



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM) SOBRE
LOS COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES EN EL
TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA
UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS-SEDE PACHACAMAC, 2018

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

CARLOS YANGALI TAPE

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL

LIMA – PERÚ

JUNIO 2019

DEDICATORIA

A mi familia y en especial a mi madre quien es la que me empuja a cumplir con mis metas propuestas.

El Autor

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme salud y sabiduría.

A mi familia, por ser mi impulso.

A la autoridad de la UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS mi alma mater, por permitirme realizar mi investigación., a la FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SUS DOCENTES por brindarme los conocimientos esenciales para el desarrollo de mi carrera.

El Autor

ABREVIATURAS

EM: Microorganismo Eficaz

PTAR: Planta de Tratamiento de Agua Residual

CT: Coliformes Totales

CTT: Coliformes TermoTolerantes

OMS: Organización Mundial de la Salud

VMA: Valores Máximos Admisibles

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

LMP: Limite Maximo Permitido

MINAM: Ministerio del Ambiente

INDICE

	N°
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ABREVIATURAS.....	iv
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. CARACTERÍSTICAS DEL PROBLEMA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. Problema General.....	16
1.2.2. Problema Especifico.....	16
1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivo Especifico.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL

2.1.	MARCO REFERENCIAL	18
	2.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.2.	MARCO LEGAL	20
	2.2.1. LEY GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE N° 28611.....	20
	2.1.1. DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM, DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES	20
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	22
	2.3.1. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	22
	2.3.2. MICROORGANISMOS EFICACES (EM).....	22
	2.3.3. FUNCIONAMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS.....	22
	2.3.4. APLICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS.....	22
	2.3.5. EFICIENCIA DE TRATAMIENTO.....	23
	2.3.6. EFLUENTE.....	23
	2.3.7. GRADO DE TRATAMIENTO.....	23
	2.3.8. MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.....	23
2.4.	MARCO TEÓRICO	23
	2.4.1. EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM) SOBRE LOS COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES	23
	2.4.2. TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS SEDE PACHACAMAC	25

CAPITULO III

FUNDAMENTOS METODOLOGICOS

3.1.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
	3.1.1. Método.....	26
	3.1.2. Tipo.....	26
	3.1.3. Nivel.....	26
3.2.	DISEÑO.....	27
3.3.	VARIABLES.....	28
	3.3.1. Efectos de los Microorganismos Eficaces (EM) sobre los Coliformes Totales y TermoTolerantes	28
	3.3.2. Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac	28
3.4.	HIPÓTESIS.....	29
	3.4.1. Hipótesis General.....	29
	3.4.2. Hipótesis Especificas.....	29
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	29
	3.5.1. Población.....	29
	3.5.2. Muestra.....	29
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ACOPIO DE INFORMACIÓN.....	30
	3.6.1. Técnicas.....	30
	3.6.2. Instrumentos.....	30
	3.6.3. Validez y Confiabilidad.....	30
	3.6.4. Procedimiento y Análisis de la Información.....	31
	3.6.4.1. Metodología de Trabajo.....	31
	3.6.4.2. Metodología de Análisis de Datos.....	34

3.6.5. Contraste o Comprobación de la hipótesis.....	35
3.6.6. Cronograma de Realización de Investigación.....	36

CAPITULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1	Resultados.....	37
4.1.1.	Análisis de las condiciones operacionales.....	37
4.2	Resultados de la aplicación del Tratamiento.....	38
4.3	Discusión de Resultados.....	42
4.4	Análisis Económico.....	43
4.5	Contrastación de hipótesis.....	45
	CONCLUSIONES.....	46
	RECOMENDACIONES.....	47
	REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	48
	ANEXOS.....	50
	ANEXO 1: Matriz De Operacionalización de Variables y de Consistencia de la Investigación	51
	ANEXO 2: Evidencias fotográficas.....	55
	ANEXO 3: Ficha de Registro de Datos del Tratamiento.....	67
	ANEXO 4: Informe de Ensayos de Laboratorio.....	68
	ANEXO 5: Composición del EM Versaklim.....	69
	ANEXO 6: Normativa de comparación DS-003-2010-MINAM.....	71
	ANEXO 7: Normativa de comparación Internacional NOM-003-SEMARNAT-1997-MX	72
	ANEXO 8: Plan de trabajo presentado a la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac para entrar a hacer uso de las instalaciones de la PTAR	73

ANEXO 9: Informe de asesoría de tesis externa	74
--	-----------

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medida de Confiabilidad	30
Tabla 2 Cronogramas de la implementación de la Tesis	36
Tabla 3: Análisis Inicial	37
Tabla 4 Estadística descriptiva Coliformes TermoTolerantes	38
Tabla 5 ANOVA Coliformes TermoTolerantes	39
Tabla 6 Contraste de hipótesis Coliformes TermoTolerantes	39
Tabla 7 Estadística descriptiva Coliformes Totales	40
Tabla 8 ANOVA Coliformes Totales	40
Tabla 9 Contraste de hipótesis Coliformes Totales	40
Tabla 10 Remuneración	43
Tabla 11 Servicios	43
Tabla 12 Bines Fungibles	43
Tabla 13 Bines de Capital	44
Tabla 14 Contrastación de Hipótesis VS Resultados	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Activación de EM para iniciar el proceso de tratamiento	27
Figura 2 Esquema de desarrollo e implementación del Tratamiento	28
Figura 3 Coliformes Termotolerantes evolución aplicando el Tratamiento	39
Figura 4 Coliformes Totales evolución aplicando el Tratamiento	41

RESUMEN

Los microorganismos eficientes (EM) han sido reportados como una alternativa para solucionar los problemas de contaminación de aguas. Ellos pueden utilizar los compuestos contaminantes presentes en las aguas como fuente de carbono y energía para su metabolismo y crecimiento; de ahí que el presente trabajo tuviera como objetivo monitorear cambios físicos, químicos y microbiológicos que se producen en las aguas residuales tras la aplicación del producto Versaklin en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que posee la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac, la parte experimental de la presente investigación se basa en extraer 20 litros de aguas residuales no tratada en baldes de esta capacidad para posteriormente inocularle una dosis de Microorganismos Eficaces (EM), Versaklim (que está compuesta básicamente de una mezcla de levaduras, bacterias fotosintéticas y bacterias ácido lácticas que no representan ningún peligro para la salud ni para el medio ambiente).

El experimento se desarrolla con tres diferentes dosis de EM (0.5 %, 01% y 02 %) y una de control; Y se realizará tres repeticiones de cada uno. En total se tendrá 12 balde con 20 litros de agua residual cada uno; a las cuales se introducirán las diferentes dosis de los EM para poder ver antes durante y al finalizar el tratamiento cual fue el efecto que tuvo estos EM sobre los coliformes totales y termotolerantes de estas aguas residuales teniendo en cuenta que las aguas residuales que se someterán al tratamiento son las aguas residuales entrantes a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales es decir para analizar su calidad inicial todo este proceso para llegar a un tiempo de maduración de acción de los microorganismos será de 15 días.

Los resultados mostrados demuestran la eliminación de Coliformes TermoTolerantes en los tres tratamientos en las dosis propuestas eliminan el 100% de las Coliformes TermoTolerantes al día 15 de maduración de los EM dentro del agua residual encontrando la eliminación optima el día 12 con una dosis optima de 0.5% equivalente a 400mL de EM activado, eliminando en la repetición 3 del tratamiento un 99.999950% .

Palabras claves: Microorganismos Eficientes (EM), Coliformes TermoTolerantes (CTT), Agua Residual, Tratamiento Biológico.

El autor.

ABSTRACT

The efficient microorganisms (EM) have been reported as an alternative to solve water pollution problems. They can use the polluting compounds present in water as a source of carbon and energy for their metabolism and growth; Therefore, the objective of this work was to monitor physical, chemical and microbiological changes that occur in wastewater after application of the Versaklin product in the Wastewater Treatment Plant owned by Alas Peruanas University, Pachacamac, the experimental part of The present investigation is based on extracting 20 liters of untreated wastewater in buckets of this capacity to subsequently inoculate a dose of Effective Microorganisms (EM), Versaklim (which is basically composed of a mixture of yeasts, photosynthetic bacteria and lactic acid bacteria that they do not represent any danger to health or to the environment).

The experiment is developed with three different doses of EM (0.5%, 01% and 02%) and one of control; And there will be three repetitions of each one. In total there will be 12 buckets with 20 liters of residual water each; to which the different doses of the MS will be introduced to be able to see before and during the end of the treatment what was the effect that these MS had on the total and thermotolerant coliforms of these wastewater taking into account that the wastewater that will be submitted to the treatment is the incoming wastewater to the Wastewater Treatment Plant that is to analyze its initial quality, this process to reach a time of maturation of action of the microorganism will be 15 days.

The results shown demonstrate the elimination of Thermo-Tolerant Coliforms in the three treatments in the proposed doses eliminate 100% of the Thermo-Tolerant Coliforms by day 15 of maturation of the MS within the residual water, finding the optimal elimination on day 12 with an optimum dose of 0.2 % equivalent to 400mL of activated EM, eliminating 99.99950% in repeat 3 of the treatment.

Keywords: Efficient Microorganisms (EM), Thermo-Tolerant Coliforms (CTT), Residual Water, Biological Treatment.

The autor.

INTRODUCCIÓN

El agua es el compuesto vital para la alimentación, higiene y actividades del ser humano, por eso el hombre debe disponer de agua segura para proteger su salud. Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud es un estado de completo bienestar, físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades.

El agua se considera contaminada cuando su composición o estado no reúne las condiciones requeridas para los usos a los que se hubiera destinado en su estado natural. Uno de los problemas ambientales más graves en la actualidad es la contaminación del recurso hídrico debido a que el problema tiene múltiples causas y se presenta en formas muy diversas, con asociaciones y sinergismos difíciles de prever. Este está relacionado directamente con cambios demográficos en las últimas décadas, ya que a medida que las poblaciones humanas crecen utilizan más el agua para llevar a cabo sus actividades cotidianas y productivas, originando cambios físicos, químicos y biológicos en el agua resultante.

El tratamiento de las aguas residuales es una necesidad evidente de la población actual, debido al peligro que estas representan para la salud y el ambiente; Este tratamiento consiste en la eliminación de microorganismos patógenos (virus y bacterias), sustancias tóxicas y de retención de sólidos, evitando que lleguen a las corrientes naturales que puedan servir de fuente de abastecimiento a otras comunidades – flora y fauna, mitigando el efecto de tal contaminación para restablecimiento de la biota (flora y fauna acuática).

La tecnología del producto EM (del inglés efficient microorganisms), basada en la actividad sinérgica de consorcios de microorganismos eficaces, ha sido reportada como una alternativa para el tratamiento de aguas contaminadas, ya que incrementa las densidades de microorganismos que pueden utilizar los compuestos presentes en el agua como fuente de carbono y energía para su metabolismo y crecimiento, 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 que pueden ser degradados será mayor y los procesos a su vez, serán más eficaces.

Dentro del espectro de investigación para favorecer a la comunidad de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac en la cual se encuentra un número considerable de estudiantes

de esta casa de estudio , se procedió a analizar la calidad del agua residual entrante a la Planta de Tratamiento que posee esta sede para así analizar la concentración de Coliformes TermoTolerantes existentes en las mismas y verificar como los EM permiten su disminución en forma gradual y esto genera una mejor calidad de agua.

El autor.

Capítulo I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.

El agua se constituye como uno de los recursos naturales de vital importancia para la vida y para toda actividad económica. Los ríos y los lagos fueron y son importantes fuentes de agua para consumo y para riego desde los comienzos de la civilización. Sin embargo, estos y aun los mares fueron los primeros receptáculos donde se vertieron los desechos humanos, tanto locales como industriales, y todas las otras aguas servidas. Hay ríos, lagos y sectores costeros de los mares que son comúnmente llamados "cloacas", cuando no funcionan o no existen adecuadas plantas de tratamiento para las aguas servidas. Contaminación de aguas y ríos. Disponible en: www.pvem.org.mx/contamin_rio. (14/09/04).

El deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves del país y un impedimento para lograr el uso eficiente del recurso, y compromete el abastecimiento en calidad y cantidad. Las causas principales están en la contaminación industrial, la falta de tratamiento de las aguas servidas, y el uso indiscriminado de agroquímicos (8). Otra causa es el vertimiento directo de aguas servidas de las ciudades a los ambientes acuáticos y sin tratamiento previo, pues muy pocas ciudades tienen plantas de tratamiento. Las ciudades más grandes (Lima, Callao, Chicla, Huancayo, Cusco, Arequipa, Puno, Juliaca, Pucallpa e Iquitos, entre otras) están originando una grave contaminación de ambientes acuáticos, entre ellos el Lago Titicaca, los ríos Urubamba, Mantaro y Santa, entre otros, y de ambientes marinos. Recursos naturales. Recurso agua Disponible en: www.portalagrario.gob.pe. (14/09/05).

El desarrollo de los microorganismos está ligado íntimamente a las condiciones ambientales, en particular con la temperatura, pH y oxígeno. Cada microorganismo tiene una temperatura máxima, por encima no existe su crecimiento; una mínima, por debajo no es posible su proliferación. Cada organismo tiene un límite de pH, donde hace posible su crecimiento, la mayoría está entre un pH de 5 a 9, un grupo mínimo

inferior a 2 y superior a 10. El oxígeno no ocasiona muerte en los microorganismos anaeróbicos, sino inhiben su crecimiento (Pérez & Ramírez 2008) Los microorganismos se reproducen con rapidez, un solo microorganismo en un plazo de un día puede dar origen a millones de microorganismos iguales a él, dependiendo de la disponibilidad de nutrientes (Alonso 2011).

Para la oxidación aeróbica se necesita de microorganismos aeróbicos y se compone de los siguientes pasos: la hidrólisis, actúan las bacterias hidrolíticas, segregando enzimas que hidrolizan los polímeros orgánicos; acidogénesis o fermentación, formando gases en promedio 80% de CO₂, 20% de H₂ y algo de amoníaco NH₃; acetogénesis, conversión de los ácidos y alcoholes carboxílicos a hidrógeno, bióxido de carbono y ácido acético; y metanogénesis, actúan los microorganismos metanogénicos catalizando el ácido acético, transformándolo a metano CH₄ (ITAR s.f.)

Los microorganismos son las primeras y más primitivas formas de vida en nuestro planeta, que crecían y desarrollaban en el medio. Este tipo de vida no se hizo evidente hasta que Anton van Leeuwenhoek en 1676 utilizando una lente de aumento elaborada por él mismo, descubrió los microbios. La limpieza de las aguas residuales implica operaciones de sedimentación y filtración, el proceso de tratamiento es de mucha importancia, por eso hay que entender los mecanismos de los microorganismos, quienes son los que realizan la parte básica de este proceso (ITAR s.f.)

Los objetivos de la investigación fueron evaluar el efecto de los microorganismos eficientes (EM) en el tratamiento de las aguas residuales entrantes a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sobre Coliformes TermoTolerantes (CTT) y Coliformes Totales (CT).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general.

¿Es posible mejorar la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes mediante el uso de Microorganismos Eficaces (EM)?

1.2.2. Problemas específicos.

- A. ¿En qué medida el uso Microorganismos Eficaces (EM) en las condiciones Operacionales mejora la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes?

- B. ¿Cuál es la concentración más óptima del Uso de Microorganismos Eficaces (EM) en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1. Objetivo general.

Mejorar la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes mediante el uso de Microorganismos Eficaces (EM)

1.3.2. Objetivos específicos.

- A. Determinar las condiciones operacionales del uso de Microorganismos Eficaces (EM) para la mejora la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.

- B. Determinar la concentración más óptima del Uso de Microorganismos Eficaces (EM) en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

En la actualidad se evidencia que el problema de contaminación de aguas es latente, y que el incumplimiento de la legislación en relación a los VMA es continuo.

Las industrias en sus diferentes rubros son muy variadas es por ello que los residuos líquidos se producen de manera no continua a través del día permitiendo grandes variaciones en la carga contaminante durante el proceso de producción, de esta manera, la variedad de productos y los métodos de producción, hacen que las aguas residuales tengan características muy variables, pues de acuerdo al producto que se elabore se afecta considerablemente la carga contaminante (AYMERICH, 2012, p. 12-23).

La presente investigación se fundamenta con el deseo de poder mejorar la calidad de aguas residuales generadas en la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac específicamente en lo que respecta a Coliformes Totales y TermoTolerantes, además, con la finalidad de determinar la concentración más óptima de Microorganismos Eficaces en el mejoramiento de la calidad de aguas residuales de la Universidad que entran a la Planta de Tratamiento que este universidad posee , de modo que se pueda plantear una alternativa para el cumplimiento de la normativa. Asimismo, la presente investigación pretende dar a conocer un tipo de tratamiento sostenible, limpio y económico, para así aportar en el cuidado de los recursos naturales. Al mismo tiempo que sirva como punto de referencia para futuras investigaciones con características similares.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Definitivamente una de las grandes limitaciones fue encontrar investigaciones que apoyen el sustento, aparte de un financiamiento adecuado, pero se pudo sortear estos inconvenientes de una manera adecuada.

Capítulo II

MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL

2.1. MARCO REFERENCIAL.

2.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

- **CARDONA Y GARCIA (2008)** en su tesis “Evaluación del Efecto de los Microorganismos Eficaces EM sobre la Calidad de un Agua Residual Domestica”, se plantea como objetivo general: Evaluar el efecto de Microorganismos eficaces sobre la calidad de un agua residual doméstica. Diseño de Investigación: Experimental. Resultados: Se pudo evidenciar, en los resultados de los primeros muestreos, una disminución en la DQO a diferencia de la DBO₅. Al contrario, en los muestreos realizados en los días 30 y 45 alcanzaron valores muy altos, 294.2mg/mL y 411.9mg/mL respectivamente. Conclusiones: No se observaron diferencias significativas en las concentraciones de ninguno de los parámetros en ninguno de los tiempos, entre control y los tratamientos, por lo cual se concluyó que no existió un efecto de la profundidad de la aplicación de ME, bajo las condiciones del presente estudio. De igual forma, para la mayoría de los parámetros evaluados, no se observaron diferencias significativas entre el control y los tratamientos, a excepción de la disminución significativa de S₂- (30 y 45d), coliformes fecales (10d), así como recuentos significativamente mayores en levaduras y mayor DBO₅ (30y45d) de los tratamientos con respecto a los controles, mostro un claro efecto positivo de la aplicación de EM.
- **VARGAS (2006)** en su Tesis “Efecto de los Microorganismos Eficaces (EM) en el tratamiento de Aguas Servidas del C.P. Huaripampa-Olleros, 2006”, cuyo objetivo general fue evaluar la calidad física, bioquímica y biológica de las aguas servidas tratadas con EM. Diseño de Investigación: Experimental. La aplicación de ME fue realizada en las siguientes presentaciones: EM activado, Ladrillo activado, Arcilla activada y Carbón activado. Los muestreos fueron realizados a los 10, 30, 60 y 90 días, 3 meses de experimentación, evaluaron el efecto en los parámetros nitratos, sólidos totales, fosfatos, DBO₅, DQO y parámetros biológicos. Los resultados demostraron eficiencia en todos los parámetros

analizados, respecto a la DBO y DQO se encontró mayor eficiencia a los 90 días después del tratamiento, mostrando una eficiencia de 87.21% en DBO y 78% en DQO. Conclusiones: Sin embargo, no alcanzo lo establecido por la ley dado que el tratamiento se vio influenciado por la temperatura del agua y la deficiencia en el funcionamiento de la planta.

- **FERNANDEZ (2014)** en su tesis “Eficiencia de Microorganismos Eficaces en las aguas residuales de la Planta de Tratamiento del distrito de Yanaoca, Perú”, cuyo objetivo general fue evaluar la eficiencia de los Microorganismo Eficaces en los efluentes de la Planta de Tratamiento. Diseño de Investigación: Experimental. Los resultados al mes de la inoculación con Microorganismos Eficaces fueron los siguientes: el pH se redujo de 7.5 a 7, la DBO₅ se redujo en un 39%, la DQO se redujo en un 13%, el fosforo se redujo de 37 a 19mg, el nitrógeno vario de 57 a 32 mg, los coliformes totales y fecales cerca del 100% de reducción. Conclusiones: La aplicación de Microorganismos Eficaces en las aguas residuales de la Planta de Tratamiento redujo la cantidad de pH, DBO, DQO, P, N₂, Coliformes totales y fecales a los 30 días de su aplicación.

RODRIGUEZ (2012) en su tesis “Purificación de agua por medio de microorganismos eficientes y filtración realizado en la Finca “El Bosque” de Colombia”, cuyo objetivo general fue potabilizar el agua mediante la aplicación de Microorganismos Eficaces y filtración. Diseño de Investigación: Experimental. Los resultados indican que, mediante la aplicación de Microorganismos Eficaces a aguas servidas, se logra alcanzar el pH óptimo, de 4 pH a 7pH en 1 mes apta para consumo de animales y riego, después del tratamiento la calidad del agua mostro mejora. Conclusiones: La aplicación de Microorganismos Eficaces en las aguas servidas de la Finca “El Bosque” potabiliza la misma, dejándola apta para el consumo humano y animal.

2.2. MARCO LEGAL.

El trabajo de investigación está enmarcado dentro del ámbito agua residuales domésticos. Existen aspectos legales que deben tomarse en cuenta para no transgredir las leyes nacionales, por lo que se hace referencia a aquellas leyes que tienen relación con el tema.

2.2.1 LEY GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE N° 28611

En el artículo 31, Estándares de calidad Ambiental (ECAS) como medidas que establece la concentración o grados de elementos, sustancia o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua o suelo en su condición de cuerpo receptor que no presente riesgo para la salud en las personas ni al ambiente. Se adjunta en los anexos

2.2.2 DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM, DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES

Artículo 1°. - Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipalidades (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2°. - Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- Planta de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales (PTAR): Infraestructura y procesos que permitan la depuración de aguas residuales domésticas o municipales.

- Límite máximo permisible (LMP): Es la medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos o biológicos, que caracterizan a una emisión, que la ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano o al ambiente. Su Decreto es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental. - Protocolo de monitoreo:

Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en función a los programas de monitoreo.

Artículo 3°. - Cumplimiento de los límites máximos permisibles de efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la siguiente norma entraran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobado por el siguiente Decreto Supremo, no serán aplicados a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3 Los titulares de las PTAR que se encuentran en operación a la dación del presente Decreto Supremo y no cuenten con certificación ambiental, tendrán plazo no mayor de dos años (02), contados a partir de la publicación del siguiente Decreto Supremo, para presentar en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental, autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de PTAR que se encuentran en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenta con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres años (03), contando con la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

2.3. MARCO CONCEPTUAL.

2.3.1. TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES. – El tratamiento de las aguas residuales consiste en operaciones físicas, biológicas y químicas, con lo que se busca eliminar gran cantidad posible de contaminantes antes de su vertido, para que así los niveles de contaminación que queden en los efluentes tratados cumplan los límites establecido y puedan ser asimilados por las fuentes receptoras (CENTRO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DEL AGUA DE SEVILLA, 2008, p. 46)

2.3.2. MICROORGANISMOS EFICACES (EM) (bacterias fotosintéticas, ácido lácticas y levaduras). - Consiste en cultivos mixtos de microorganismos beneficiosos de origen natural. Predominan bacterias ácido lácticas, microorganismos fotosintéticos y levaduras, todos estos son mutuamente compatibles uno con el otro y pueden coexistir en cultivo líquido (HIGA y PARR, 1994, p. 33)

2.3.3. FUNCIONAMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS. - Los Microorganismos Eficaces actúan en medio de coexistencia donde las bacterias fotosintéticas producen azúcares y carbohidratos útiles para las bacterias ácido lácticas y levaduras a partir de la materia orgánica presente en el agua. A su vez las levaduras generan enzimas que son empleadas por las bacterias ácido lácticas y estas originan ácido que suprime los microorganismos dañinos y ayuda a la descomposición de la lignina y celulosa (EMPROTEC, 2016, p. 13)

2.3.4. APLICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS. - Se puede utilizar Microorganismos en la agricultura, actividad pecuaria, compostaje, tratamiento al suelo, relleno sanitario y tratamiento de agua. En el caso de tratamientos de aguas, se aplica a aguas servidas de viviendas y fábricas industriales, con la finalidad de que su retorno al ambiente pueda restaurar el balance ecológico del área, como se sabe las aguas residuales contienen materia orgánica (EMPROTEC, 2016, p. 15)

- 2.3.5. EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO.** - Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.6. EFLUENTE.-** Líquido que sale de un proceso de tratamiento. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.7. GRADO DE TRATAMIENTO.-** Eficiencia de remoción de una planta de tratamiento de aguas residuales para cumplir con los requisitos de calidad del cuerpo receptor o las normas de reúso. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.8. MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.-** Conjunto de obras de recolección, tratamiento y disposición y acciones de operación, monitoreo, control y vigilancia en relación a las aguas residuales. (NORMA OS. 090, 2006)

2.4. MARCO TEÓRICO.

2.4.1.EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM) SOBRE LOS COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES

Hay una gran variedad de métodos para la descontaminación de aguas y aguas residuales, entre los que se encuentran la utilización de microorganismos, denominados eficientes (EM), 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).

En un inicio estos microorganismos fueron utilizados para mejorar la calidad del suelo y la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas respectivamente, así como suprimir putrefacción (incluyendo enfermedades). Este estudio fue desarrollado por el Doctor Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón, y se completó en 1982 (EEAITAJ 2013).

Posteriormente, los EM se han aplicado en diferentes contextos como las actividades pecuarias (apicultura, porcicultura, ganadería, acuicultura), rellenos

sanitarios, botaderos de basura y desechos, tratamiento de los suelos, de aguas y aguas residuales, etcétera. En el informe realizado por Productores y Distribuidores de EM1 en México (EM Yucatán s/a), se exponen los distintos usos que se les pueden dar a los ME, tales como sustitutos de artículos de aseo (limpiador de piso, baño y cocinas), para eliminar el olor desagradable a humedad y drenaje, en la conservación de frutas y verduras, para reducir la contaminación de los lodos sépticos, en trabajos de construcción y restauración, jardinería, terapia medicinal y otros muchos más. La base de la tecnología de EM es la mezcla de diferentes tipos de microorganismos, todos ellos benéficos, que poseen propiedades de fermentación, producción de sustancias bioactivas, competencia y antagonismo con patógenos, todo lo cual ayuda a mantener un equilibrio natural entre los microorganismos que conviven en el entorno, trayendo efectos positivos sobre la salud y bienestar del ecosistema.

En la investigación de Romero, T. & Vargas, D (2017). se menciona sobre el efecto de los Microorganismos Eficaces en la remoción de Coliformes fecales lo siguiente: “Coliformes fecales: los coliformes fecales, después de incorporado el producto, disminuyeron en nueve de los 10 puntos de muestreo (con excepción del 9 por haber sido aplicado 2 km antes del punto de monitoreo), desde 1×10^6 NMP/100mL hasta 2 NMP/100 mL para el período evaluado. Este proceder muestra la gran contribución del Versaklin para disminuir o eliminar contaminación fecal, hasta concentraciones de coliformes fecales por debajo de lo que indica la norma NC 27 (2012), en estos casos 1 000 NMP/100 mL.

Acerca de los microorganismos Kyan et al. (1999) plantean que, de manera general, ellos son capaces de mineralizar la materia orgánica de manera rápida y efectiva, y convertir las aguas residuales en productos no tóxicos para determinados usos, incluyendo desde aguas albañales hasta las que se generan en los procesos industriales, aunque la ventaja radica no solo para remediar aguas contaminadas, sino también para mejorar la calidad de los suelos con vistas a su uso en los cultivos, para beneficiar las aguas que beben los animales de corral, para la cría de animales acuáticos (peces y crustáceos), para la fermentación de ciertos alimentos, para eliminar olores en los tanques sépticos, etcétera.

2.4.2. TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS SEDE PACHACAMAC

Con respecto a la mejora de la calidad de aguas residuales, es necesario aplicar un tratamiento para cumplir con las normativas legales y a su vez asegurar una buena calidad de vertido sin crear alteraciones medioambientales que ponen en riesgo nuestro ecosistema. Para mejorar la calidad de aguas residuales tenemos los procesos biológicos como los más adecuados, para los cuales podemos encontrar diferentes alternativas: Los procesos aerobios se basan en microorganismos que en presencia de oxígeno transforman la materia orgánica en gases y en nueva materia celular que usan para su propio crecimiento y reproducción; otro tipo de procesos a utilizar en la degradación de la materia orgánica son los procesos anaerobios, en este caso en ausencia total de oxígeno. Mediante estos tratamientos se obtienen gases que pueden ser aprovechados para uso energético como el metano (RAMALHO, 2011, p. 35)

Capítulo III

FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1.1. Método.

Método Experimental

HERNAMDEZ SAMPIERI indica que un estudio experimental es aquel que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes, para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (1996, p. 160)

3.1.2. Tipo.

Investigación Explicativa

La investigación de tipo explicativa ya no solo describe el problema o fenómeno observado, sino que se acerca y busca explicar las causas que originaron la situación analizada.

3.1.3. Nivel.

Transversal.

Se define como un tipo de investigación observacional que analiza datos de variables recopiladas en un periodo de tiempo sobre una población muestra o subconjunto predefinido.

3.2 DISEÑO.

Experimental

Es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. En la presente Figura se muestra el diseño experimental a realizar en la presente investigación

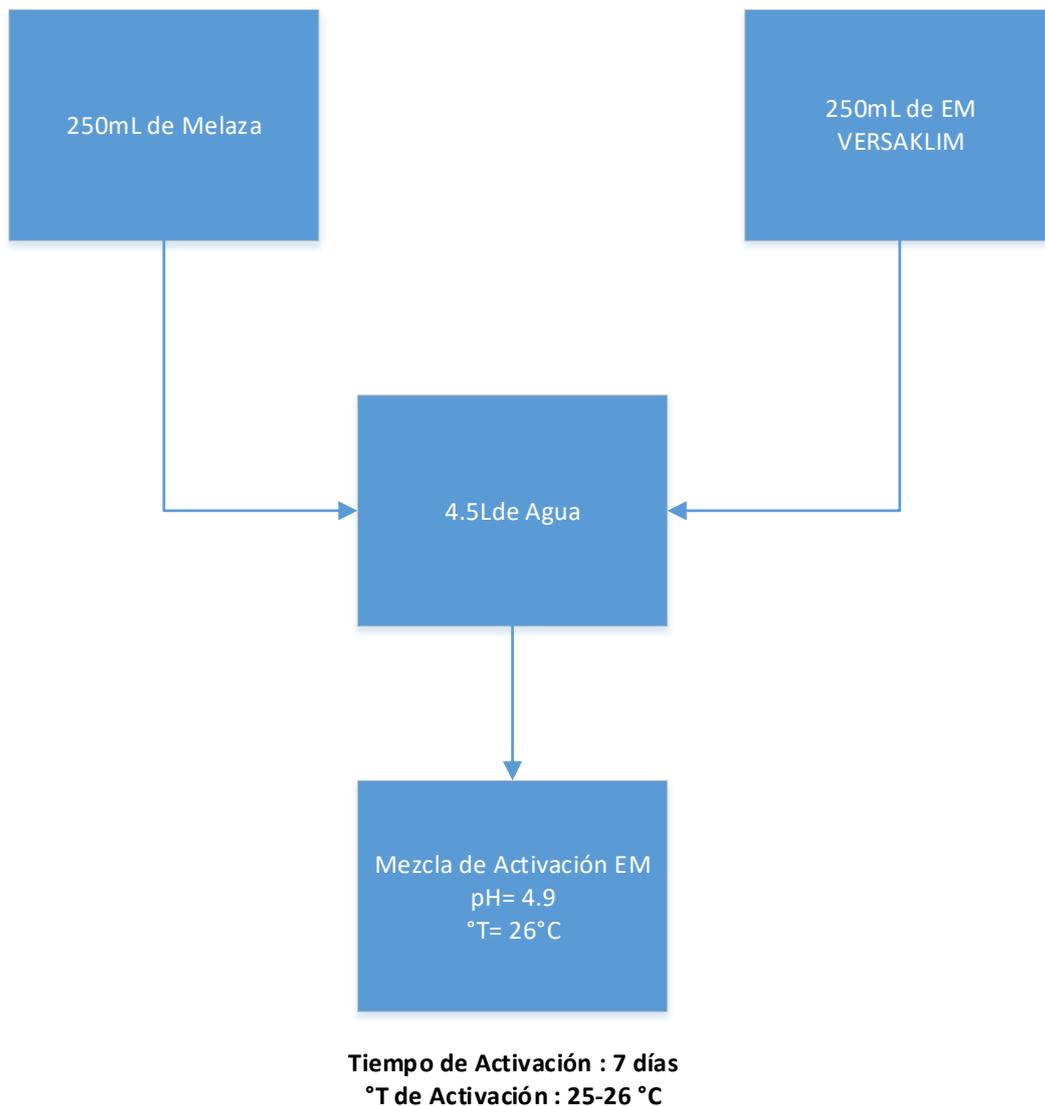


Figura 1: Activación de EM para iniciar el proceso de tratamiento

Elaboración propia

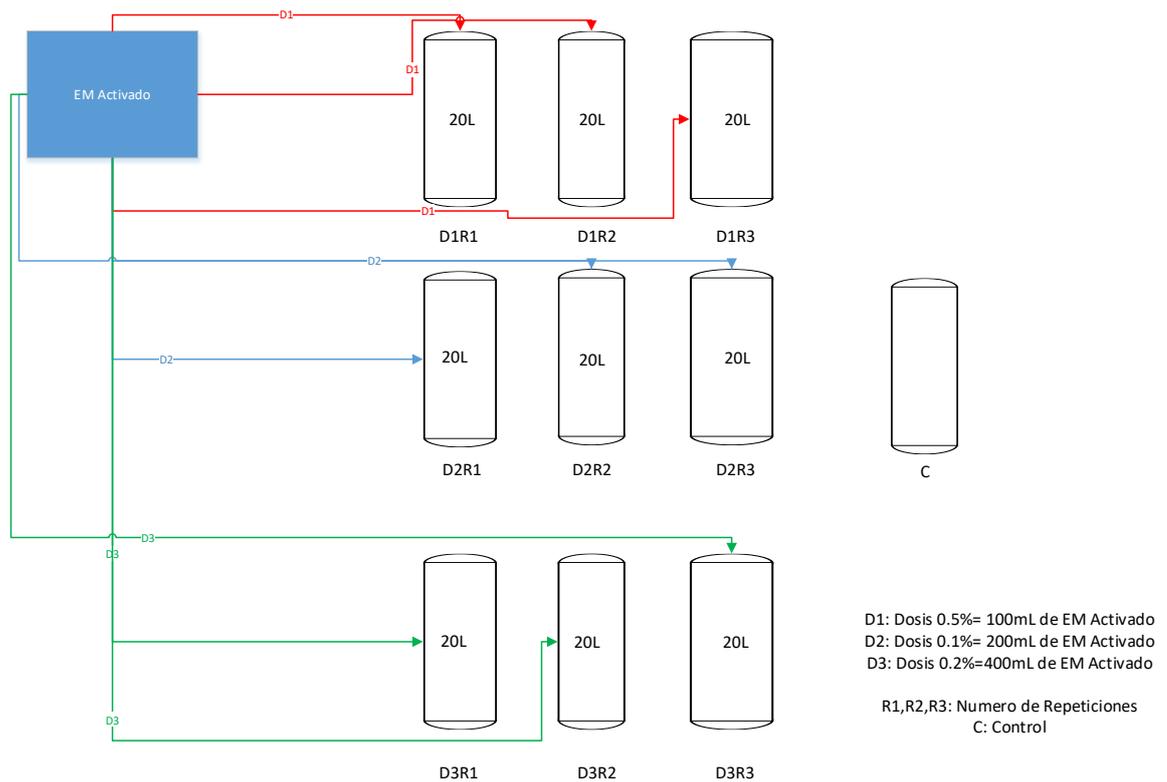


Figura 2: Esquema de desarrollo e implementación del Tratamiento

Fuente; Elaboración Propia

3.3 VARIABLES.

3.3.1 Efectos de los Microorganismos Eficaces (EM) sobre los Coliformes Totales y TermoTolerantes

Se propone analizar los efectos de los EM en la disminución específica de Coliformes TermoTolerantes básicamente debido que los Coliformes Totales están incluidos en la concentración de conteos en el análisis hecho en el Laboratorio según lo manifiesta Romero, T. & Vargas, D. (2017) p.97.

3.3.2 Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac

Se propone un tratamiento biológico basado en el uso de EM en el Tratamiento de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac para disminuir o eliminar Coliformes TermoTolerantes básicamente en las aguas residuales y evaluar su eficiencia según estipula según postula Vargas, P. (2005)

3.4 HIPÓTESIS.

3.4.1 Hipótesis General.

El uso de Microorganismos Eficaces (EM) mejora la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes.

3.4.2 Hipótesis Específicos.

- A. Las condiciones operacionales del uso de Microorganismos Eficaces (EM) influyen en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.

- B. Las diferentes Concentraciones de Uso de Microorganismos Eficaces (EM) influyen en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.5.1 Población.

Todas las fuentes de aguas residuales que existen en la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac

3.5.2 Muestra.

180 Litros de agua Residual de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac El tamaño de la muestra fue determinado en relación a la cantidad de tratamientos, tiempos de muestreo, repeticiones y volumen necesario para el análisis en laboratorio.

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ACOPIO DE INFORMACIÓN.

3.6.1 Técnicas.

- El presente estudio se basó en la revisión bibliográfica, observación experimental. La experimentación fue a nivel piloto fue , en un espacio adecuado dentro de la Universidad , manteniendo el objetivo de resolver las cuestiones.

3.6.2 Instrumentos.

- Se tuvo como instrumento de recolección de datos la elaboración de Fichas de Recolección de Datos que serán el registro de los análisis para los parámetros a analizar, que fueron registradas antes y después del tratamiento por un tiempo de 4 semanas.

3.6.3 Validez y Confiabilidad

- Para obtener la validez del presente trabajo se procedió a validarlo por revisión bibliográfica relacionada y el seguimiento que se hizo al presente trabajo en el curso de Proyecto de Investigación III de mi etapa de formación en la facultad.
- Respecto a la confiabilidad para el presente trabajo se tendrá como medida de confiabilidad el método de alfa de cronbach el cual nos permitirá estimar la confiabilidad del instrumento.

Tabla 1: Medida de Confiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.85	135

Fuente: Elaboración propia

3.6.4 PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

3.6.4.1. Metodología de trabajo

- **FASE 1: Cálculos**
 - Realizamos 3 Tratamientos cada uno con diferentes concentraciones.
 - De acuerdo a nuestros antecedentes, se realizará en 3 tiempos (1 días, 8 días y 15 días) los muestreos, lo que se conoce también como monitoreo.
 - Por cada análisis de Coliformes TermoTolerantes en el laboratorio se necesita 1L de muestra de Agua Residual, como se realizó en 3 tiempos los muestreos, para cada tratamiento se necesitó 3L de Agua Residual, sin embargo, para mantener una capacidad donde los Microorganismos Eficaces se mantengan activos y se realizó los muestreos sin ningún contratiempo se agregó 17L para cada tratamiento.
 - En total son 20L para cada tratamiento y por consiguiente 180L para toda la experimentación.
- 1) Cálculos de las diluciones

Según nuestro Antecedente “Reducción de la Contaminación de Agua Residual Industrial Láctea Utilizando Microorganismos Benéficos MB”, HERRERA Y CORPAS, 2013, tiene los mejores resultados a un 2% de Concentración en un Tanque Séptico de 1000L, por un periodo de 30 días.

$$\frac{Masa\ mezcla}{100\%} = \frac{Masa\ soluto}{2\%} = \frac{Masa\ disolvente}{98\%}$$

Hallamos la Masa Soluta al 2%

$$Masa\ de\ soluto = \frac{1000L}{98\%} * 2\%$$

$$Masa\ de\ soluto = 20L$$

Si:

$$\frac{20L EM}{1000L agua residual} = \frac{1mL EM}{1000mL agua residual}$$

$$= \frac{20mL EM}{1L agua residual}$$

Herrera y Corpas trabajaron con Concentraciones al 0%, 2% y 4%, y obtuvieron la mayoría de los buenos resultados a la concentración del 2%, por lo tanto, nosotros trabajamos con 0.1%,0.2% y 0.5% ya que el agua residual que se analizara es de naturaleza doméstica.

Entonces se Halló la Masa Soluta al 0.1% , 0.2% y 0.5%

Al 0.1%:

$$Masa de Soluta = \frac{1000L}{99.9\%} * 0.1$$

$$Masa de Soluta = 1L$$

$$\frac{1L EM}{1000L agua residual} = \frac{1mL EM}{1000mL agua residual} = \frac{100mL EM}{1L agua residual}$$

Al 0.2%:

$$Masa de Soluta = \frac{1000L}{99.8\%} * 0.2$$

$$Masa de Soluta = 2L$$

$$\frac{2L EM}{1000L agua residual} = \frac{2mL EM}{1000mL agua residual} = \frac{200mL EM}{1L agua residual}$$

Al 0.5%:

$$\text{Masa de Solute} = \frac{1000L}{99.5\%} * 0.2$$

$$\text{Masa de Solute} = 4L$$

$$\frac{4L \text{ EM}}{1000L \text{ agua residual}} = \frac{4mL \text{ EM}}{1000mL \text{ agua residual}} = \frac{400mL \text{ EM}}{1L \text{ agua residual}}$$

2) Calculo de Microorganismos Eficaces (EM) Activado:

Para el 0.1 %: se utilizó 20 Litros, por lo tanto, son 100 mL de ME.

Para el 0.2% se utilizó 20 Litros, por lo tanto, son 200 mL de ME.

Para el 0.5% se utilizó 20 Litros, por lo tanto, son 400 mL de ME.

- **FASE 2: Activación del EM**

- Mezclar 250mL de Melaza (5.26%) en 4.5L de agua limpia (94.73%) y agregar 1L de Microorganismos Eficaces (Versaklim).
- Colocar la mezcla en un bidón limpio y cerrado herméticamente.
- Dejar Reposar por 7 días en un ambiente bajo sombra. (temperatura de activación de 25 a 27°C)

- **FASE 3: Toma de muestra**

- Se tomó muestra de 180L divididos en 9 baldes de 20L para hacer la aplicación de las dosis correspondientes con sus respectivas repeticiones, estas aguas son tomadas antes de entrar a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que posee la Universidad.

- **FASE 4: Diagnóstico Inicial del Efluente**

- Se realiza el análisis In Situ del pH y la Temperatura, los demás parámetros fisicoquímicos, fueron analizados con equipos multiparametro y llevados al laboratorio de la

Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Alas Peruanas para la verificación de los resultados.

- **FASE 5: Homogenización**
 - Se realizó 3 Tratamientos y 3 repeticiones con microorganismos eficaces (EM) Las diluciones serán: 100 mL ME /20L de agua residual, 200 mL ME /20L de agua residual y 400 mL ME /20L de agua residual.

- **FASE 6: Monitoreo de Coliformes TermoTolerantes**
 - Se realizó el monitoreo de cada tratamiento de la siguiente manera:
 - Monitoreo 1: Día de inicio ,1 muestra de cada balde total 10 muestras analizando temperatura y pH.
 - Monitoreo 2: octavo día ,1 muestra de cada balde total 10 muestras analizando temperatura y pH.
 - Monitoreo 3: Décimo quinto día ,1 muestra de cada balde total 10 muestras analizando temperatura y pH.

3.6.8.2. Metodología de análisis de datos

Diseño completamente al azar (DCA) Análisis de Varianza ANOVA

- El trabajo estuvo planteado bajo el diseño completo al azar (DCA) siendo tres tratamientos con tres repeticiones y una un balde de 20L como unidad experimental, realizándose el análisis de varianza con el objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos. Para evaluar los promedios se usó la prueba de contraste de Tukey y para la normalidad se usó la prueba de Fisher.
 - Los tratamientos:
 - D1: dosis de 0.1% = 100mL de EM activado.
 - D2: dosis de 0.2% = 200mL de EM activado.
 - D3: dosis de 0.5% = 400mL de EM activado.

- Para el presente trabajo se ha considerado pertinente utilizar el software estadístico MINITAB 16 y Excel 2013 para su procesamiento, cuadros y tablas estadísticos.
- Modelo estadístico lineal fue:

$$y_{ij} = \mu + T_i + u_{ij}$$

Donde:

y_{ij} = efecto de i – enesimo tratamiento de J – enesimas repeticiones

μ = media poblacional

T_i = efecto de i – enesimo tratamiento

u_{ij} = error experimental

3.6.7. Contraste o Comprobación de la hipótesis.

Previa a la comparación de los resultados finales con las hipótesis planeadas, se realizará la comparación de los resultados del análisis estadístico realizado (Diseño completamente al azar (DCA) Análisis de Varianza ANOVA) con los resultados estimados luego de esto se estimó la eficiencia y eficacia del método para comprobar la verosimilitud de las hipótesis planteadas.

3.6.8. Cronograma de Realización de la Investigación.

Tabla 2: Cronogramas de la implementación de la Tesis

ETAPAS/ACTIVIDADES	MESES (2018-2019)					
	D	E	F	Mar	A	May
a.- Desarrollo del plan de tesis.						
▪ Determinación del área de estudio.	X					
▪ Elaboración del proyecto de tesis.	X					
b.- Ejecución del proyecto.						
▪ Determinación del volumen de disposición de agua residuales	X					
▪ Análisis de aguas residuales antes del tratamiento.	X					
▪ Activación de los Microorganismos Eficaces (EM)	XX					
▪ Aplicación de los Microorganismos Eficaces (EM) a las aguas residuales.	X	XX	XX			
▪ Evaluación de los parámetros de campo (Temperatura, volumen de descarga).		XX				
▪ Toma y envío de muestras de aguas residuales durante y después del tratamiento.		XX	XX	XX		
b. Análisis de resultados				X		
c. Redacción de informe final				X	XX	
d. sustentación de tesis						X

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1. Análisis de las condiciones operacionales

En la tabla 3 se presenta el análisis comparativo de algunos parámetros fisicoquímico enmarcado en las condiciones operacionales determinadas por el tiempo y la temperatura variantes. esto se enmarcado en función a la dosis de tratamiento más efectiva que es la dosis 3 (0.5% = 400ml de EM activado), también se compara con la norma que regula los Límites Máximos Permitidos para aguas residuales domesticas el DS.-003-2010-MINAM, así como también para tener mayor rigurosidad en comparación se procedió a usar la NOM-003-SEMARNAT-1997-MX que me permite tener mayor ajuste en los resultados esta será usada de manera referencial debido a que no es vinculante en nuestro país por ser una norma de la ciudad de México.

Tabla 3 Análisis Inicial

PARAMETROS-CSJ21	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA	NOM-003-SEMARNAT-1997-MX**	Medición Inicial	Medición día 1 dosis 3	Medición día 8 dosis 3	Medición día 15 dosis 3
Aceites y Grasas	mg/L	20	15	640	520	70	14
Coliformes Termo Tolerantes	NMP/100mL	10000	1000	1000000	20000	60	0
Coliformes Totales *	NMP/100mL	no reporta	no reporta	1000000	20000	60	0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	30	5045	196	110	35
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200	60	10456	381	216	80
pH	Unidad	6.5-8.5	6.0-7.0	5.25	5.65	6.04	6.74
Sólidos Totales en Suspensión***	mL/L(mg/L)	150(150000)	30	1.347(1347)	1.09(1009)	0.95(950)	0.21(210)
Temperatura	°C	<35	<25	19.3	17	21	18

* Los coliformes totales y termotolerantes presentes grupar coincidentes de microorganismos activos salvo en los coliformes totales se incluye a microorganismos como el paracetamol o ibuprofen ya que no son resistentes a las temperaturas y son fagocitados por los EM.

** Norma Técnica Mexicana no vinculante, solo referencial respecto a su aplicación.

*** Los Sólidos Totales en Suspensión para mejorar su comprensión están expresados mL/L siendo el factor de conversión 1000

Según se observa en la Tabla 3 en cuando a Coliformes TermoTolerantes y Coliformes Totales se evidencia que después de los 15 días de tratamiento se elimina todo rastro de microorganismo en el agua, pero comparando con la norma nacional e internacional relacionada aun no cumple con una calidad básica para estar en contacto directo con la población ya que otros parametros de naturaleza fisicoquímica están por encima de la norma pero si se podría utilizar como para otros usos como es riego o usos de mantenimiento ornamental sin contacto directo con la población.

4.2 Resultados de la aplicación del Tratamiento

Se realizó tres tratamientos base utilizando tres dosis específicas de EM activado que expresa una concentración establecida durante 15 días para poder evaluar la efectividad del tratamiento lo que arrojó que a los 15 días de tratamiento se eliminaba toda la carga de microorganismos en el agua estableciendo así su efectividad (esto se observa el ANEXO N° 3 del presente trabajo)

Se procede luego para validar el trabajo a analizar de manera estadística inferencial los resultados obtenidos validando el trabajo con apoyo del software minitab 18 se evalua su relación expresada en una prueba hipótesis de tipo Tukey y se obtuvo:

Tabla 4 Estadística descriptiva Coliformes TermoTolerantes

Estadística Descriptiva : T1D1 ,T2D2,T3D3			
Variable	Porcentaje	Desv.Stand	Media
T1D1	100	171.5	6199.5
T2D2	100	528	5800
T3D3	100	1459	3715

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 ANOVA Coliformes TermoTolerantes

ANOVA Unidireccional : T1D1 ,T2D2,T3D3					
Fuente	GL	SC Ajust.	CM Ajust.	Valor F	Valor P
Factor	2	10682047	5341024	6.57	0.031
Errores	6	4873970	812328		
Total	8	15556017			

Fuente: Elaboración propia

$U=U_0=U_1$, $f=901.293$ Si $F>f$ se rechaza la hipótesis nula , $901.293>6.57$ con lo que rechazamos la hipótesis nula

Hnula: El tratamiento no es efectivo en la disminución del parametro Coliformes Termotolerantes

Halterna: El tratamiento si efectivo en la disminución del parametro Coliformes Termotolerantes

Tabla 6 Contraste de hipótesis Coliformes TermoTolerantes

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1D1	3	6199.5	A
T2D2	3	5800	AB
T3D3	3	3715	B

Fuente: Elaboración propia

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Intervalos de confianza individuales de Fisher del 95%

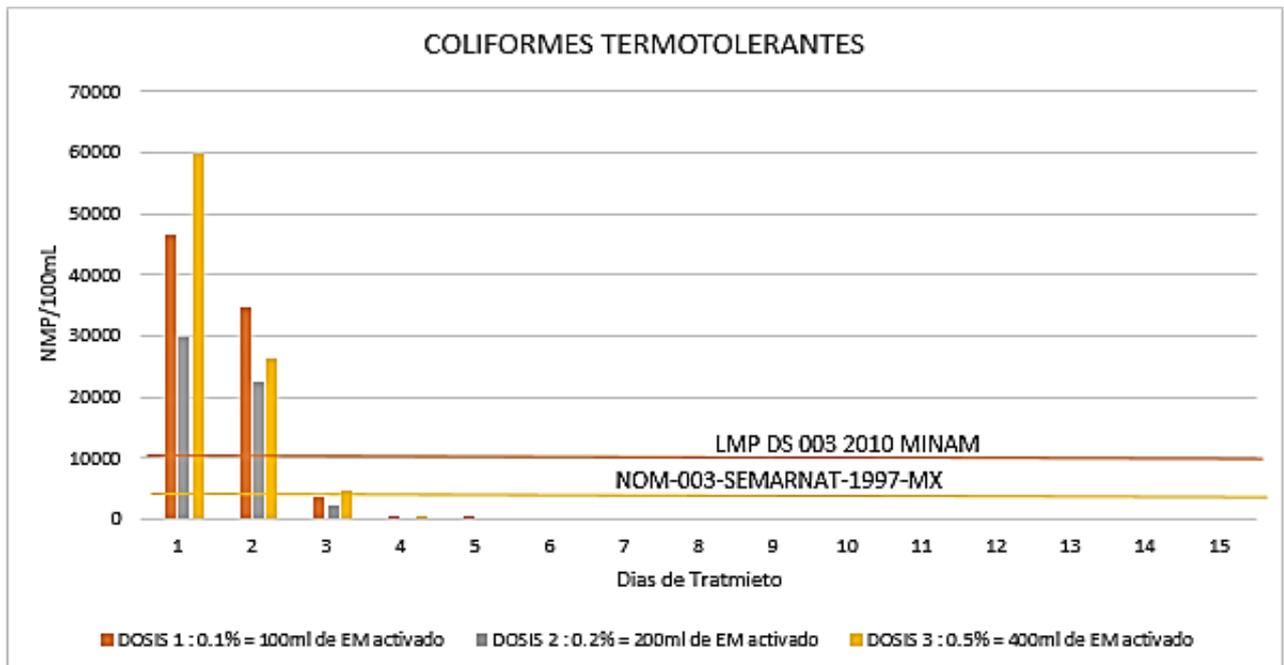


Figura 3: Coliformes Termotolerantes evolución aplicando el Tratamiento

Fuente: Elaboración Propia

Lo que observa en la gráfica y tablas anteriores es la valides de agrupación presentando medias muy similares a la hora de analizar el tratamiento esto significa que los resultados van concatenándose de manera progresiva según sus medias y a la vez la media del tratamiento3 dosis 3 presenta una media mucho más pequeña esto establece rangos menores y mayor efectividad de remoción de Coliformes TermoTolerantes.

Tabla 7 Estadística descriptiva Coliformes Totales

Estadística Descriptiva : T1D1 ,T2D2,T3D3			
Variable	Porcentaje	Desv.Stand	Media
T1D1	100	171.5	6199.5
T2D2	100	822	4911
T3D3	100	1100	3270

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 ANOVA Coliformes Totales

ANOVA Unidireccional : T1D1 ,T2D2,T3D3					
Fuente	GL	SC Ajust.	CM Ajust.	Valor F	Valor P
Factor	2	12934288	6467144	10.12	0.012
Errores	6	3832647	638774		
Total	8	16766935			

Fuente: Elaboración propia

$U=U_0=U_1$, $f=901.293$ Si $F>f$ se rechaza la hipótesis nula , $799.234.>10.12$ con lo que rechazamos la hipótesis nula

Hnula: El tratamiento no es efectivo en la disminución del parametro Coliformes Totales

Halterna: El tratamiento si efectivo en la disminución del parametro Coliformes Totales

Tabla 9 Contraste de hipótesis Coliformes Totales

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1D1	3	6199.5	A
T2D2	3	4911	AB
T3D3	3	3270	B

Fuente: Elaboración propia

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Intervalos de confianza individuales de Fisher del 95%

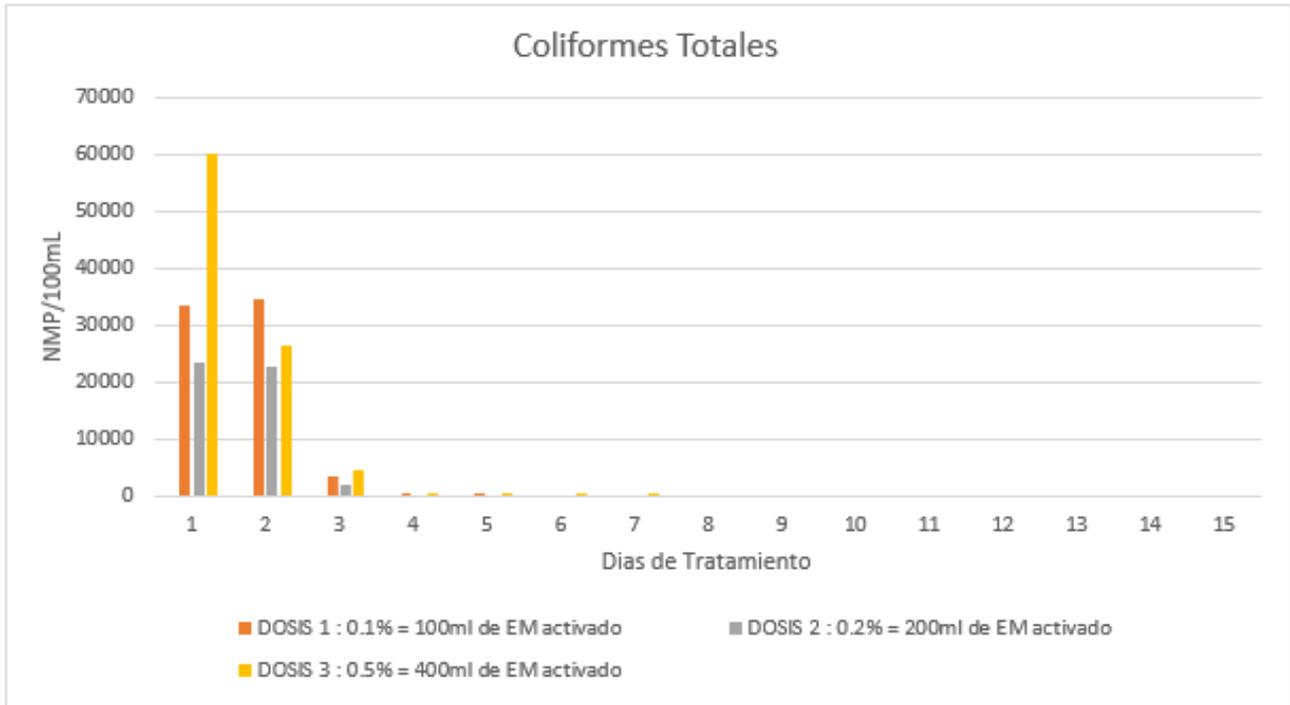


Figura 4: Coliformes Totales evolución aplicando el Tratamiento

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Discusión de resultados

- Los resultados obtenidos muestran que, con la aplicación de una dosis de 0.5% de concentración igual 400mL de EM activado puestos en agua residual alcanzan al día 15 eliminar el 100% de Coliformes Totales y TermoTolerantes alcanzando en la repetición 3 del tratamiento 3 Dosis 3 de 0.5% de concentración igual 400mL de EM activado unos picos en el día 12 de 99.999950% de remoción de Coliformes Termotolerantes tal como lo postulan Romero, T.&Vargas, D. (2017) que postula y demuestra en su investigación que se puede eliminar hasta una cifra de Coliformes Fecales que es una subespecie de las Coliformes TermoTolerantes de 2 NMP/100mL
- Acerca de los microorganismos Kyan et al. (1999) plantean que, de manera general, ellos son capaces de mineralizar la materia orgánica de manera rápida y efectiva, y convertir las aguas. residuales en productos no tóxicos para determinados usos, incluyendo desde aguas albañales hasta las que se generan en los procesos industriales, aunque la ventaja radica no solo para remediar aguas contaminadas, sino también para mejorar la calidad de los suelos con vistas a su uso en los cultivos, para beneficiar las aguas que beben los animales de corral, para la cría de animales acuáticos (peces y crustáceos), para la fermentación de ciertos alimentos, para eliminar olores en los tanques sépticos, etcétera
- El pH es un factor que también se ve influenciado con el tratamiento de EM, permite que en el proceso este se ajuste a un pH óptimo. En la experimentación se evidenció que se mantuvo en un pH ácido sin embargo de manera progresiva su valor se incrementaba variando de pH 5.25. a 6.74 el más favorable con el Tratamiento 3 Dosis 3 de 0.5% de concentración igual 400mL de EM activado . Del mismo modo Rodríguez (2012) en su purificación del agua con EM comprobó la variación de 9 pH a 7 pH en 2 meses. Que la variación de este parámetro sea mayor se debe al tiempo en el que se evalúa.

4.4. Análisis económico

Tabla 10: Remuneración

Partida	Descripción	Cantidad	Tiempo (Meses)	Costo Unitario (Soles)	Total (Soles)
5.11.1.10	Personal de apoyo laboratorio	01	3	200	600
5.11.1.10	Responsable del proyecto	01	05	250	1,250
5.11.1.10	Secretaria	01	03	200	600
5.11.1.10	Asesor	01	05	400	2,000
TOTAL					3,850

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Servicios

Partida	Descripción	Costo Total (Soles)
5.3.11.27	Análisis de muestras	550.00
5.3.11.39	Alquiler de movilidad	150.00
5.3.11.39	Proyector de multimedia	60.00
5.3.11.39	Adecuado fotográfico	30.00
5.3.11.39	Digitación	100.00
5.3.11.39	Impresión láser	50.00
5.3.11.39	Fotocopias	50.00
5.3.11.36	Servicios de Internet	50.00
5.3.11.36	Servicio de teléfono y fax	100.00
TOTAL		1140.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Bines Fungibles

Partida	Descripción	Costo Total (Soles)
5.3.11.30	Materiales de escritorio y de impresión	200.00
5.3.11.30	Materiales fotográficos y filmaciones	100.00
5.3.11.30	Materiales diversos (para toma de muestras)	100.00
5.3.11.30	CD	20.00
5.3.11.30	Impresiones	30.00
TOTAL		450.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Bines de Capital

Partida	Descripción	Costo Total (Soles)
6.5.11.51	Máquina fotográfica	80.00
TOTAL		80.00

Fuente: Elaboración propia

Resumen de presupuesto:

Remuneraciones:	3 850.00
Servicios:	1 140.00
Bienes fungibles:	450.00
Bienes de capital:	80.00
TOTAL:	Soles 5 520.00

4.5. Contratación de Hipótesis

En la Tabla 14 – Contratación de Hipótesis VS Resultados se detalla la veracidad de las hipótesis formuladas.

Tabla 14 - Contratación de Hipótesis VS Resultados

HIPÓTESIS PRINCIPAL	RESULTADOS
<p>El uso de Microorganismos Eficaces (EM) mejora la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes.</p>	<p>Los resultados obtenidos muestran que, con la aplicación de los EM específicamente en el tratamiento 3 dosis 3 de 0.5% de concentración igual 400mL de EM activado influye significativamente en la remoción de Coliformes Totales y TermoTolerantes ya que al Día 15 eliminan el 100% de las mencionadas mejorando la calidad del agua en la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac</p>
HIPÓTESIS SECUNDARIAS	RESULTADOS
<p>Las condiciones operacionales del uso de Microorganismos Eficaces (EM) influyen en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.</p>	<p>Se evidencia que a mayor tiempo del tratamiento y con un pH casi neutro la remoción de las Coliformes Totales y TermoTolerantes es del 100% mejorando la calidad del agua</p>
<p>Las diferentes Concentraciones de Uso de Microorganismos Eficaces (EM) influyen en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.</p>	<p>Se verifico en laboratorio y con un análisis estadístico inferencial que las diferentes concentraciones de EM influyen directamente en la remoción de Coliformes Totales y TermoTolerantes eliminándolas por completo en una dosis de 0.5% de concentración igual 400mL de EM activado pero habiéndola comparado con otras dosis y estableciendo relaciones con las medias de las dosis realizadas , a las que se expuso el agua residual en un tiempo de 15 días</p>

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- 1°. Se concluye que existe una mejora en la calidad de agua residual de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac ya que se eliminó el 100% de la carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes existentes en la misma utilizando EM de 0.5% de concentración igual 400mL de EM activado que fue la dosis 3 de todas las dosis aplicadas en un lapso de tiempo de 15 días.

- 2°. Se concluyó que la mayor eficiencia de la remoción se dio el día 15 en el tratamiento 3 dosis 3 de 0.5% de concentración igual 400mL de EM activado con una remoción de Coliformes Totales y TermoTolerantes de 100% verificando que las condiciones operacionales para que actúen los EM de forma óptima son mayores de días de reposo de tratamiento y incremento de pH

- 3°. Se determinó que la dosis optima de EM se dio en el tratamiento 3 dosis 3 que es .5% de concentración igual 400mL de EM activado permitiendo la eliminación total de las Coliformes Totales y TermoTolerantes.

RECOMENDACIONES

- 1°. Considerando los resultados del presente trabajo de investigación, se recomienda principalmente continuar con las investigaciones del Uso de Microorganismos Eficaces para el mejoramiento de las aguas residuales aumentando los días de tratamiento, para así poder evidenciar que reacciones químicas presentan los Microorganismos con más tiempo de exposición y determinar si mejora aún más o si presentan alguna reacción desfavorable comparadas con otros parámetros fisicoquímicos.

- 2°. Se sugiere uso de Microorganismos eficaces como una alternativa más para los tratamientos de suelo ya sea en la agricultura, compostaje, relleno sanitarios

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. **Agüero Y. (2013).** “Indicaciones administrativas y técnicas para la implementación en Cuba de la utilización de microorganismos eficientes: tratamiento de agua y aguas residuales en lugares de interés para el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos”. Informe Técnico. Sistema de Gestión de la Calidad. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, Habana.
2. **Cardona. & García, G. (2008).** “Evaluación del efecto de los microorganismos eficaces (ME) sobre la calidad de un agua residual doméstica”. Tesis en opción a la carrera de Microbiología Industrial. Facultad de Ciencias. Bogotá, D. C. 159 pp. Extraído de <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis204.pdf>. en agosto de 2018.
3. **EEAITAJ (2013).** “Microorganismos Eficaces (EM)”. Estación Experimental Agropecuaria para la Instalación de Tecnologías Apropriadas de Japón. Soriano, Uruguay. Extraído, http://www.emuruguay.org/PDF/Microorganismos_Eficaces_EM_Presentacion_breve.pdf. en abril de 2018.
4. **EM Yucatán (s/a).** “Microorganismos efectivos. El uso de EM en hoteles, gastronomía y lugares públicos”. Mérida-Yucatán, México. Extraído de <http://www.emyucatan.com>. en junio de 2018.
5. **García , O. (2001).** “Evaluación de un modelo en laboratorio de tratamiento de lodos activados con aguas residuales de la industria láctea”. Tesis Lic. en Ing. Industrial. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 101 pp.
6. **Kyan , T. & Shintani , M. & Kanda, S.& Sakurai, M. & Ohashi ,H. & Fujisawa, A. & Pongdit, S. (1999).** “Kyusei nature farming and the technology of the effective microorganisms”. Guidelines for practical use. Asia Pacific Natural Agriculture Network (APNAN), Bangkok, Thailand. International Nature Farming Research Center (INFRC), Atami, Japan. 44 pp.

7. **Romero, L.& Martínez, G. & Masó, M. & Vargas, M. (2016).** “Aplicación de microorganismos eficientes en aguas residuales. 1- Microorganismos eficientes en la depuración de las aguas (Parte I). 2- Aplicación de modelos de dispersión de contaminantes (Parte 2)”. Informe Contrato de Prestación de Servicio Científico Técnico. La Habana. 22 pp.
8. **Toc, A. (2012).** “Efecto de los microorganismos eficientes (ME) en las aguas residuales de la granja porcina de Zamorano, Honduras”. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras. 22 pp. Extraído de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1039/1/T3265.pdf> en mayo de 2018
9. **Vargas, M. (2014).** “Microorganismos eficientes en el tratamiento de las aguas residuales”. Trabajo de Diploma en Ing. Hidráulica. CIH. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae). Habana. Cuba. 74 pp.
10. **Vargas, P. (2006),** tesis de maestría “Efecto de los microorganismos eficaces (EM) en el tratamiento de aguas servidas del C.P Huaripampa , Olleros”. Huaraz, Perú.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz De Operacionalización de Variables y de Consistencia de la Investigación

Operacionalización de variables

VARIABLES	TIPO DE VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
X: EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM) SOBRE LOS COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES	Variable Independiente	Los Microorganismos Eficaces actúan en medio de coexistencia donde las bacterias fotosintéticas producen azúcares y carbohidratos útiles para las bacterias ácido lácticas y levaduras a partir de la materia orgánica presente en el agua.	Condiciones Operacionales	Temperatura	°C
				tiempo	días
			Concentración	Dilución acuosa 1	%
				Dilución acuosa 2	
				Dilución acuosa 3	
			Y: TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS-SEDE PACHACAMAC	Variable dependiente	Para medir la calidad de Aguas Residuales Domésticas se tomara muestras para luego realizar los análisis en el Laboratorio a excepción de los parametros que son medidos in situ, como el pH y Temperatura , Tomando en cuenta principalmente las concentraciones de Coliformes Totales y TermoTolerantes
Coliformes TermoTolerantes	NMP/100mL				

Fuente: Elaboración propia

“EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM) SOBRE LOS COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES EN EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS-SEDE PACHACAMAC, 2018”	
Título tentativo	
YANGALI TAIPE , Carlos	
Apellidos y nombres	
e-mail	Celular
Situación problemática:	
<p>El desarrollo de los microorganismos está ligado íntimamente a las condiciones ambientales, en particular con la temperatura, pH y oxígeno. Cada microorganismo tiene una temperatura máxima, por encima no existe su crecimiento; una mínima, por debajo no es posible su proliferación. Cada organismo tiene un límite de pH, donde hace posible su crecimiento, la mayoría está entre un pH de 5 a 9, un grupo mínimo inferior a 2 y superior a 10. El oxígeno no ocasiona muerte en los microorganismos anaeróbicos, sino inhiben su crecimiento (Pérez & Ramírez 2008) Los microorganismos se reproducen con rapidez, un solo microorganismo en un plazo de un día puede dar origen a millones de microorganismos iguales a él, dependiendo de la disponibilidad de nutrientes (Alonso 2011).</p>	
Problema de investigación	
¿Es posible mejorar la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes mediante el uso de Microorganismos Eficaces (EM)?	
Justificación de la investigación	
<p>La presente investigación se fundamenta con el deseo de poder mejorar la calidad de aguas residuales generadas en la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac específicamente en lo que respecta a Coliformes Totales y TermoTolerantes, además, con la finalidad de determinar la concentración más óptima de Microorganismos Eficaces en el mejoramiento de la calidad de aguas residuales de la Universidad que entran a la Planta de Tratamiento que esta universidad posee , de modo que se pueda plantear una alternativa para el cumplimiento de la normativa. Asimismo, la presente investigación pretende dar a conocer un tipo de tratamiento sostenible, limpio y económico, para así aportar en el cuidado de los recursos naturales. Al mismo tiempo que sirva como punto de referencia para futuras investigaciones con características similares.</p>	

	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidades	Ítems
General	¿Es posible mejorar la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes mediante el uso de Microorganismos Eficaces (EM)?	Mejorar la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes mediante el uso de Microorganismos Eficaces (EM)	El uso de Microorganismos Eficaces (EM) mejora la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes.	X: EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM) SOBRE LOS COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES (Variable Independiente)	Condiciones Operacionales	Temperatura	°C	2
						Tiempo	días	1
					Concentración	Dilución Acuosa 1	%	3
						Dilución Acuosa 2	%	4
						Dilución Acuosa 3	%	5
					Características microbiológicas	Coliformes Totales	NMP/100mL	7
Coliformes TermoTolerantes	NMP/100mL	6						
				Y: TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS-SEDE PACHACAMAC (Variable dependiente)				

	Problemas	Objetivos	Hipótesis
Específicos	1	¿En qué medida el uso de Microorganismos Eficaces (EM) en las condiciones Operacionales mejora la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes?	Determinar las condiciones operacionales del uso de Microorganismos Eficaces (EM) para la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.
	2	¿Cuál es la concentración más óptima del Uso de Microorganismos Eficaces (EM) en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes?	Determinar la concentración más óptima del Uso de Microorganismos Eficaces (EM) en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.
			Las condiciones operacionales del uso de Microorganismos Eficaces (EM) influyen en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.
			Las diferentes Concentraciones de Uso de Microorganismos Eficaces (EM) influyen en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.

ANEXO 2: Evidencias fotográficas

:



FOTOGRAFIA N° 1: Toma de muestra de aguas residuales de la Universidad previa a la entrada a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para dividirse en las muestras correspondientes



FOTOGRAFIA N° 2: Calibración de equipo multiparametro para evaluar parametros fisicoquímicos básicos del agua residual



FOTOGRAFIA N° 3: Medición de parámetros fisicoquímicos iniciales con son temperatura y pH para iniciar la caracterización del Agua Residual.



FOTOGRAFIA N° 4: Preparación y toma de muestra para el envío a laboratorio a realizar análisis correspondientes



FOTOGRAFIA N° 5: Sacado de las muestras básicas para llevado al laboratorio después de 8 días (segundo monitoreo)



FOTOGRAFIA N° 6: Equipos necesarios básicos para la toma de muestra para ser enviada a laboratorio



FOTOGRAFIA N° 7: Preparación de muestras para ser enviadas a laboratorio



FOTOGRAFIA N° 8: Rotulado de las muestras a ser enviadas a laboratorio



FOTOGRAFIA N° 9: Diseño de rotulado y cadena de custodia de las muestras a ser enviadas a laboratorio



FOTOGRAFIA N° 10: Muestras preparadas ya para envío a laboratorio para su análisis



FOTOGRAFIA N° 11: Muestras preparadas ya para su inmediata disposición al laboratorio para su posterior análisis



FOTOGRAFIA N° 12: Identificación del punto de muestreo y diseño de la toma de muestras para el desarrollo del tratamiento



FOTOGRAFIA N° 13: Visualización del punto de acopio de muestras antes del almacenamiento del agua residual para su posterior tratamiento



FOTOGRAFIA N° 14: Preparación del EM activado para su inoculación en las muestras a desarrollar



FOTOGRAFIA N° 15: Preparación del EM activado y vista del tanque de almacenamiento de agua de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac



FOTOGRAFIA N° 16: Visualización del punto de acopio de muestras antes del almacenamiento del agua residual para su posterior tratamiento



FOTOGRAFIA N° 17: Toma de nuestras muestras antes de entrar a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac



FOTOGRAFIA N° 18: llenado de las muestras en los baldes de 20 litros capacidad con agua residual para poder realizar el trabajo



FOTOGRAFIA N° 19: Preparación de las muestras para su posterior dejado en etapa de maduración y aplicación del tratamiento.



FOTOGRAFIA N° 20: Inoculación del EM activado según dosis para iniciar los tratamientos



FOTOGRAFIA N° 21: Preparado y combinado de muestras ya activadas con EM para su dejado en maduración y posterior medición de resultados para evaluar la calidad del agua.

ANEXO 3: Ficha de Registro de Datos del Tratamiento

TRATAMIENTO CON EM ACTIVADO EN AGUAS RESIDUALES PARA DISMINUIR COLIFORMES TERNOTOLERANTES (NMP/100mL)

	DOSIS 2 : 0.2% = 200ml de EM activado			DOSIS 3 : 0.5% = 400ml de EM activado			DOSIS 1 : 0.1% = 100ml de EM activado		
Dias	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	60000	40000	40000	40000	30000	20000	60000	60000	60000
2	30000	38000	36000	30000	28000	10000	30000	24000	25000
3	4000	3500	3450	3500	2000	1000	4000	5000	5000
4	500	500	450	400	300	200	500	500	500
5	460	470	450	280	170	150	300	360	370
6	320	315	310	100	100	100	300	360	370
7	260	270	250	100	100	100	300	360	370
8	200	190	180	80	70	60	200	180	160
9	180	180	170	50	50	50	150	140	120
10	90	87	86	40	30	30	90	80	70
11	24	25	19	22	27	28	32	31	43
12	10	11	11	9	8	5	20	15	12
13	12	10	9	2	2	2	10	10	10
14	5	6	4	1	1	0	6	4	3
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	6404.067	5570.933	5425.933	4972.267	4057.200	2115.000	6393.867	6069.333	6135.200

Fuente Elaboracion Propia

TRATAMIENTO CON EM ACTIVADO EN AGUAS RESIDUALES PARA DISMINUIR COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)

Dias	DOSIS 2 : 0.2% = 200ml de EM activado			DOSIS 3 : 0.5% = 400ml de EM activado			DOSIS 1 : 0.1% = 100ml de EM activado		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	50000	30000	20000	30000	20000	20000	60000	60000	60000
2	30000	38000	36000	30000	28000	10000	30000	24000	25000
3	4000	3500	3450	3500	2000	1000	4000	5000	5000
4	500	500	450	400	300	200	500	500	500
5	460	470	450	280	170	150	300	360	370
6	320	315	310	100	90	100	300	360	370
7	260	270	250	100	100	100	300	360	370
8	200	190	180	80	70	60	200	180	160
9	180	180	170	50	50	50	150	140	120
10	90	87	86	40	30	30	90	80	70
11	24	25	19	22	27	28	32	31	43
12	10	11	11	8	8	3	20	15	12
13	12	10	9	2	2	2	10	10	10
14	5	6	4	1	1	0	6	4	3
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	5737.400	4904.267	4092.600	4305.533	3389.867	2114.867	6393.867	6069.333	6135.200

Fuente Elaboracion Propia

ANEXO 4: Informe de Ensayos de Laboratorio

ANEXO 5: Composición del EM Versaklim

Composición Cuantitativa	
Ácido Lácteo (mg/L)	30- 90
Ácido Acético (mg/L)	10- 30
Bacterias aerobias (UFC/mL)	10^6 - 10^7
Hongos y Levaduras (UFC/mL)	10^6 - 10^8
Azúcares reductores (g/L)	1-2
fuente: Agüero (2013)	

**ANEXO 6: Normativa de comparación DS-003-
2010-MINAM**



de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.

Artículo 5°.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrase, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

469446-6

AMBIENTE

Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

**DECRETO SUPREMO
N° 003-2010-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32° de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permissible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permissible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de fuentes domésticas;

Que el artículo 14° del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28° el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios,

implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2°.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- **Límite Máximo Permissible (LMP):** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Protocolo de Monitoreo:** Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

Artículo 3°.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

Artículo 4°.- Programa de Monitoreo

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOP.

Artículo 5°.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6°.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
 Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
 Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
 Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

469446-2

Designan responsable de brindar información pública y del contenido del portal de internet institucional del Ministerio

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 036-2010-MINAM

Lima, 16 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 3° de la citada Ley, señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demanden las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;

Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5° de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Beas, como funcionaria responsable de brindar información que demanden las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;

Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la servidora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM; y el Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.

Artículo 2°.- Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normatividad vigente.

Artículo 3°.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

Artículo 4°.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
 Ministro del Ambiente

469445-1

**ANEXO 7: Normativa de comparación
Internacional NOM-003-SEMARNAT-1997-
MX**

Norma Oficial Mexicana

NOM-003-SEMARNAT-1997

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SEMARNAT-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO.

(Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de septiembre de 1998).

**Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-
Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.**

JULIA CARABIAS LILLO, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 32 Bis fracciones I, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o. fracciones V y XI, 6o., 36, 37, 37 Bis, 117, 118 fracción I, 119, 121, 126, 171 y 173 la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 118 fracción III y 122 de la Ley General de Salud; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 45, 46 y 47 fracciones III y IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y

CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo dispuesto en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1998, a fin de que los interesados, en un plazo de 60 días naturales, presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en avenida Revolución 1425, mezzanine planta alta, colonia Tlacopac, Delegación Alvaro Obregón, código postal 01040, de esta ciudad.

Que durante el plazo a que se refiere el considerando anterior y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del ordenamiento legal citado, estuvieron a disposición del público los documentos a que se refiere dicho precepto.

Que de acuerdo con lo que disponen las fracciones II y III del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los comentarios presentados por los interesados fueron analizados en el seno del citado Comité, realizándose las modificaciones procedentes a dicha Norma; las respuestas a los comentarios de referencia fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 14 de agosto de 1998.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de normas oficiales mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión de fecha 22 de abril de 1998, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, por lo que he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SEMARNAT-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO.

ÍNDICE

1. Objetivo y campo de aplicación

2. Referencias

3. Definiciones

4. Especificaciones

5. Muestreo

6. Métodos de prueba

7. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración

8. Bibliografía

9. Observancia de esta Norma

1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso.

En el caso de que el servicio al público se realice por terceros, éstos serán responsables del cumplimiento de la presente Norma, desde la producción del agua tratada hasta su reuso o entrega, incluyendo la conducción o transporte de la misma.

2. Referencias

Norma Mexicana NMX-AA-003

Aguas residuales-Muestreo, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-005	Aguas-Determinación de grasas y aceites-Método de extracción Solhlet, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto de 1980.
Norma Mexicana NMX-AA-006	Aguas-Determinación de materia flotante-Método visual con malla específica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de diciembre de 1973.
Norma Mexicana NMX-AA-028	Aguas-Determinación de demanda bioquímica de oxígeno.- Método de incubación por diluciones, publicada en Diario Oficial de la Federación el 6 de julio de 1981.
Norma Mexicana NMX-AA-034	Aguas-Determinación de sólidos en agua.- Método gravimétrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 1981.
Norma Mexicana NMX-AA-42	Aguas-Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales.- Método de tubos múltiples de fermentación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de junio de 1987.
Norma Mexicana NMX-AA-102-1987	Calidad del Agua-Detección y enumeración de organismos coliformes, organismos coliformes termotolerantes y Escherichia coli presuntiva.- Método de filtración en membrana, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 1987.
Norma Oficial Mexicana	
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997 y su aclaración, publicada en el citado órgano informativo el 30 de abril de 1997.

3. Definiciones

3.1 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

3.2 Aguas crudas

Son las aguas residuales sin tratamiento.

3.3 Aguas residuales tratadas

Son aquellas que mediante procesos individuales o combinados de tipo físicos, químicos, biológicos u otros, se han adecuado para hacerlas aptas para su reuso en servicios al público.

3.4 Contaminantes básicos

Son aquellos compuestos o parámetros que pueden ser removidos o estabilizados mediante procesos convencionales. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, demanda bioquímica de oxígeno⁵ y sólidos suspendidos totales.

3.5 Contaminantes patógenos y parasitarios

Son los microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los coliformes fecales medidos como NMP o UFC/100 ml (número más probable o unidades formadoras de colonias por cada 100 mililitros) y los huevos de helminto medidos como h/l (huevos por litro).

3.6 Entidad pública

Los gobiernos de los estados, del Distrito Federal, y de los municipios, por sí o a través de sus organismos públicos que administren el agua.

3.7 Lago artificial recreativo

Es el vaso de formación artificial alimentado con aguas residuales tratadas con acceso al público para paseos en lancha, prácticas de remo y canotaje donde el usuario tenga contacto directo con el agua.

3.8 Lago artificial no recreativo

Es el vaso de formación artificial alimentado con aguas residuales tratadas que sirve únicamente de ornato, como lagos en campos de golf y parques a los que no tiene acceso el público.

3.9 Límite máximo permisible

Valor o rango asignado a un parámetro, que no debe ser excedido por el responsable del suministro de agua residual tratada.

3.10 Promedio mensual (P.M.)

Es el valor que resulta del promedio de los resultados de los análisis practicados a por lo menos dos muestras simples en un mes.

Para los coliformes fecales es la media geométrica; y para los huevos de helminto, demanda bioquímica de oxígeno⁶, sólidos suspendidos totales, metales pesados y cianuros y grasas y aceites, es la media aritmética.

3.11 Reuso en servicios al público con contacto directo

Es el que se destina a actividades donde el público usuario esté expuesto directamente o en contacto físico. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana se consideran los siguientes reusos: llenado de lagos y canales artificiales recreativos con paseos en lancha, remo, canotaje y esquí; fuentes de ornato, lavado de vehículos, riego de parques y jardines.

3.12 Reuso en servicios al público con contacto indirecto u ocasional

Es el que se destina a actividades donde el público en general esté expuesto indirectamente o en contacto físico incidental y que su acceso es restringido, ya sea por barreras físicas o personal de vigilancia. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana se consideran los siguientes reusos: riego de jardines y camellones en autopistas, camellones en avenidas, fuentes de ornato, campos de golf, abastecimiento de hidrantes de sistemas contra incendio, lagos artificiales no recreativos, barreras hidráulicas de seguridad y panteones.

4. Especificaciones

4.1 Los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas son los establecidos en la Tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana.

TABLA 1

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES					
TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO ₅ mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	≥ 1	15	20	20
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	≤ 5	15	30	30

4.2 La materia flotante debe estar ausente en el agua residual tratada, de acuerdo al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006, referida en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

4.3 El agua residual tratada reusada en servicios al público, no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles establecidos en la columna que corresponde a embalses naturales y artificiales con uso en riego agrícola de la Tabla 3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, referida en el punto 2 de esta Norma.

4.4 Las entidades públicas responsables del tratamiento de las aguas residuales que reusen en servicios al público, tienen la obligación de realizar el monitoreo de las aguas tratadas en los términos de la presente Norma Oficial Mexicana y de conservar al menos durante los últimos tres años los registros de la información resultante del muestreo y análisis, al momento en que la información sea requerida por la autoridad competente.

5. Muestreo

Los responsables del tratamiento y reuso de las aguas residuales tratadas, tienen la obligación de realizar los muestreos como se establece en la Norma Mexicana NMX-AA-003, referida en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana. La periodicidad y número de muestras será:

5.1 Para los coliformes fecales, materia flotante, demanda bioquímica de oxígeno⁵, sólidos suspendidos totales y grasa y aceites, al menos 4 (cuatro) muestras simples tomadas en días representativos mensualmente.

5.2 Para los huevos de helminto, al menos 2 (dos) muestras compuestas tomadas en días representativos mensualmente.

5.3 Para los metales pesados y cianuros, al menos 2 (dos) muestras simples tomadas en días representativos anualmente.

6. Métodos de prueba

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, se deben aplicar los métodos de prueba indicados en las normas mexicanas a que se refiere el punto 2 de esta Norma. Para coliformes fecales, el responsable del tratamiento y reuso del agua residual, podrá realizar los análisis de laboratorio de acuerdo con la NMX-AA-102-1987, siempre y cuando demuestre a la autoridad competente que los resultados de las pruebas guardan una estrecha correlación o son equivalentes a los obtenidos mediante el método de tubos múltiples que se establece en la NMX-AA-42-1987. El responsable del tratamiento y reuso del agua residual, puede solicitar a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, la aprobación de métodos de prueba alternos. En caso de aprobarse, éstos pueden ser aplicados por otros responsables en situaciones similares. Para la determinación de huevos de helminto se deben aplicar las técnicas de análisis que se señalan en el anexo 1 de esta Norma.

7. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración

7.1 No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma Oficial Mexicana se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente; tampoco existen normas mexicanas que hayan servido de base para su elaboración.

8. Bibliografía

8.1 APHA, AWWA, WPCF, 1994. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19th Edition. U.S.A. (Métodos normalizados para el análisis del agua y aguas residuales 19a. Edición. E.U.A.).

8.2 Code of Federal Regulations 40. Protection of Environmental 1992. (Código de Normas Federales 40. Protección al Ambiente) E.U.A.

8.3 Ingeniería sanitaria y de aguas residuales, 1988. Gordon M. Fair, John Ch. Gerey, Limusa, México.

8.4 Manual de agua, 1989. Frank N. Kemmer, John McCallion Ed. McGraw-Hill. Volúmenes 1 al 3. México.

8.5 Development Document for Effluent Limitation Guidelines and New Source Performance Standard for the 1974. (Documento de desarrollo de la U.S.E.P.A. para guías de límites de efluentes y estándares de evaluación de nuevas fuentes para 1974).

8.6 Water Treatment Handbook, 1991. Degremont 6th Edition Vol. I y II. U.S.A. (Manual de tratamiento de agua 1991) 6a. Edición Vols. I y II. E.U.A.

8.7 Wastewater Engineering Treatment. Disposal and Reuse, 1991. 3rd. Edition. U.S.A. (Ingeniería en el tratamiento de aguas residuales. Disposición y reuso) Metcalf and Eddy. McGraw-Hill International Editions. 3a. Edición. E.U.A.

8.8 Municipal Wastewater Reuse-Selected Readings on Water Reuse-United States Environmental Protection Agency-EPA 430/09-91-022 September, 1991. (Reuso de aguas residuales municipales-lecturas selectivas sobre el reuso del agua-Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América- EPA 430/09-91-022 septiembre 1991).

9. Observancia de esta Norma

9.1 La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través de la Comisión Nacional del Agua, y a la Secretaría de Salud, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Salud y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

9.2 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**. Las plantas de tratamiento de aguas residuales referidas en esta Norma que antes de su entrada en vigor ya estuvieran en servicio y que no cumplan con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en ella, tendrán un plazo de un año para cumplir con los lineamientos establecidos en la presente Norma.

México, Distrito Federal, a los diecisiete días del mes de julio de mil novecientos noventa y ocho.- La Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, **Julia Carabias Lillo**.- Rúbrica.

ANEXO 1

TECNICA PARA LA DETERMINACION Y CUANTIFICACION DE HUEVOS DE HELMINTO

1. Objetivo

Determinar y cuantificar huevos de helminto en lodos, afluentes y efluentes tratados.

2. Campo de aplicación

Es aplicable para la cuantificación de huevos de helminto en muestras de lodos, afluentes y efluentes de plantas de tratamiento.

3. Definiciones

3.1 Helminto: término designado a un amplio grupo de organismos que incluye a todos los gusanos parásitos (de humanos, animales y vegetales) y de vida libre, con formas y tamaños variados.

3.2 Platyhelminetos: gusano dorsoventralmente aplanado, algunos de interés médico son: *Taenia solium*, *Hymenolepis nana* e *Il. diminuta*, entre otros.

3.3 Nematelmintos: gusanos de cuerpo alargado y forma cilíndrica. Algunas especies enteroparásitas de humanos y animales son: *Ascaris lumbricoides*, *Toxocara canis*, *Enterobius vermicularis* y *Trichuris trichiura*, entre otros.

3.4 Método difásico: técnica de concentración que utiliza la combinación de dos reactivos no miscibles y donde las partículas (huevos, detritus), se orientan en función de su balance hidrofílico-lipofílico.

3.5 Método de flotación: técnica de concentración donde las partículas de interés permanecen en la superficie de soluciones cuya densidad es mayor. Por ejemplo, la densidad de huevos de helminto se encuentra entre 1.05 a 1.18, mientras que los líquidos de flotación se sitúan entre 1.1 a 1.4.

4. Fundamento

Utiliza la combinación de los principios del método difásico y del método de flotación, obteniendo un rendimiento de un 90%, a partir de muestras artificiales contaminadas con huevos de helminto de ascaris.

5. Equipo

Centrífuga: con intervalos de operación de 1,000 a 2,500 revoluciones por minuto

Periodos de operación de 1 a 3 minutos

Temperatura de operación 20 a 28 °C

Bomba de vacío: adaptada para control de velocidad de succión 1/3 hp

Microscopio óptico: con iluminación Köheler

Aumentos de 10 a 100X; platina móvil; sistema de microfotografía

Agitador de tubos: automático, adaptable con control de velocidad

Parrilla eléctrica: con agitación

Hidrómetro: con intervalo de medición de 1.1 a 1.4 g/cm³

Temperatura de operación: 0 a 4°C

6. Reactivos

- Sulfato de zinc heptahidratado
- Acido sulfúrico
- Eter etílico
- Etanol
- Agua destilada
- Formaldehído

6.1 Solución de sulfato de zinc, gravedad específica de 1.3

- Fórmula
- Sulfato de zinc 800 g
- Agua destilada 1,000 ml

PREPARACION

Disolver 800 g de sulfato de zinc en 1,000 ml de agua destilada y agitar en la parrilla eléctrica hasta homogeneizar, medir la densidad con hidrómetro. Para lograr la densidad deseada agregar reactivo o agua, según sea el caso.

6.2 Solución de alcohol-ácido

- Fórmula
- Acido sulfúrico 0.1 N 650 ml
- Etanol 350 ml

PREPARACION

Homogeneizar 650 ml del ácido sulfúrico al 0.1 N, con 350 ml del etanol para obtener un litro de la solución alcohol-ácida. Almacenarla en recipiente hermético.

7. Material

- Garrafones de 8 litros
- Tamiz de 160 mm (micras) de poro
- Probetas graduadas (1 litro y 50 ml)

- Gradillas para tubos de centrífuga de 50 ml
- Pipetas de 10 ml de plástico
- Aplicadores de madera
- Recipientes de plástico de 2 litros
- Guantes de plástico
- Vasos de precipitado de 1 litro
- Bulbo de goma
- Magneto
- Cámara de conteo Doncaster
- Celda Sedgwich-Rafter

8. Condiciones de la muestra

1. Se transportarán al laboratorio en hieleras con bolsas refrigerantes o bolsas de hielo.
2. Los tiempos de conservación en refrigeración y transporte deben reducirse al mínimo.
3. Si no es posible refrigerar la muestra líquida, debe fijarse con 10 ml de formaldehído al 4% o procesarse dentro de las 48 horas de su toma.
4. Una muestra sólida debe refrigerarse y procesarse en el menor tiempo posible.

9. Interferencias

La sobreposición de estructuras y/o del detritus no eliminado en el sedimento, puede dificultar su lectura, en especial cuando se trata de muestras de lodo. En tal caso, es importante dividir el volumen en alícuotas que se consideren adecuadas.

10. Precauciones

1. Durante el procesado de la muestra, el analista debe utilizar guantes de plástico para evitar riesgo de infección.
2. Lavar y desinfectar el área de trabajo, así como el material utilizado por el analista.

11. Procedimiento

1. Muestreo
 - a) Preparar recipientes de 8 litros, desinfectándolos con cloro, enjuagándolos con agua potable a chorro y con agua destilada.

- b)** Tomar 5 litros de la muestra (ya sea del afluente o efluente).
 - c)** En el caso de que la muestra se trate de lodo, preparar en las mismas condiciones recipientes de plástico de 1 litro con boca ancha.
 - d)** Tomar X gramos de materia fresca (húmeda) que corresponda a 10 g de materia seca.
- 2.** Concentrado y centrifugado de la muestra
- a)** La muestra se deja sedimentar durante 3 horas o toda la noche.
 - b)** El sobrenadante se aspira por vacío sin agitar el sedimento.
 - c)** Filtrar el sedimento sobre un tamiz de 160 mm (micras), enjuagando también el recipiente donde se encontraba originalmente la muestra y lavar enseguida con 5 litros de agua (potable o destilada).
 - d)** Recibir el filtrado en los mismos recipientes de 8 litros.
 - e)** En caso de tratarse de lodos, la muestra se filtrará y enjuagará en las mismas condiciones iniciando a partir del inciso c.
 - f)** Dejar sedimentar durante 3 horas o toda la noche.
 - g)** Aspirar el sobrenadante al máximo y depositar el sedimento en una botella de centrífuga de 250 ml, incluyendo de 2 a 3 enjuagues del recipiente de 8 litros.
 - h)** Centrifugar a 400 g por 3 minutos (1,400-2,000 rpm por 3 minutos, según la centrífuga).
 - i)** Decantar el sobrenadante por vacío (asegurarse de que exista la pastilla) y resuspender la pastilla en 150 ml de $ZnSO_4$ con una densidad de 1.3.
 - j)** Homogeneizar la pastilla con el agitador automático, o aplicador de madera.
 - k)** Centrifugar a 400 g por 3 minutos (1,400-2,000 rpm por 3 minutos).
 - l)** Recuperar el sobrenadantevirtiéndolo en un frasco de 2 litros y diluir cuando menos en un litro de agua destilada.
 - m)** Dejar sedimentar 3 horas o toda la noche.
 - n)** Aspirar al máximo el sobrenadante por vacío y resuspender el sedimento agitando, vertir el líquido resultante en 2 tubos de centrífuga de 50 ml y lavar de 2 a 3 veces con agua destilada el recipiente de 2 litros.

- o)** Centrifugar a 480 g por 3 minutos (2,000-2,500 rpm por 3 minutos, según la centrífuga).
 - p)** Reagrupar las pastillas en un tubo de 50 ml y centrifugar a 480 g por minutos (2,000-2,500 rpm por 3 minutos).
 - q)** Resuspender la pastilla en 15 ml de solución de alcohol-ácido (H_2SO_4 0.1 N) + C_2H_5OH a 33-35% y adicionar 10 ml de éter etílico.
 - r)** Agitar suavemente y abrir de vez en cuando los tubos para dejar escapar el gas (considerar que el éter es sumamente inflamable y tóxico).
 - s)** Centrifugar a 660 g por 3 minutos (2,500-3,000 rpm por 3 minutos, según la centrífuga).
 - t)** Aspirar al máximo el sobrenadante para dejar menos de 1 ml de líquido, homogeneizar la pastilla y proceder a cuantificar.
- 3** Identificación y cuantificación de la muestra
- a)** Distribuir todo el sedimento en una celda de Sedgwich-Rafter o bien en una cámara de conteo de Doncaster.
 - b)** Realizar un barrido total al microscopio.

12. Cálculos

- 1.** Para determinar los rpm de la centrífuga utilizada, la fórmula es:

$$rpm = \sqrt{\frac{Kg}{r}}$$

Donde:

- g:** fuerza relativa de centrifugación
- K:** constante cuyo valor es 89,456
- r:** radio de la centrífuga (spindle to the centre of the bracker) en cm

La fórmula para calcular g es:

$$g = \frac{r (rpm)^2}{K}$$

- 2 Para expresar los resultados en número de huevecillos por litro, es importante tomar en cuenta el volumen y tipo de la muestra analizada.

13. Formato

No aplica.

14. Bibliografía

- 1 APHA, AWWA, WPCF, 1992 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19a. ed., Washington. (Métodos normalizados para el análisis del agua y aguas residuales, 19a. Edición E.U.A.)
- 2 CETESB, São Paulo, 1989 Helminhos e Protozoários Patogénicos Contagem de Ovos e Cistos em Amostras Ambientais.
- 3 Schwartzbrod, J., 1996 Traitement des Eaux Usees de Mexico en Vue d'une Reutilisation a des Fins Agricoles. Reunión de Expertos para el Análisis del Proyecto de Saneamiento del Valle de México. Instituto de Ingeniería UNAM, 86 p.



EL AGUA NOS UNE,
CUIDARLA ES COMPROMISO DE TODOS

www.semarnat.gob.mx
www.conagua.gob.mx

**ANEXO 8: Plan de trabajo presentado a la
Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac
para entrar a hacer uso de las instalaciones de
la PTAR**



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

PLAN DE TESIS

**EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS *EFICACES (EM)* SOBRE LOS
COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES EN EL TRATAMIENTO
BIOLOGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD
ALAS PERUANAS-SEDE PACHACAMAC, 2018**

**PRESENTADO POR:
BACH. CARLOS YANGALI TAIBE**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

**LIMA – PERÚ
2018**

CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN DE LA TESIS (EXPERIMENTO)	3
2. PERIODO DE DURACIÓN DEL TRATAMIENTO	3
3. MONITOREOS Y ANÁLISIS	3
4. DETALLES ESPECÍFICOS PARA EL PERMISO Y LA AUTORIZACIÓN DE UTILIZAR EL ÁREA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PETAR)	4
4.1. ubicación:	4
4.2. dimensión del área solicitada:	4
4.3. Duración del experimento:	4
4.4. fechas solicitadas:.....	4
4.5. peligros o riesgos.....	5
4.6. generación de residuos	5

1. DESCRIPCIÓN DE LA TESIS (EXPERIMENTO)

La parte experimental de mi tesis se basa básicamente es extraer 20 litros de aguas residuales no tratada en baldes de esta capacidad para posteriormente inocularle una dosis de Microorganismos Eficaces (EM) que está compuesta básicamente de una mezcla de levaduras, bacterias fotosintéticas y bacterias ácido lácticas que no representan ningún peligro para la salud ni para el medio ambiente.

El experimento contará con tres diferentes dosis de EM (0.5 %, 01% y 02 %) y una de control; Y se realizará tres repeticiones de cada uno.

En total se tendrá 12 balde con 20 litros de agua residual cada una; a las cuales se introducirán las diferentes dosis de los EM para poder ver antes durante y al finalizar el tratamiento cual fue el efecto que tuvo estos EM sobre los coliformes totales y termotolerantes de estas aguas residuales.

2. PERIODO DE DURACIÓN DEL TRATAMIENTO

El tratamiento de las aguas residuales con estos EM según antecedentes encontrados es de 15 días según el volumen de agua que estamos tratando.

3. MONITOREOS Y ANÁLISIS

Los monitoreos se realizarán antes (0 días) durante (08 días) y después del tratamiento (15 días); en cada uno de estos monitoreos se procederán a extraer 250 ml de muestra de cada uno de los baldes previamente codificados en un frasco estéril. Estas muestras extraídas se llevarán en un cooler a un laboratorio para su análisis.

4. DETALLES ESPECÍFICOS PARA EL PERMISO Y LA AUTORIZACIÓN DE UTILIZAR EL ÁREA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PETAR)

4.1. ubicación:

dentro del área del PETAR ubicado en una esquina de la parte posterior del estadio de la universidad.



4.2. dimensión del área solicitada:

Solicito un área para poder colocar los 12 baldes de tratamiento que aproximadamente ocuparan 04 metros cuadrados.

4.3. Duración del experimento:

Un mes y medio (45 días).

4.4. fechas solicitadas:

DEL:	15/12/2018
AL:	07/01/2019

En el transcurso de estas fechas ingresare un promedio de seis veces para poder realizar las inspecciones y los monitoreos.

4.5. peligros o riesgos

Este experimento no supone ningún riesgo para la salud de los alumnos ni para el medio ambiente ya que no se utilizarán ninguna sustancia, material o equipo peligroso en el tratamiento.

4.6. generación de residuos

Los residuos generados como guantes, mascarilla, bolsas plásticas, papel secante, etiquetas de muestreo, frascos, etc... serán correctamente tratados ya que mi persona contara siempre con una bolsa roja con su etiqueta de residuos para poder disponer estos residuos sólidos.

Y al finalizar el experimento es decir el tratamiento de estas aguas; según las características finales y de los análisis de laboratorio de estas aguas se verá qué hacer con ellas. Si obtenemos buenos resultados podremos utilizarlas para el riego de las áreas verdes de la universidad; pero si obtenemos resultados adversos serán vertidos a la poza de pre tratamiento del PETAR de la universidad para su tratamiento. Y los 12 baldes utilizados serán retirados de la universidad por mi persona.

ANEXO 9: Informe de asesoría de tesis externa



INFORME DE ASESORAMIENTO DE TESIS

Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
 Coordinación de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
 Universidad Alas Peruanas

Es grato dirigirme a ustedes para saludarlos muy cordialmente y a la vez informarles que el Bachiller, YANGALL TAIPE CARLOS, ha realizado su tesis para optar el Título Profesional en Ingeniería Ambiental en su prestigiosa Universidad, para lo cual utilizó insumos y asesoría de nuestra empresa, finalizando el trabajo de acuerdo a su cronograma.

Título: "EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM) SOBRE LOS COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES EN EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS, PACHACAMAC, 2018"

En tal sentido expido la constancia para certificar la asesoría y ayuda correspondiente dando conformidad de su trabajo.

Atentamente,



Francis Reyes
 Ing. Francis Reyes Lainez
 CIP: 128326
 Gerente Agrícola
 BIOEM SAC - PERU



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

“EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM) SOBRE LOS COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES EN EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS-SEDE PACHACAMAC, 2018”

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
CARLOS YANGALI TAIBE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

CONTENIDO

CAPITULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

CAPITULO II : MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

CAPITULO III : FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

CAPITULO IV : ANÁLISIS Y ORGANIZACIONES DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

INTRODUCCIÓN

El agua se considera contaminada cuando su composición o estado no reúne las condiciones requeridas para los usos a los que se hubiera destinado en su estado natural.

La tecnología del producto EM (del inglés efficient microorganisms), basada en la actividad sinérgica de consorcios de microorganismos eficaces, ha sido reportada como una alternativa para el tratamiento de aguas contaminadas, ya que incrementa las densidades de microorganismos que pueden utilizar los compuestos presentes en el agua como fuente de carbono y energía para su metabolismo y crecimiento, 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 que pueden ser degradados será mayor y los procesos a su vez, serán más eficaces.

Dentro del espectro de investigación para favorecer a la comunidad de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac en la cual se encuentra un número considerable de estudiantes de esta casa de estudio, se procedió a analizar la calidad del agua residual entrante a la Planta de Tratamiento que posee esta sede para así analizar la concentración de Coliformes TermoTolerantes existentes en las mismas y verificar como los EM permiten su disminución en forma gradual y esto genera una mejor calidad de agua.



CAPITULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidades	Ítems
General	¿Es posible mejorar la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes mediante el uso de Microorganismos Eficaces (EM)?	Mejorar la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes mediante el uso de Microorganismos Eficaces (EM)	El uso de Microorganismos Eficaces (EM) mejora la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes.	X: EFECTO DE LOS MICROORGANISMO S EFICACES (EM) SOBRE LOS COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTE S (Variable Independiente) Y: TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD ALAS PACHACAMAC (Variable dependiente)	Condiciones Operacionales	Temperatura	°C	2
						Tiempo	días	1
					Concentración	Dilución Acuosa 1	%	3
						Dilución Acuosa 2	%	4
						Dilución Acuosa 3	%	5
					Características microbiológicas	Coliformes Totales	NMP/100mL	7
Coliformes TermoTolerantes	NMP/100mL	6						
Específicos	Problemas		Objetivos		Hipótesis			
	1	¿En qué medida el uso de Microorganismos Eficaces (EM) en las condiciones Operacionales mejora la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes?	Determinar las condiciones operacionales del uso de Microorganismos Eficaces (EM) para la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.	Las condiciones operacionales del uso de Microorganismos Eficaces (EM) influyen en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.				
2	¿Cuál es la concentración más óptima del Uso de Microorganismos Eficaces (EM) en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes?	Determinar la concentración más óptima del Uso de Microorganismos Eficaces (EM) en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.	Las diferentes Concentraciones de Uso de Microorganismos Eficaces (EM) influyen en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.					

MATRIZ DE CONSISTENCIA

JUSTIFICACIÓN

- ▶ La presente investigación se fundamenta con el deseo de poder mejorar la calidad de aguas residuales generadas en la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac específicamente en lo que respecta a Coliformes Totales y TermoTolerantes, además, con la finalidad de determinar la concentración más óptima de Microorganismos Eficaces en el mejoramiento de la calidad de aguas residuales de la Universidad que entran a la Planta de Tratamiento que este universidad posee, de modo que se pueda plantear una alternativa para el cumplimiento de la normativa. Asimismo, la presente investigación pretende dar a conocer un tipo de tratamiento sostenible, limpio y económico, para así aportar en el cuidado de los recursos naturales. Al mismo tiempo que sirva como punto de referencia para futuras investigaciones con características similares.



CAPITULO II : MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

Marco Referencial

Antecedentes
de la
investigación



□ **CARDONA Y GARCIA (2008)** en su tesis "Evaluación del Efecto de los Microorganismos Eficaces EM sobre la Calidad de un Agua Residual Domestica", se plantea como objetivo general: Evaluar el efecto de Microorganismos eficaces sobre la calidad de un agua residual doméstica. Diseño de Investigación: Experimental. Resultados: Se pudo evidenciar, en los resultados de los primeros muestreos, una disminución en la DQO a diferencia de la DBO₅. Al contrario, en los muestreos realizados en los días 30 y 45 alcanzaron valores muy altos, 294.2mg/mL y 411.9mg/mL, respectivamente. Conclusiones: No se observaron diferencias significativas en las concentraciones de ninguno de los parámetros en ninguno de los tiempos, entre control y los tratamientos, por lo cual se concluyó que no existió un efecto de la profundidad de la aplicación de ME, bajo las condiciones del presente estudio

□ **FERNANDEZ (2014)** en su tesis "Eficiencia de Microorganismos Eficaces en las aguas residuales de la Planta de Tratamiento del distrito de Yanaoca, Perú", cuyo objetivo general fue evaluar la eficiencia de los Microorganismo Eficaces en los efluentes de la Planta de Tratamiento. Diseño de Investigación: Experimental. Los resultados al mes de la inoculación con Microorganismos Eficaces fueron los siguientes: el pH se redujo de 7.5 a 7, la DBO₅ se redujo en un 39%, la DQO se redujo en un 13%, el fósforo se redujo de 37 a 19mg, el nitrógeno vario de 57 a 32 mg, los coliformes totales y fecales cerca del 100% de reducción. Conclusiones: La aplicación de Microorganismos Eficaces en las aguas residuales de la Planta de Tratamiento redujo la cantidad de pH, DBO, DQO, P, N₂, Coliformes totales y fecales a los 30 días de su aplicación.

Referencias
Teóricas



□ **RODRIGUEZ (2012)** en su tesis "Purificación de agua por medio de microorganismos eficientes y filtración realizado en la Finca "El Bosque" de Colombia", cuyo objetivo general fue potabilizar el agua mediante la aplicación de Microorganismos Eficaces y filtración. Diseño de Investigación: Experimental. Los resultados indican que, mediante la aplicación de Microorganismos Eficaces a aguas servidas, se logra alcanzar el pH óptimo, de 4 pH a 7pH en 1 mes apta para consumo de animales y riego, después del tratamiento la calidad del agua mostro mejora. Conclusiones: La aplicación de Microorganismos Eficaces en las aguas servidas de la Finca "El Bosque" potabiliza la misma, dejándola apta para el consumo humano y animal.

Marco Legal



LEY N° 28611 LEY GENERAL DEL AMBIENTE.

Item	Unidad	Valor
1	mg/l	100
2	mg/l	100
3	mg/l	100
4	mg/l	100
5	mg/l	100
6	mg/l	100
7	mg/l	100
8	mg/l	100
9	mg/l	100
10	mg/l	100
11	mg/l	100
12	mg/l	100
13	mg/l	100
14	mg/l	100
15	mg/l	100
16	mg/l	100
17	mg/l	100
18	mg/l	100
19	mg/l	100
20	mg/l	100
21	mg/l	100
22	mg/l	100
23	mg/l	100
24	mg/l	100
25	mg/l	100
26	mg/l	100
27	mg/l	100
28	mg/l	100
29	mg/l	100
30	mg/l	100
31	mg/l	100
32	mg/l	100
33	mg/l	100
34	mg/l	100
35	mg/l	100
36	mg/l	100
37	mg/l	100
38	mg/l	100
39	mg/l	100
40	mg/l	100
41	mg/l	100
42	mg/l	100
43	mg/l	100
44	mg/l	100
45	mg/l	100
46	mg/l	100
47	mg/l	100
48	mg/l	100
49	mg/l	100
50	mg/l	100
51	mg/l	100
52	mg/l	100
53	mg/l	100
54	mg/l	100
55	mg/l	100
56	mg/l	100
57	mg/l	100
58	mg/l	100
59	mg/l	100
60	mg/l	100
61	mg/l	100
62	mg/l	100
63	mg/l	100
64	mg/l	100
65	mg/l	100
66	mg/l	100
67	mg/l	100
68	mg/l	100
69	mg/l	100
70	mg/l	100
71	mg/l	100
72	mg/l	100
73	mg/l	100
74	mg/l	100
75	mg/l	100
76	mg/l	100
77	mg/l	100
78	mg/l	100
79	mg/l	100
80	mg/l	100
81	mg/l	100
82	mg/l	100
83	mg/l	100
84	mg/l	100
85	mg/l	100
86	mg/l	100
87	mg/l	100
88	mg/l	100
89	mg/l	100
90	mg/l	100
91	mg/l	100
92	mg/l	100
93	mg/l	100
94	mg/l	100
95	mg/l	100
96	mg/l	100
97	mg/l	100
98	mg/l	100
99	mg/l	100
100	mg/l	100

DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM,
DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA LÍMITES
MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES

EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM) SOBRE LOS COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES

Hay una gran variedad de métodos para la descontaminación de aguas y aguas residuales, entre los que se encuentran la utilización de microorganismos, denominados eficientes (EM), 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).



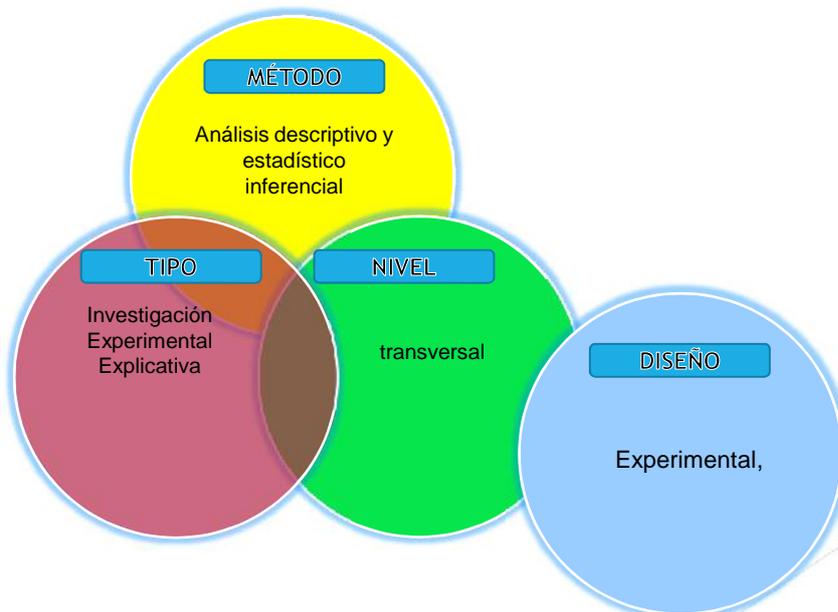
MARCO TEÓRICO

TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS SEDE PACHACAMAC

Con respecto a la mejora de la calidad de aguas residuales, es necesario aplicar un tratamiento para cumplir con las normativas legales y a su vez asegurar una buena calidad de vertido sin crear alteraciones medioambientales que ponen en riesgo nuestro ecosistema. Para mejorar la calidad de aguas residuales tenemos los procesos biológicos como los más adecuados, para los cuales podemos encontrar diferentes alternativas: Los procesos aerobios se basan en microorganismos que en presencia de oxígeno transforman la materia orgánica en gases y en nueva materia celular que usan para su propio crecimiento y reproducción; otro tipo de procesos a utilizar en la degradación de la materia orgánica son los procesos anaerobios, en este caso en ausencia total de oxígeno. Mediante estos tratamientos se obtienen gases que pueden ser aprovechados para uso energético como el metano (RAMALHO, 2011, p. 35)



CAPITULO III : FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS



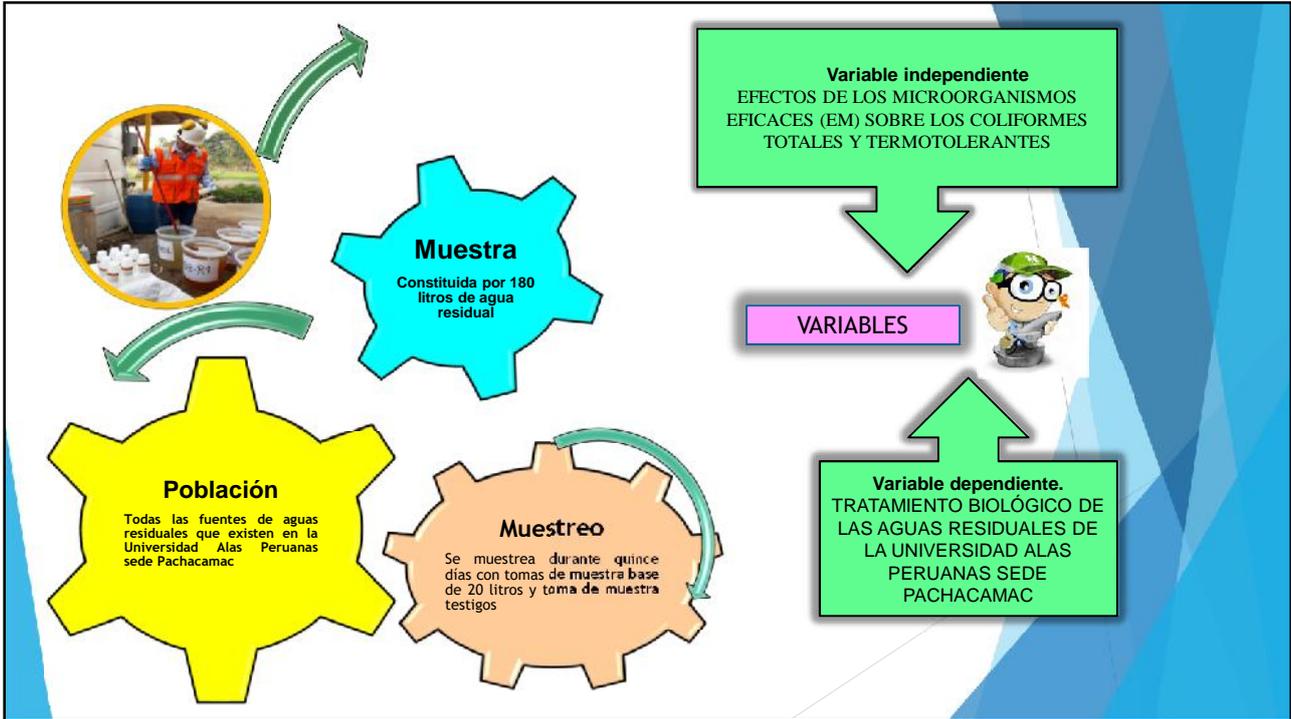
Hipótesis General

El uso de Microorganismos Eficaces (EM) mejora la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes.

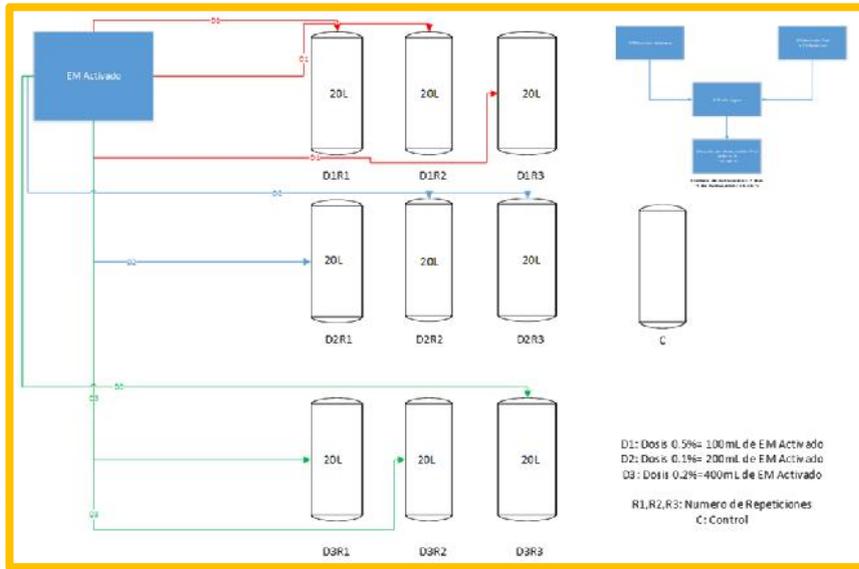
Las condiciones operacionales del uso de Microorganismos Eficaces (EM) influyen en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.

Las diferentes Concentraciones de Uso de Microorganismos Eficaces (EM) influyen en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS



CAPITULO IV : ANÁLISIS Y ORGANIZACIONES DE RESULTADOS



RESULTADOS



CARACTERIZACIÓN DEL AGUA

PARAMETROS	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA	NOM-003-SEMARNAT-1997-MX**	Medicion Inicial	Medicion dia 1 dosis 3	Medicion dia 8 dosis 3	Medicion dia 15 dosis 3
Aceites y Grasas	mg/L	20	15	640	520	70	14
Coliformes TermoTolerantes	NMP/100mL	10000	1000	1000000	20000	60	0
Coliformes Totales *	NMP/100mL	no reporta	no reporta	1000000	20000	60	0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	30	5045	196	110	35
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200	60	10456	381	216	80
pH	Unidad	6.5-8.5	6.0-7.0	5.25	5.65	6.04	6.74
Solidos Totales en Suspension***	mL/L(mg/L)	150(150000)	30	1.347(1347)	1.09(1009)	0.95(950)	0.21(210)
Temperatura	°C	<35	<25	19.3	17	21	18

La coliformes totales y termotolerantes presentas grupos coincidentes de microorganismos activos salvo en las coliformes totales se incluyen a microorganismos como el paramecium

o helmintos ya que no son resistentes a las temperaturas y son fagocitados por los EM

** Norma Tecnica Mexicana no vinculante solo referencial respecto a su aplicacion

***Los Solidos Totales en Suspension para mejorar su comprension estan expresados mL/L siendo el factor e conversion 1000

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

ANOVA Unidireccional : T1D1 ,T2D2,T3D3					
Fuente	GL	SC Ajust.	CM Ajust.	Valor F	Valor P
Factor	2	10682047	5341024	6.57	0.031
Errores	6	4873970	812328		
Total	8	15556017			

Fuente: Elaboración propia

$U=U_0=U_1$, $f= 901.293$ Si $F>f$ se rechaza la hipótesis nula , $901.293.> 6.57$ con lo que rechazamos la hipótesis nula

Hnula: El tratamiento no es efectivo en la disminución del parámetro

Coliformes Termotolerantes

Halterna: El tratamiento si efectivo en la disminución del parámetro Coliformes

Termotolerantes

Estadística Descriptiva

Estadística Descriptiva : T1D1 ,T2D2,T3D3			
Variable	Porcentaje	Desv.Stand	Media
T1D1	100	171.5	6199.5
T2D2	100	528	5800
T3D3	100	1459	3715

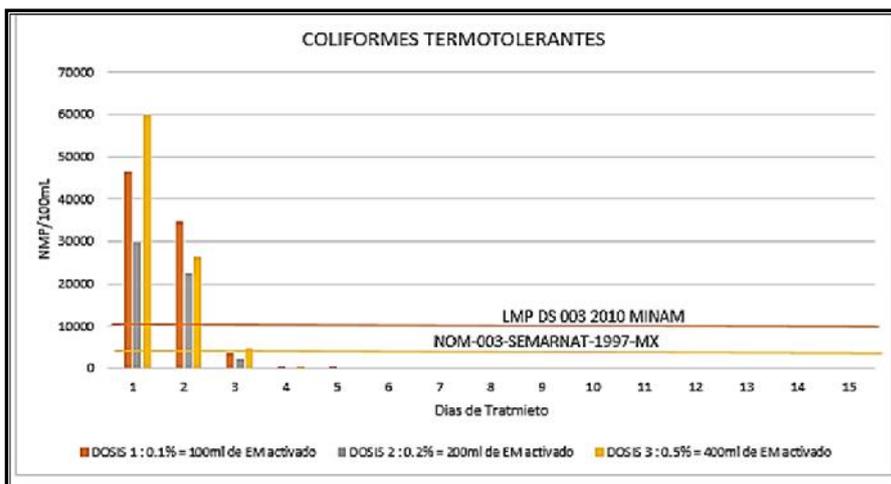
Fuente: Elaboración propia

Prueba Hipótesis

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1D1	3	6199.5	A
T2D2	3	5800	AB
T3D3	3	3715	B

Fuente: Elaboración propia

COLIFORMES TERMOTOLERANTES



COLIFORMES TOTALES

ANOVA Unidireccional : T1D1 ,T2D2,T3D3					
Fuente	GL	SC Ajust.	CM Ajust.	Valor F	Valor P
Factor	2	12934288	6467144	10.12	0.012
Errores	6	3832647	638774		
Total	8	16766935			

Estadística Descriptiva

Estadística Descriptiva : T1D1 ,T2D2,T3D3			
Variable	Porcentaje	Desv. Stand	Media
T1D1	100	171.5	6199.5
T2D2	100	822	4911
T3D3	100	1100	3270

Fuente: Elaboración propia

$U=U_0=U_1$, $f=901.293$ Si $F>f$ se rechaza la hipótesis nula ,

$799.234.>10.12$ con lo que rechazamos la hipótesis nula

Hnula: El tratamiento no es efectivo en la disminución del parámetro Coliformes Totales

Halterna: El tratamiento si efectivo en la disminución del parámetro

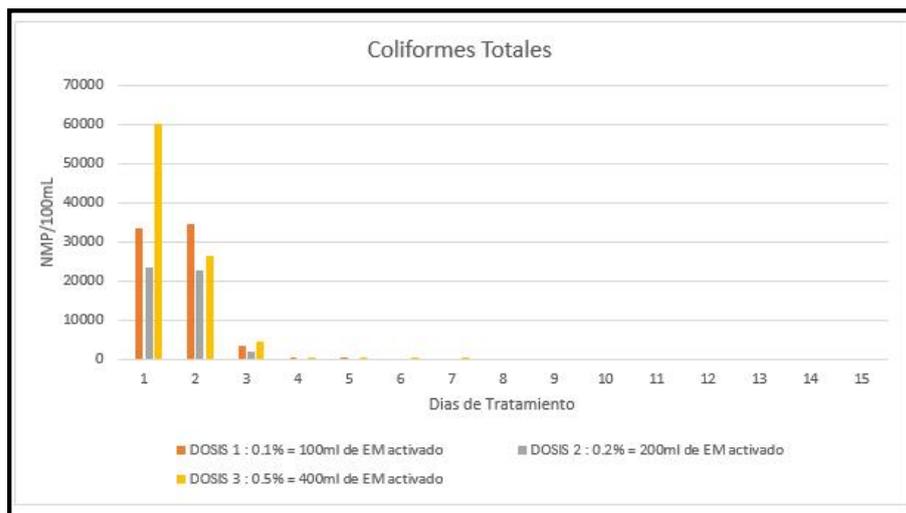
Coliformes Totales

Prueba Hipótesis

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1D1	3	6199.5	A
T2D2	3	4911	AB
T3D3	3	3270	B

Fuente: Elaboración propia

COLIFORMES TOTALES



CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS VS RESULTADOS

HIPÓTESIS PRINCIPAL	RESULTADOS	VERDADERO / FALSO
El uso de Microorganismos Eficaces (EM) mejora la calidad de aguas residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes.	Los resultados obtenidos muestran que, con la aplicación de los EM específicamente en el tratamiento 3 dosis 3 de 0.5% de concentración igual 400mL de EM activado influye significativamente en la remoción de Coliformes Totales y TermoTolerantes ya que al Día 15 eliminan el 100% de las mencionadas mejorando la calidad del agua en la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac	V
HIPÓTESIS SECUNDARIAS		
Las condiciones operacionales del uso de Microorganismos Eficaces (EM) influyen en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.	Se evidencia que a mayor tiempo del tratamiento y con un pH casi neutro la remoción de las Coliformes Totales y TermoTolerantes es del 100% mejorando la calidad del agua	V
Las diferentes Concentraciones de Uso de Microorganismos Eficaces (EM) influyen en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac respecto a Coliformes Totales y TermoTolerantes.	Se verifico en laboratorio y con un análisis estadístico inferencial que las diferentes concentraciones de EM influyen directamente en la remoción de Coliformes Totales y TermoTolerantes eliminándolas por completo en una dosis de 0.5% de concentración igual 400mL de EM activado pero habiéndola comparado con otras dosis y estableciendo relaciones con las medias de las dosis realizadas , a las que se expuso el agua residual en un tiempo de 15 días	V

CONCLUSIONES

Se concluye que existe una mejora en la calidad de agua residual de la Universidad Alas Peruanas sede Pachacamac ya que se eliminó el 100% de la carga de Coliformes Totales y TermoTolerantes existentes en la misma utilizando EM de 0.5% de concentración igual 400mL de EM activado que fue la dosis 3 de todas las dosis aplicadas en un lapso de tiempo de 15 días.

Se concluyó que la mayor eficiencia de la remoción se dio el día 15 en el tratamiento 3 dosis 3 de 0.5% de concentración igual 400mL de EM activado con una remoción de Coliformes Totales y TermoTolerantes de 100% verificando que las condiciones operacionales para que actúen los EM de forma óptima son mayores de días de reposo de tratamiento y incremento de pH

Se determinó que la dosis optima de EM se dio en el tratamiento 3 dosis 3 que es .5% de concentración igual 400mL de EM activado permitiendo la eliminación total de las Coliformes Totales y TermoTolerantes.

RECOMENDACIONES

Considerando los resultados del presente trabajo de investigación, se recomienda principalmente continuar con las investigaciones del Uso de Microorganismos Eficaces para el mejoramiento de las aguas residuales aumentando los días de tratamiento, para así poder evidenciar que reacciones químicas presentan los Microorganismos con más tiempo de exposición y determinar si mejora aún más o si presentan alguna reacción desfavorable comparadas con otros parámetros fisicoquímicos.

Se sugiere uso de Microorganismos eficaces como una alternativa más para los tratamientos de suelo ya sea en la agricultura, compostaje, relleno sanitarios

