceso de Incubación y crecimiento del hongo .....	26
Figura 9: Etapa final de crecimiento y maduración del hongo .....	26
Figura 10: Determinación de porcentaje de humedad (%H) del Hongo .....	28
Figura 11: Segregación y recolección selectiva de los filtros .....	29
Figura 12: Fase 1: Recolección y acondicionamiento de los filtros .....	30
Figura 13: Medida de precisión Micrómetro Pie de Rey o calibre.....	31
Figura 14: Separación de los componentes de los filtros cigarrillos .....	32
Figura 15: Lavado de los filtros puros .....	33
Figura 16: Proceso de secado de los filtros .....	34
Figura 17: Se hizo el rotulado.....	35
Figura 18: Se añadió el filtro de cigarrillo.....	35
Figura 19: Se añadió en la placa Petri. ....	36
Figura 20: Las 27 placas petri acondicionadas.....	36
Figura 21: Las 27 placas petri selladas para la colocación en la estufa.....	37
Figura 22: Las placas colocadas en la incubadora a una temperatura de 26 °C. ....	37
Figura 23: Caracterización de la celulosa .....	38
Figura 24: Tamizado de la celulosa.....	39
Figura 25: Hojas del tamizado en un absorbente para su posterior secado.....	40
Figura 26: Muestras de hojas a las 24 horas.....	40
Figura 27: Colocación de las muestras de papel artesanal .....	41
Figura 28: Muestras de hojas papel artesanal.....	41
Figura 29: Trazos y cortes de probetas.....	43
Figura 30: Probeta de celulosa para medir la tracción, longitud y rotura.....	43
Figura 31: Gráfica de las principales propiedades del <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	47
Figura 32: Propiedades físicas de los filtros de cigarrillos .....	52
Figura 33: Composición de los filtros de cigarrillo .....	54
Figura 34: Propiedades físico-químicas de la celulosa. ....	56
Figura 35: Datos de gramaje .....	63
Figura 36: Determinación de la humedad del papel artesanal. ....	66

## Resumen

El presente informe de investigación tuvo como objetivo elaborar papel artesanal, utilizando filtros de cigarrillos degradados por el hongo *Pleurotus ostreatus*. Se empleó un diseño de tipo aplicada, experimental puro de nivel explicativo y comparativo. Se analizaron tres pruebas de degradación en cinco tiempos diferentes, la cual para cada prueba se empleó distintas cantidades de muestra de filtros 200, 300 y 400 los que posteriormente fueron sembrados en 27 placas Petri. La degradación de los filtros para la obtención de la celulosa se realizó mediante un modelo factorial de 3x3x3 en un tiempo total de 28 días, obteniendo 327 g de celulosa total. Para la elaboración de papel artesanal se realizó el proceso de triturado y homogenización finalizando con el proceso de tamizado. En conclusión, el análisis de la prueba P3 (F-400) en la caracterización físico-mecánicas presento mayor gramaje de 42.06 g/m<sup>2</sup>; con una tracción de 4.19x10<sup>-3</sup> Kg/mm<sup>2</sup> y con una menor longitud de rotura de 0,00211 m en comparación con las demás pruebas. Dichos análisis se realizaron con 30 probetas de celulosa obtenidas de las tres pruebas, donde se logró escribir y cortar confirmando su elaboración y uso como sustituto del papel tradicional.

**Palabras claves:** Degradación, papel artesanal, filtros de cigarrillos, *Pleurotus ostreatus*.

## **Abstract**

This research report aimed to produce handmade paper, using cigarette filters degraded by the fungus *Pleurotus ostreatus*. An applied type design was used, pure experimental of explanatory and comparative level. Three degradation tests were analyzed in five different times. For each test, different amounts of 200, 300 and 400 filter samples were used, which were later planted in 27 Petri dishes. The degradation of the filters to obtain cellulose was carried out by means of a 3x3x3 factorial model in a total time of 28 days, obtaining 327 g of total cellulose. For the production of handmade paper, the process of crushing and homogenisation was carried out, ending with the sieving process. In conclusion, the analysis of test P3 (F-400) in the physical-mechanical characterization presented a greater weight of 42.06 g/m<sup>2</sup>; with a traction of 4.19x10<sup>-3</sup> Kg/mm<sup>2</sup> and with a shorter break length of 0.00211 m in comparison with the other tests. These analyses were carried out with 30 cellulose samples obtained from the three tests, where they were written and cut confirming their manufacture and use as a substitute for traditional paper.

**Keywords:** Degradation, handmade paper, cigarette filters, *Pleurotus ostreatus*.



**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO, 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: "ELABORACIÓN DE PAPEL ARTESANAL A PARTIR DE FILTROS DE CIGARRILLO DEGRADADOS POR PLEUROTUS OSTREATUS, LIMA 2020", del (los) autor (autores) PUMA PUMA JHEMILYM PAOLA, VALENZUELA TAMAYO LILIANA MELISA, 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, 29 de julio de 2020

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO <b>DNI:</b> 01066653 <b>ORCID</b> 0000-0003-3536-881X	Firmado digitalmente por: JJAVEN el 29 Jul 2020 14:07:18