UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

EFECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA ARTIFICIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO; 2017.

TESIS PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AMBIENTAL

CARMEN BEATRIZ TORRES PAULINO

LIZ MISHELLY VIDAURRE DIAZ

PUCALLPA – PERÚ

2018

ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis ha sido aprobada por los miembros del jurado evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Carlos Panduro Carbajal

PRESIDENTE

Dr. Manuel Mamani Flores

MIEMBRO

Dr. Fermín Campos Solórzano

MIEMBRO

Dr. Grober Panduro Pisco

ASESOR

Bach. Carmen Beatriz Torres Paulino

TESISTA

Bach. Liz Mishelly Vidaurre Diaz

TESISTA

DEDICATORIA

Al creador que todo lo hizo perfecto, el que me ha dado la fortaleza para continuar pese a las dificultades y el que hizo posible todo esto. De igual forma, dedico este trabajo a mi Madre Luz Díaz Penadillo y a mi Padre Manuel Vidaurre Ramírez que son mi fortaleza.

Liz Mishelly Vidaurre Diaz

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por haberme dado la vida y permitir llegar a este logro tan importante para mí en mi vida profesional. A mi Madre Rosa Paulino Cabello, la que me motivo para llegar hasta aquí.

Carme Beatriz Torres Paulino

AGRADECIMIENTO

- Agradecemos a Dios por protegernos durante toda el camino y darnos fuerza para superar obstáculos y dificultades a lo largo de la carrera.
- A nuestros Padres, que con su esfuerzo, dedicación nos apoyaron y estuvieron en cada triunfo y en cada caída, y pese a todo siguieron confiando en nosotras, mi agradecimiento a ellos por su gran labor como padres.
- A nuestro asesor de tesis el Ing. Grober Panduro Pisco, quien con su valioso conocimiento y experiencia profesional nos guio durante toda el desarrollo de la tesis; por la calidad de persona y amigo que es, Gracias Ingeniero.
- Agradecimiento a nuestro Co Asesor Kevin Paul Reátegui Reátegui, quien dedico parte de su tiempo en apoyarnos.
- A nuestros jurados quien también se dieron el tiempo de corregirnos y apoyarnos en nuestro trabajo.
- Y porque no agradecer a los amigos que son parte de esta alegría, porque compartieron cada momento de alegría, lucha, perseverancia, caídas y desánimos a lo largo de esta etapa;

ÍNDICE GENERAL

ACTA DE APROBACIÓN ii
DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTO iv
ÍNDICE DE FIGURAS viii
ÍNDICE DE TABLAS x
ÍNDICE DE ANEXOS xi
RESUMEN xii
ABSTRACT xiii
INTRODUCCIÓN xiv

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulacion del Problema ..... 6..
1.1.1. General ..6
1.1.2. Esecifico 6..

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Problema ..... 7.
2.1.1. Internacional .7
2.1.2. Nacional ..... 9..
2.2. Definición de Terminos Básicos ..9
2.2.1. Agua ..... 9..
2.2.2. Fuentes de Contaminacion del Agua 10....
2.2.2.1. Fuentes Naturales ..... 10....
2.2.2.2. Fuentes Artificiales 10
2.2.3. Principales Contaminantes del Agua 11....
a. Microorganismos Patógenos ..... 11....
b. Desechos Orgánicos 11
c. Sustancias Quimicas Inorganicas 12
d. Nutrientes Vegetales Inorganicos ..... 12....
e. Compuestos Organicos ..... 12....
f. ..... Sedimentos y Materiales Suspendidos 12
g. Sustancias Radiactivas 13

h. Contaminación Térmica 13 . . . .

2.3. Eutrofización 13

2.4. Estandares de Caliada de Agua 14...

2.5. Microorganismos Efecientes y su Uso en Aguas Residuales 14

2.6 Microorganismos del EM 16
2.6.1 Bacterias Fotosinteticas (*Rhodopseudomonas palustris*) 16....
2.6.2. Bacterias Acido Lacticas (*Lactobacillus spp*) 18....
2.6.3. Levaduras (*Saccharomyce sp*) 20
2.7. Aguas Residuales ..... 22....
2.8. Dosis de Microorganismos Efecientes 22
2.9. Tiempo de Accion de Microorganismos Eficientes ..... 22....
2.10 Melaza 22
2.11 Estanque 22

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

3.1. Metodo de la Investigación 23
3.2. Poblacion y Muestra 23
3.2.1 Población 23
3.2.2. Muestra ..... 23....
3.3. Procedimiento para la Recoleccion de Daatos 24
3.3.1. Caracterizacion de la Calidad del Agua de la Laguna Artificial de la Universidad Nacional de Ucayali 24
3.3.2. Preparacion de EMAS (Solucion Microorganismos Eficientes Activados)... 26
3.3.3. Preparacion de EM Mudballs (Bolas de Lodo de Microorganismos Activos). 26
3.3.4. Tratamiento del Agua del Estanque de la Ganaderia de la UNU a trvés de los Microorganismos Eficientes 27
3.3.4.1. Tratamiento mediante EMAS 28
3.3.4.2. Tratamiento mediante EM Mudball 28
3.3.5. Determinacion del Tiempo de Accion Efectivo de Microorganismos Efecientes para el Tratamiento de Agua del Estanque de la Universidad Naconal de Ucayali 29
3.4. Tratamiento de Datos ..... 29....
3.5. Técnicas e Instrumentos para Recolección de Datos 29
3.5.1. Técnicas de Recolección de Datos 29
3.5.2. Instrumentos de Recolección de Datos 30
3.6. Procesamiento para Recolección de Datos ..... 31....

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Determinación de la Calidad del Agua de la Laguna Artificial de la UNU antes de la Aplicación de los Microorganismos Eficientes (EM) 32
4.2. Determinación de la Calidad del Agua de la Laguna Artificial de la UNU Despues de la Aplicación de los Microorganismos Eficientes (EM) 33

4.3. Determinación del Tiempo de Acción Efectiva de los Microorganismos Efecientes en el Tratamiento de Aguas de la Laguna Artificial de la Universidad Nacional de Ucayali 34
4.3.1. Ph 34
4.3.2. Conductividad 36....
4.3.3. Turbiedad 38
4.3.4. Oxigeno Disuelto ..... 40...
4.3.5. Demanda Bioquimica de Oxigeno (DBO5)..... 42...
4.3.6. Sulfatos 45...
4.3.7. Hierro (Fe) 47..
4.3.8. Coliformes termotolerantes 48...

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones ....
5.2. Recomendaciones ..... 52.
REFERENCIAS ....
ANEXOS..... .....60.

INDICE DE FIGURAS

		Pag.
Figura 1:	Ubicación de los 5 puntos de muestreo de la Laguna de la Universidad Nacional de Ucayali / Coordenadas UTM: 547250.51E, 9069591.57N.	25
Figura 2:	Diagrama de flujo del procesamiento para la recolección de datos de la investigación	32
Figura 3:	Comportamiento del pH del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, aplicando dosis de microorganismos eficientes comparado con los valores de estándares de calidad del ambiental para agua, categoría 3: bebidas de animales	37
Figura 4:	Comportamiento de la conductividad del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, aplicando dosis de microorganismos eficientes comparado con los valores de estándares de calidad del ambiental para agua, categoría 3: bebidas de animales.....	39
Figura 5:	Comportamiento de la turbiedad del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, aplicando dosis de microorganismos eficientes comparado con los valores de estándares de calidad del ambiental para agua, categoría 3: bebidas de animales.....	41
Figura 6:	Comportamiento del oxígeno disuelto del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, aplicando dosis de microorganismos eficientes comparado con los valores de estándares de calidad del ambiental para agua, categoría 3: bebidas de animales	43
Figura 7:	Comportamiento de la demanda bioquímica de oxigeno de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, aplicando dosis de microorganismos eficientes comparado con los valores de estándares de calidad del ambiental para agua, categoría 3: bebidas de animales	45
Figura 8:	Comportamiento de sulfatos del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, aplicando dosis de microorganismos eficientes comparado con los valores de estándares de calidad del ambiental para agua, categoría 3: bebidas de animales	47
Figura 9:	Comportamiento de Hierro (Fe) del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, aplicando dosis de microorganismos eficientes comparado con los valores de estándares de calidad del ambiental para agua, categoría 3: bebidas de animales.....	49

Figura 10: Comportamiento de coliformes termo tolerantes del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, aplicando dosis de microorganismos eficientes comparado con los valores de estándares de calidad del ambiental para agua, categoría 3: bebidas de animales... 51

Figura 11: Ubicación geográfica de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali/ Coordenadas UTM: 547250.51E, 9069591.57N 74

Figura 12: Preparando la mezcla para la elaboración de los Mud Balls 75

Figura 13: Mezcla de arcilla y cascarilla de arroz para la preparación de los Mud Balls 75

Figura 14: Aplicación de los microorganismos para la elaboración de los Mud Balls 76

Figura 15: Ubicación de los Mud Balls en un ambiente adecuado para su proceso de activación 76

Figura 16: Verificación de los Mud Balls después de los días de reposo para su activación 77

Figura 17: Mud Balls listos para ser transportados a la Laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali 77

Figura 18: Transportando los Mud Balls en camioneta a la Laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali 78

Figura 19: Trasladando los Mud Balls al área de la Laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali 78

Figura 20: Lanzamiento de los Mud Balls en la Laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali 79

Figura 21: Lanzamiento de los Mud Balls en la Laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali 79

Figura 22: Aplicación de los microorganismos eficientes actividades en la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali 80

Figura 23: Toma de muestra de agua en la Laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali con la ayuda de un brazo muestreador, posterior a la aplicación de los microorganismos eficientes..... 80

Figura 24: Análisis de los parámetros físicos químicos y microbiológicos de las muestras de agua obtenidas de la Laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali 81

ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1: Estándares de Calidad Ambiental para categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales 26

Tabla 2: Método para la toma de muestra de aguas 26

Tabla 3: Características de la calidad del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali 34

Tabla 4: Características de la calidad del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali después del tratamiento con los EM 35

Tabla 5: Comparación de medias con prueba Tukey para las concentraciones de pH en la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali 36

Tabla 6: Comparación de medias con prueba Tukey para las concentraciones de conductividad en la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali. $P_{tratamiento}$= <0,001 38

Tabla 7: Comparación de medias con prueba Tukey para las concentraciones de turbiedad en la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali. $P_{tratamiento}$= 0.0002 40

Tabla 8: Comparación de medias con prueba Tukey para las concentraciones del oxígeno disuelto en la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali. $P_{tratamiento}$= 0.0174 42

Tabla 9: Comparación de medias con prueba Tukey para las concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno en la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali. $P_{tratamiento}$= 0.0025 45

Tabla 10: Comparación de medias de los valores de sulfatos del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali. p= <0,0001 47

Tabla 11: Comparación de medias de los valores de Hierro (Fe) del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali. p= <0,0001 48

Tabla 12: Comparación de medias de los valores de coliformes termotolerantes del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali. p= <0.0001 51

ÍNDICE DE ANEXOS

		Pag.
Anexo 1.	Matriz de Consistencia	64
Anexo 2:	Formato de registros de datos de campo de muestra de agua	65
Anexo 3:	Escala de clasificación de la calidad del agua, con base en la demanda biológica de oxígeno (DBO5)	65
Anexo 4:	Datos de tomados durante el estudio	66
Anexo 5:	Análisis de Varianza con prueba Tukey para las medias de los parámetros de calidad de agua de la Laguna Artificial de la Universidad Nacional de Ucayali.....	69
Anexo 6:	Panel Fotográfico	75

RESUMEN

La investigación “Efecto de microorganismos eficientes en la calidad de agua de una laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, Provincia de Coronel Portillo; 2017”, se realizó en la Universidad Nacional de Ucayali, en las coordenada UTM 547250,51E, 9069591,57N; el objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes sobre la calidad del agua de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, en 30 días; el área total de la laguna fue de 3200 m^2. El modo de tratamiento seleccionado consistió en la aplicación superficial de 13L EMAS combinado con la aplicación interna de 6400 Mudballs. Se realizó un análisis inicial de la calidad del agua como base y luego se realizó tomas de muestras de agua cada 5 días. Los parámetros analizados fueron: pH, conductividad, turbiedad, oxígeno disuelto, DBO_5, sulfatos, hierro (Fe), y coliformes Termotolerantes. Para determinar el tiempo de acción de microorganismos eficientes, se realizó un análisis de varianza con la prueba Tukey ($p>0,05$). Los resultados fueron: pH 6,30; conductividad 598 us/cm; turbiedad 298 UNT; oxígeno disuelto 2 mg/l; DBO_5 19 mg/l; sulfatos 85 mg/l; hierro 3,70 mg/L; y coliformes Termotolerantes o fecales 835 UFC/100 ml. Los parámetros cumplieron con los estándares de calidad de ambiental de agua para la categoría 3: bebidas para animales. Se determinó que existen diferencias significativas en relación al tiempo de acción de los microorganismos eficientes en la calidad del agua de laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, obteniéndose resultados favorables a partir del día 5 hasta el día 30 que duró el monitoreo.

Palabras claves: grupos de microorganismos eficientes, materia orgánica, estándares de calidad de ambiental, eutrofización, nutrientes.

ABSTRACT

The research was carried out at the National University of Ucayali, in coordinates UTM 547250.51E, 9069591.57N; the goal was to assess the effect in the application of efficient microorganisms in water quality in the artificial lake of the National University of Ucayali, in 30 days; the total area of the lagoon was 3200 m2. The selected treatment mode consisted of the surface application of 13 lt EMAS combined with the internal application of 6400 Mudball. As a basis an initial analysis of the water quality was carried out and then water samples were taken each 5 days. The analyzed parameters were: pH, conductivity, turbidity, dissolved oxygen, BOD5, sulfates, iron (Fe), copper and thermotolerant coliforms. To determine the action time of efficient microorganisms, an analysis of variance was done with the Tukey test ($p > 0.05$). The results were: pH = 6.30; conductivity = 598 uS / cm; turbidity = 298 UNT; dissolved oxygen = 2 mg / L; BOD5 = 19 mg / l; sulfates = 85 mg / l; copper = 0.02 mg / L, iron = 3.70 mg / L; and thermotolerant or fecal coliforms = 835 CFU / 100 ml. The parameters met water quality environmental standards for category 3: beverages for animals. It was determined that there are significant differences in relation to the action time of efficient microorganisms in the water quality of the artificial lagoon of the National University of Ucayali, getting positive results from day 5 to day 30 that the monitoring lasted.

Keywords: groups of efficient microorganisms, organic matter, environmental quality standards, eutrophication, nutrients.

INTRODUCCION

Durante los próximos 50 años, los problemas relacionados con la falta de agua o la contaminación del vital líquido afectarán, prácticamente, a todos los habitantes del planeta, por lo que el mundo se verá abocado a la búsqueda de soluciones en este sentido (Romero & Dabiel, 2017)

En la actualidad, las ciudades vierten aguas residuales parcialmente tratadas y no tratadas en las aguas superficiales y subterráneas de las inmediaciones. Con los vertidos de procesos industriales, más la infiltración de los residuos de fertilizantes y plaguicidas utilizados en la agricultura, desechos domésticos y otros, aumenta la carga contaminante. El resultado es que sólo alrededor de un tercio del recurso potencial, probablemente unos 12 500 km^3 por año, se puede aprovechar para las necesidades de las personas, proporción que va disminuyendo a medida que aumenta la contaminación Organización Mundial de Salud (OMS, 2013)

Hay una gran variedad de métodos para la descontaminación de aguas y aguas residuales (AR), entre los que se encuentran la utilización de microorganismos, denominados eficientes (ME), y su importancia resulta de que ellos no generan subproductos contaminantes y, además, son eficientes (López, 1981). Un buen ejemplo es el sistema a partir de lodos activados, que se basa en el trabajo de las bacterias, para degradar los desechos existentes en el agua (García, 2001).

Los microorganismos eficientes han sido reportados como una alternativa para solucionar los problemas de contaminación hídrica. Ellos pueden utilizar los compuestos contaminantes presentes en las aguas como fuente de carbono y energía para su metabolismo y crecimiento (Romero & Dabiel, 2017), reduciendo sus concentraciones.

Además, al emplear una mezcla de varios microorganismos, con características metabólicas diferentes y complementarias entre sí. La cantidad y variedad de los compuestos metabólicos diferentes y complementarias entre si la cantidad y variedad de los compuestos que pueden ser degradados será mayor y los procesos a su vez, serán más eficaces (Cardoño & García, 2008).

Sin embargo, las experiencias se han dado en unidades experimentales contraladas, que en su mayoría son aguas residuales de diferentes fuentes. A diferencia de otros casos, en el presente estudio se propone aplicar microorganismos eficientes para recuperar cuerpos de agua, donde su calidad ha sido alterada por las diferentes fuentes contaminantes.

El ecosistema de la laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, es un ejemplo de la problemática de contaminación de otros cuerpos de agua y gran parte de dicho problemas, es propiamente por la cantidad de residuos orgánicos producto de las actividades de limpieza de las granjas, presencia de ganado vacuno, entre otros aspectos, convirtiéndose en un gran foco infeccioso en la formación de vectores, alteración del sistema ecológico, alteración paisajístico y contaminación de aguas superficiales como también subterráneas.

Es por ello que se plantea la utilización de microorganismos eficientes como tratamiento para la Laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, siendo esto un mecanismo de tratamiento más económico, fácil y eficiente que remueve contaminantes orgánicos y fisicoquímico, significativamente; reduciendo los malos olores, neutraliza la producción de gases nocivos como amoniaco, ácido sulfhídrico y reducción de lodos sedimentables, de microorganismos patógenos, coliformes, bacterias nocivas, hormonas y sulfatos, mejorar significativamente la calidad del agua.

Con la reducción de la Demanda Biológica de Oxigeno (DBO_5), Demanda Química de Oxigeno (DQO), la turbidez, los sólidos suspendidos, equilibrio del pH y el oxígeno disuelto.

Con este estudio se busca evaluar el efecto de los microorganismos eficientes sobre la calidad de agua en la Laguna artificial de la Universidad Nacional de Ucayali, en cumplimiento a los estándares de calidad para el agua y mejorar la calidad de vida del hombre y la preservación de la recursos hidrobiológicos, fauna, flora y sus distintas interacciones ecológicas; así como garantizar un recurso hídrico apropiado para la realización de distintas actividad del hombre y evitar la proliferación de agentes patógenos infecciosos, mejorando la salud de la población.