



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Biofiltros con *Furcraea andina* y *Eucalyptus globulus* para mejorar la calidad del efluente de la piscigranja de Acopalca - Ancash - 2018”

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

AUTOR:

Figuerola Jabel, Johana

ASESOR:

Ing. Benites Alfaro, Elmer Gonzales, Mgtr. Dr.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA- PERÚ

2018

PÁGINA DE JURADO

MIEMBROS DEL JURADO

Mg. Haydee Suarez Alvites

Mg. Carmen Aylas Humareda

Dr. Elmer Benites Alfaro.

DEDICATORIA

A mí madre, Julia Jabel Salvador, mi hermana, María Rosa Figueroa Jabel y mi padre, Eduardo Manuel Figueroa Álvarez por brindarme los medios para obtener una buena educación y formarme con buenos valores y principios; y por siempre brindarme su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios, por la fuerza y bendición que me da para seguir adelante hacia mis objetivos, así mismo a la UCV, alma mater, por brindarme una buena formación académica y por ser el lugar donde conocí a personas que me brindaron su amistad.

Así mismo a mi asesor, Ing. Elmer Gonzales Benites Alfaro por apoyarme y guiarme en este importante proceso, asimismo agradecer a Daniel Neciosup Gonzáles, Técnico en Laboratorio- UCV Lima Este y al Ing. Wilber Quijano Pacheco por apoyarme en la parte experimental de mi investigación.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2	TRABAJOS PREVIOS	2
1.3	TEORÍAS RELACIONADOS AL TEMA.....	9
1.3.1	Producción de la piscicultura.....	9
1.3.2	Calidad del Agua	10
1.3.3	Biofiltros.....	14
1.4	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.4.1	Problema General	19
1.4.2	Problemas Específicos	19
1.5	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	20
1.6	HIPÓTESIS.....	21
1.6.1	Hipótesis General	21
1.6.2	Hipótesis Específicos	21
1.7	OBJETIVOS	22
1.7.1	Objetivo General	22
1.7.2	Objetivos Específicos	22
II.	MÉTODO.....	23
2.1	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	23
2.1.1	Tipo de investigación.....	23
2.1.2	Diseño	23
2.1.3	Nivel de Investigación.....	24
2.1.4	La Unidad de Análisis.....	24
2.2	VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	33
2.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	34
2.3.1	Población.....	34
2.3.2	Muestra	34
2.3.3	Técnicas	34
2.3.4	Instrumentos de validación	34
2.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	35
2.6	ASPECTOS ÉTICOS.....	36
III.	RESULTADOS.....	36
3.1	RESULTADOS DESCRIPTIVOS.....	36

3.2 RESULTADOS INFERENCIALES	50
IV. DISCUSIÓN.....	76
V. CONCLUSIÓN.....	78
VI. RECOMENDACIONES.....	79
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80

Anexos

- ✓
- ✓ Cadena de custodia para las muestras de agua
- ✓ Registro de datos
- ✓ Ficha de las características de los biofiltros
- ✓ Mapa de localización de la zona de estudio
- ✓ Matriz de consistencia

Lista de tablas

Tabla 1 Normativas empleadas.....	17
Tabla 2: Estadístico de confiabilidad (Alfa de Cronbach)	35
Tabla 3: Eficiencia de los parámetros químicos después de aplicar los biofiltros reellenos de cabuya y eucalipto en sus diferentes tiempos de retención hidráulica.	48
Tabla 5: Biofiltro relleno de fibras de cabuya (<i>Frucaea andina</i>)	36
Tabla 6: Biofiltro relleno de astilla de madera de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)	37
Tabla 7: Prueba de Normalidad.....	51
Tabla 8: Prueba de muestras relacionadas	73
Tabla 9: Prueba T de muestra única para el biofiltro relleno de fibras de cabuya (<i>Furcraea andina</i>).....	52
Tabla 10: Prueba T de una muestra para el biofiltro relleno de astilla de madera de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).....	53
Tabla 11: Prueba de Normalidad.....	55
Tabla 12: Factores	56
Tabla 13: Homogeneidad de varianzas para la DBO ₅	57
Tabla 14: Prueba de efectos inter-sujetos para la DBO ₅	57

Tabla 15: Prueba de Tukey de la DBO ₅ en relación al TRH con los biofiltros rellenos de cabuya (<i>Furcraea andina</i>) y astillas de madera de eucalipto (<i>Eucalytus globulus</i>).....	58
Tabla 16: Medias marginales de la DBO ₅ en relación al TRH con los biofiltros rellenos de cabuya (<i>Furcraea andina</i>) y astillas de madera de eucalipto (<i>Eucalytus globulus</i>).....	59
Tabla 17: Homogeneidad de varianzas para la DQO.....	59
Tabla 18: Prueba de efectos inter-sujetos para la DQO.....	60
Tabla 19: Prueba de Tukey de la DQO en relación al TRH con los biofiltros rellenos de cabuya (<i>Furcraea andina</i>) y astillas de madera de eucalipto (<i>Eucalytus globulus</i>).....	61
Tabla 20: Medias marginales de la DQO en relación al TRH con los biofiltros rellenos de cabuya (<i>Furcraea andina</i>) y astillas de madera de eucalipto (<i>Eucalytus globulus</i>).....	61
Tabla 21: Homogeneidad de varianzas para el amonio.....	62
Tabla 22: Prueba de efectos inter-sujetos para el amonio.....	62
Tabla 23: Prueba de Tukey del amonio en relación al TRH con los biofiltros rellenos de cabuya (<i>Furcraea andina</i>) y astillas de madera de eucalipto (<i>Eucalytus globulus</i>).....	63
Tabla 24: Medias marginales de la DBO ₅ en relación al TRH con los biofiltros rellenos de cabuya (<i>Furcraea andina</i>) y astillas de madera de eucalipto (<i>Eucalytus globulus</i>).....	64
Tabla 25: Homogeneidad de varianzas para el nitrito.....	64
Tabla 26: Prueba de efectos inter-sujetos para el nitrito.....	65
Tabla 27: Prueba de Tukey de nitritos en relación al TRH con los biofiltros rellenos de cabuya (<i>Furcraea andina</i>) y astillas de madera de eucalipto (<i>Eucalytus globulus</i>).....	66
Tabla 28: Medias marginales de nitritos en relación al TRH con los biofiltros rellenos de cabuya (<i>Furcraea andina</i>) y astillas de madera de eucalipto (<i>Eucalytus globulus</i>).....	66
Tabla 29: Homogeneidad de varianzas para la nitrito.....	67
Tabla 30: Prueba de efectos inter-sujetos para el nitrito.....	67
Tabla 31: Prueba de Tukey del nitrito en relación al TRH con los biofiltros rellenos de cabuya (<i>Furcraea andina</i>) y astillas de madera de eucalipto (<i>Eucalytus globulus</i>).....	68
Tabla 32: Medias marginales del nitrito en relación al TRH con los biofiltros rellenos de cabuya (<i>Furcraea andina</i>) y astillas de madera de eucalipto (<i>Eucalytus globulus</i>).....	69
Tabla 33: Homogeneidad de varianzas para el pH.....	69
Tabla 34: Prueba de efectos inter-sujetos para el pH.....	70
Tabla 35: Prueba de Tukey del pH en relación al TRH con los biofiltros rellenos de cabuya (<i>Furcraea andina</i>) y astillas de madera de eucalipto (<i>Eucalytus globulus</i>).....	71

Tabla 36: Medias marginales del pH en relación al TRH con los biofiltros rellenos de cabuya (<i>Furcraea andina</i>) y astillas de madera de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).....	71
Tabla 37: Resumen del proceso para determinar el amonio.....	95
Tabla 38: Resumen del proceso para determinar el nitrito.....	97
Tabla 39: Curva de calibración para nitrito y Tabla 40: Regresión lineal para nitrito.....	98
Tabla 41: Curva de calibración para nitrato y Tabla 42: Regresión lineal para nitrato.....	98

Lista de Figuras

Figura 1: Ciclo del nitrógeno en el agua.....	11
Figura 2: Fibra de la <i>Furcraea andina</i>	18
Figura 3: Fibra de la madera de <i>Eucalyptus globulus</i>	19
Figura 4: Biofiltro con relleno de <i>Furcraea andina</i>	25
Figura 5: Biofiltro con relleno de <i>Eucalyptus globulus</i>	25
Figura 6. Cabuya machacada.....	35
Figura 7. Fibra de cabuya.....	27
Figura 8. Cortado de las fibras.....	27
Figura 9. Astilla de madera de eucalipto.....	36
Figura 10. Cortado de las astillas de eucalipto.....	28
Figura 11. Relleno de los biofiltros.....	36
Figura 12. Instalación de los biofiltros.....	28
Figura 13. Toma de muestras iniciales.....	30
Figura 14. Toma de muestras después de aplicar el tratamiento.....	31
Figura 15. Espectrofotómetro SQ-4802 Double Beam Scanning UV/Visible.....	31
Figura 16: Analizando las muestras de DBO.....	93
Figura 17: Analizando las muestras de D QO.....	94
Figura 18: Análisis de la concentración de Amonio.....	96
Figura 19: Análisis de la concentración de Amonio.....	97
Figura 20: Análisis de la concentración de Amonio.....	98

Lista de Gráficas

Gráfica 1: Variación de la concentración de la DBO ₅ después de aplicar los biofiltros rellenos de cabuya y eucalipto en sus diferentes tiempos de retención hidráulica.	39
Gráfica 2: Variación de la concentración de la DQO después de aplicar los biofiltros rellenos de cabuya y eucalipto en sus diferentes tiempos de retención hidráulica.	41
Gráfica 3: Variación de la concentración de amonio después de aplicar los biofiltros rellenos de cabuya y eucalipto en sus diferentes tiempos de retención hidráulica.	42
Gráfica 4: Variación de la concentración de nitrito después de aplicar los biofiltros rellenos de cabuya y eucalipto en sus diferentes tiempos de retención hidráulica.	44
Gráfica 5: Variación de la concentración de nitrato después de aplicar los biofiltros rellenos de cabuya y eucalipto en sus diferentes tiempos de retención hidráulica.	45
Gráfica 6: Variación de la concentración del pH después de aplicar los biofiltros rellenos de cabuya y eucalipto en sus diferentes tiempos de retención hidráulica.	47
Gráfica 7: Eficiencia de los parámetros químicos después de aplicar los biofiltros rellenos de cabuya y eucalipto.	49

RESUMEN

En esta investigación se realizó dos biofiltros con diferentes rellenos, el primero con fibras de *Furcraea andina* (cabuya) y el otro con astillas de madera de *Eucalyptus globulus* (eucalipto) para tratar aguas residuales de una piscícola en Acopalca, cuyas características químicas presenta una elevada carga orgánica y amonio, evaluando ambos biofiltros en tres diferentes tiempos de retención hidráulica (1h, 2h y 3h) para la obtención de un efluente que cumpla con la normativa establecida.

Luego de la aplicación del tratamiento se obtuvo un efluente cuyos parámetros se encuentran dentro de los límites establecidos, obteniendo con el primer biofiltro relleno de cabuya una eficiencia de remoción de DBO = 77.03%, DQO= 68.95%, NH₄⁺ = 76.25%, NO₃⁻ = 77.04%, NO₂⁻ = 86.86%, mientras que la eficiencia del biofiltro relleno con astillas de eucalipto tuvo una eficiencia de remoción de DBO = 75.07%, DQO= 68.19%, NH₄⁺ = 77.04%, NO₃⁻ = 78.31%, NO₂⁻ = 86.52%.

Además, comparando los tiempo de retención hidráulica se obtuvo que al emplear el tiempo de retención hidráulica de 3h, en ambos biofiltros, una mayor reducción de la concentración de la DBO = 28,6 mg/l, DQO= 72.51 mg/l, NH₄⁺= 22,36 mg/l; DBO= 31, 04 mg/l, DQO= 74, 28 mg/l, NH₄⁺= 21, 62 mg/l respectivamente, mientras que el NO₃⁻, NO₂⁻ y pH se mantuvieron dentro de los límites establecidos para ambos biofiltros.

Sosteniendo así, que los biofiltros con los rellenos orgánicos (cabuya y eucalipto) son eficientes para mejorar aguas con presencia de altas cargas orgánicas y amoniacales, además de ser aplicable en zonas rurales por su bajo costo y viabilidad. Teniendo en consideración que dichos rellenos al terminar su función de captadoras de contaminantes mediante la absorción y adsorción, pueden ser utilizados como material orgánico para abonar suelos carentes de nutrientes.

Palabras claves:

Biofiltro, cabuya, eucalipto, concentración, absorción y adsorción.

ABSTRACT

In this investigation, two biofilters with different fillings were made, the first one with *Furcraea andina* fibers (cabuya) and the other with wood chips of *Eucalyptus globulus* (eucalyptus) to treat wastewater from a fishpond in Acopalca, whose chemical characteristics present a high organic and ammonium load, evaluating both biofilters in three different times of hydraulic retention (1h, 2h and 3h) to obtain an effluent that complies with the established regulations.

After the application of the treatment an effluent was obtained whose parameters are within the established limits, obtaining with the first biofilter filled with cabuya a removal efficiency of BOD = 77.03%, COD = 68.95%, NH₄ + = 76.25%, NO₃⁻ = 77.04%, NO₂⁻ = 86.86%, while the efficiency of the biofilter filled with eucalyptus chips had a removal efficiency of BOD = 75.07%, COD = 68.19%, NH₄ + = 77.04%, NO₃⁻ = 78.31%, NO₂⁻ = 86.52%.

In addition, comparing the hydraulic retention time it was obtained that when using the hydraulic retention time of 3h, in both biofilters, a greater reduction of the BOD concentration = 28.6 mg / l, COD = 72.51 mg / l, NH₄ + = 22.36 mg / l; BOD = 31, 04 mg / l, COD = 74, 28 mg / l, NH₄ + = 21, 62 mg / l respectively, while NO₃⁻, NO₂⁻ and pH remained within the limits established for both biofilters.

Thus, biofilters with organic fillers (cabuya and eucalyptus) are efficient to improve waters with high organic and ammoniacal loads, as well as being applicable in rural areas due to their low cost and viability. Taking into consideration that these fillings, upon finishing their function of capturing contaminants through absorption and adsorption, can be used as organic material to fertilize nutrient-lacking soils.

Keywords:

Biofilter, cabuya, eucalyptus, concentration, absorption and adsorption.



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 07
Fecha : 31-03-2017
Página : 1 de 1

Yo, Benites Alfaro, Elmer Gonzales, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo – Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada "Biofiltros con *Furcraea andina* y *Eucalyptus globulus* para mejorar la calidad del efluente de la piscigranja de Acopalca - Ancash - 2018", del (de la) estudiante Johana Figueroa Jabel, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha..... *Los Olivos, 23 de Agosto de 2018*


.....
Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: *07867259*

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------