



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEPURADOR DE MICROORGANISMOS
EFICIENTES EN AGUAS SERVIDAS DE POZOS SÉPTICOS, EN EL
DISTRITO DE MAZAN, PROVINCIA DE MAYNAS. 2023**

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

AUTOR: Luis Adrián Navarro Reátegui

ASESOR: Ing. Gustavo Fernando Gamarra Ramírez, Mg

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'G. Gamarra', is positioned to the right of the advisor's name.

Loreto, Perú - 2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 074-2015-UCP-FCEI del 06 de abril del 2015 y Resolución N° 129-2024-UCP-FCEI, del 22 de febrero de 2024, la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú - UCP designa como Jurado Evaluador de la tesis a los señores:

- | | |
|---|------------|
| • Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Aguila, Dra. | Miembro |
| • Ing. Frank Romel León Vargas, Dr. | Miembro |

Como Asesor de la Tesis, Ing. Gustavo Fernando Gamarra Ramírez, Mgr.

En la ciudad de Iquitos, siendo las **10:00 am** del día **24 de mayo de 2024**, supervisado por la Secretaria Académica del Programa de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **EVALUACIÓN DEL EFECTO DEPURADOR DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN AGUAS SERVIDAS DE POZOS SEPTICOS, EN EL DISTRITO DE MAZAN, PROVINCIA DE MAYNAS.2023,**

Presentado por el sustentante

NAVARRO REATEGUI LUIS ADRIAN

Como requisito para optar el título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

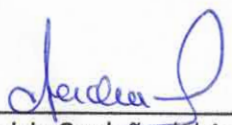
Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: *Absuelt*

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Que la sustentación es *Aprobada por Unanimitad*

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.


Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M.Sc.
Presidente


Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Aguila, Dra.
Miembro


Ing. Frank Romel León Vargas, Dr.
Miembro

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

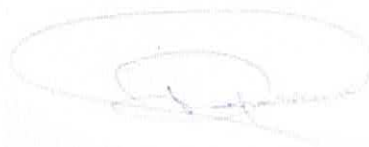
La Tesis titulada:

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEPURADOR DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN AGUAS SERVIDAS DE POZOS SÉPTICOS, EN EL DISTRITO DE MAZAN, PROVINCIA DE MAYNAS. 2023

Del alumno: **LUIS ADRIÁN NAVARRO REÁTEGUI**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **19% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 20 de marzo del 2024.



Mgr. Arq. Jorge L. Tapullima Flores
Presidente del Comité de Ética – UCP

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	20%	5%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repository.ucc.edu.co	1%
	Fuente de Internet	
2	mall.trunojoyo.ac.id	1%
	Fuente de Internet	
3	apirepositorio.unh.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	es.mongabay.com	1%
	Fuente de Internet	
5	cocinabasicaruiz.blogspot.com	1%
	Fuente de Internet	
6	www.pozossepticos.com.co	1%
	Fuente de Internet	
7	www.scribd.com	1%
	Fuente de Internet	
8	www5.diputados.gob.mx	1%
	Fuente de Internet	
9	Submitted to Universidad TecMilenio	1%
	Trabajo del estudiante	



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Luis Adrián Navarro Reátegui
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	Resultado_UCP_Ing_Ambiental_2024_Tesis_LuisNavarro_VI
Nombre del archivo:	UCP_ING.AMBIENTAL_2024_TESIS_LUISNAVARROREATEGUI_VI...
Tamaño del archivo:	1.47M
Total páginas:	43
Total de palabras:	9,119
Total de caracteres:	49,555
Fecha de entrega:	20-mar.-2024 07:59p. m. (UTC+0200)
Identificador de la entre...	2325970911

RESUMEN

El estudio se desarrolló en la localidad de Mazán, en el distrito del mismo nombre, provincia de Maynas, región Loreto. El objetivo fue: Determinar el efecto depurador de microorganismos eficientes en aguas servidas de pozos sépticos, en el distrito de Mazán, provincia de Maynas; la investigación fue con enfoque cuantitativo, descriptivo y de nivel básico.

Se identificaron microorganismos eficientes y con ellos se preparó "Bokashi" a los que se les impregnó EM para prolongar la vida útil de los mismos, se utilizó 42 días para preparar el material a ser utilizado en los pozos sépticos. Para evaluar la mejor concentración se definió 4 tratamientos con tres repeticiones (Testigo, concentración 10mL, 15mL y 20 mL) y se evidenció que la concentración de 20 % mL es la de mayor eficacia para el tratamiento, reduciendo en 5 veces la concentración de Coliformes Totales y se demuestra con los análisis realizados a las aguas. Además, los EM son una gran ayuda para limpiar las aguas domésticas, comerciales e industriales y también son usadas en la agricultura, fertilizada de suelos y hasta para uso en construcciones de viviendas.

Palabras Clave: Microorganismos eficientes, pozos sépticos, aguas domésticas, coliformes totales.



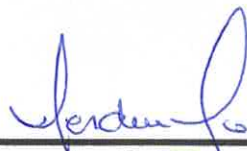
HOJA DE APROBACIÓN

**PROGRAMA ACADÉMICO INGENIERÍA AMBIENTAL
TESISTAS: NAVARRO REATEGUI LUIS ADRIAN**

Tesis sustentada en acto publico el 24 de mayo de 2024, a las 10:00 am en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.



**ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA, M.Sc.
PRESIDENTE DE JURADO**



**ING. CARMEN PATRICIA CERDEÑA DEL AGUILA, DRA
MIEMBRO DE JURADO**



**ING. FRANK ROMEL LEÓN VARGAS, DR.
MIEMBRO DE JURADO**



**GUSTAVO FERNANDO GAMARRA RAMÍREZ, MGR.
ASESOR**

DEDICATORIA

A mis padres José Luis y Silvia Estela por haberme apoyado de forma incondicional en mi etapa de estudiante universitario, ya que siempre me han dado la confianza necesaria para lograr mi nivel profesional, por haberme inculcado valores como el respeto, integridad, responsabilidad y perseverancia, ya que con estos puedo lograr cumplir mis metas y mis objetivos.

A mis hermanos Silvia Priscilla y Franco Junior, que han sido una forma de inspiración en cada momento de mi vida, gracias a ellos por la gratitud y su voz de aliento desde lejos, nunca he podido perder las esperanzas de poder cumplir mis sueños.

I. AGRADECIMIENTO

A mi asesor el Ingeniero Gustavo Fernando Gamarra Ramírez, porque su dedicación por su aceptación en ser parte del desarrollo de la tesis, por a su apoyo incondicional en el desarrollo de cada parte de la estructura de la tesis, por la motivación en la toma de decisiones y los logros obtenidos en el transcurso del trabajo.

Al Ingeniero Agrónomo Manuel Ávila Fucos por incentivar al desarrollo de proyectos de campo, especialmente en el tema de tratamiento de suelos y aguas residuales, gracias a nuestra perspectiva se ha desarrollado la mejora de suelos degradados utilizando Microorganismos Eficientes en el centro de Zungarococha y Santo Tomas.

Al Ingeniero Agrónomo Víctor Soto Vásquez por su apoyo con FIODM – UNICEF y director de la Escuela de Capacitación de Agricultores del GOREL, un agradecimiento por incentivar hacer parte del proyecto de desarrollo, ya que, con él, se logró incluir los Microorganismos Eficientes en el mejoramiento de la calidad del suelo y agua.

Al DIRESA – DSA, por su apoyo en el análisis de muestreo de la calidad ambiental del agua que se ha desarrollado en el Pueblo de Mazan, ya que con ellos se ha logrado la parte experimental para el análisis de aguas residuales de fosas sépticas.

A mis padres, profesores y compañeros, quienes me brindaron su apoyo y su confianza para el desarrollo de este trabajo y nunca dudaron de mis capacidades para poder ser un gran profesional.

GRACIAS.

INDICE

III.

AGRADECIMIENTO.....	2
ACTA DE APROBACIÓN	3
I. MARCO TEORICO	8
1.2 Antecedente de Estudio.....	8
Nacionales	8
Internacional	11
1.2 Bases Teóricas.....	13
1.3 Definición de Términos Básicos.....	27
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	31
2.1 Descripción del Problema.....	31
2.2 Formulación del Problema.....	32
2.2.1 Problema General	32
2.2.2 Problemas Específicos	32
2.3 Objetivos	33
2.3.1 Objetivo General.....	33
2.3.2 Objetivos Específicos	33
2.4 Hipótesis.....	34
2.5 Variables	34
III. METODOLOGÍA	37
3.1 Tipo y Diseño de la Investigación	37
3.2 Población y Muestra	37
3.3 Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos	38
3.4 Ubicación.....	38
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1 Resultados	39
4.2 Discusiones	42
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
5.1 Conclusiones.....	44
5.2 Recomendaciones.....	45
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables a Considerar.....	36
Cuadro 2. Análisis de aguas según concentración de microorganismos eficientes.....	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Análisis de aguas según concentración de microorganismos....	41
--	----

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia	49
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos	51
Anexo 3. Reporte Fotográfico – Toma de Muestra y preparación de Compuesto.....	56
Anexo 4. Reporte Fotográfico – Laboratorio	60
Anexo 5: Ficha de Observación: Parámetros de Seguimiento Organolépticos.....	63
Anexo 6: Ficha de Laboratorio Firmada.....	65

RESUMEN

El estudio se desarrolló en la localidad de Mazan, en el distrito del mismo nombre, provincia de Maynas, región Loreto. El objetivo fue: Determinar el efecto depurador de microorganismos eficientes en aguas servidas de pozos sépticos, en el distrito de Mazan, provincia de Maynas; la investigación fue con enfoque cuantitativo, descriptivo y de nivel básico.

Se identificaron microorganismos eficientes y con ellos se preparó "Bokashi" a los que se les impregno EM para prolongar la vida útil de los mismos, se utilizó 42 días para preparar el material a ser utilizado en los pozos sépticos. Para evaluar la mejor concentración se definió 4 tratamiento con tres repeticiones (Testigo, concentración 10mL, 15mL y 20 mL) y se evidencio que la concentración de 20 % mL es la de mayor eficacia para el tratamiento, reduciendo en 5 veces la concentración de Coliformes Totales y se demuestra con los análisis realizados a las aguas. Además, los EM son una gran ayuda para limpiar las agua domésticas, comerciales e industriales y también son usados en la agricultura, fertilizada de suelos y hasta para uso en construcciones de viviendas.

Palabras Clave: Microorganismos eficientes, pozos sépticos, aguas domésticas, coliformes totales.

ABSTRACT

The study was carried out in the town of Mazan, in the district of the same name, Maynas province, Loreto region. The objective was: Determine the purifying effect of efficient microorganisms in wastewater from septic wells, in the district of Mazan, province of Maynas; The research was with a quantitative, descriptive and basic level approach.

Efficient microorganisms were identified and "Bokashi" was prepared with them, which were impregnated with EM to prolong their useful life. 42 days were used to prepare the material to be used in the septic tanks. To evaluate the best concentration, 4 treatments were defined with three repetitions (Control, concentration 10mL, 15mL and 20 mL) and it was evident that the concentration of 20% mL is the most effective for the treatment, reducing the concentration of Coliforms by 5 times. Totals and it is demonstrated with the analyzes carried out on the waters. In addition, EM are a great help for cleaning domestic, commercial and industrial water and are also used in agriculture, fertilizing soil and even for use in housing construction.

Keywords: Efficient microorganisms, septic tanks, domestic water, total coliforms.

I. MARCO TEORICO

5.1 Antecedente de Estudio

Nacionales

Un trabajo de investigación tuvo como objetivo general evaluar la eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost mediante el proceso de descomposición de la materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca, Departamento de Huánuco. Metodológicamente es de enfoque cuantitativo, de alcance o nivel explicativo y de diseño tipo experimental. La población fue de 3200 kg de generación de residuos sólidos orgánicos de los 4 mercadillos, aserrín y estiércol además de ello la aplicación de la dosis de microorganismos eficientes para las muestras TA, A excepción de la muestra TB que no tuvo la aplicación de microorganismos eficientes. En la investigación se tomó 4 muestras de compostaje, las cuales fueron divididas por dos tipos de tratamientos con 3 repeticiones el tratamiento con microorganismos eficientes y 1 repetición el tratamiento sin microorganismos eficientes, al obtener los resultados se concluyó que los EM si son eficaces en la intervención de la descomposición de la materia orgánica, porque aceleraron el tiempo de descomposición, el tiempo habitual suele ser de 4 a 6 meses según las condiciones climáticas de cada lugar de ejecución, y en el presente proyecto tuvo una duración de 45 días. A diferencia de la muestra TB que no se descompuso en su totalidad. Además hubo una pérdida de altura a medida que la materia orgánica se iba descomponiendo, los microorganismos eficientes si interviene en el parámetro físico de degradación de la temperatura (T°) en la degradación de la materia orgánica para la elaboración de compost, así mismo no intervienen en el parámetro físico de degradación de humedad ni pH, con respecto al análisis de laboratorio y según las especificaciones de la norma chilena el compost es de clase A, a excepción del pH que según este parámetro es de clase B

en cuanto a la producción de compost con microorganismos eficientes es mayor a su producción sin ellos (1) .

La aplicación indiscriminada de fertilizantes, pesticidas y hormonas sintéticas a causa de las actividades agrícolas intensivas han ido contaminando el suelo del distrito de San Jerónimo, hallándose altos valores de cadmio total. El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la aplicación de los microorganismos eficientes (EM) en las propiedades fisicoquímicas y contenido de cadmio de un suelo contaminado del distrito San Jerónimo, provincia Cusco. El tipo de investigación fue aplicada, enfoque cuantitativo y el diseño fue de tipo experimental con subtipo cuasi-experimental. Siendo la población los suelos contaminados del distrito de San Jerónimo, provincia Cusco y la muestra conformada por 5 kg de suelo, recolectados del horizonte Ap., a profundidad de 20cm en promedio; el diseño experimental fue Completamente al Azar, donde se aplicaron 200 mg de muestra de suelo aplicando 5 tratamientos con dosis (0%EM, 5%EM, 10%EM, 15%EM y 20%) EM con y sin compost con 3 repeticiones, durante un tiempo de 8 semanas. Se obtuvo como resultado que la aplicación de microorganismos eficientes logro mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo contaminado, así mismo la reducción de contenido de cadmio no fue significativa (2).

Un estudio de investigación basa sus objetivos en la determinación de los efectos de los microorganismos eficaces (EM) en el tratamiento de agua y lodo residual de la PTAR Jauja. La aplicación de los microorganismos eficaces se realizó bajo la siguiente presentación en solución o EM activado, para ello se realizaron evaluaciones a los 0; 30; 60 y 90 días después del tratamiento para determinar el efecto de estos microorganismos sobre la calidad del agua residual. Los resultados nos demuestran que los microorganismos eficaces (EM) tuvieron efectos en el control del agua residual en los siguientes parámetros: aceites y grasas,

DBO, color (aspecto), olor y coliformes termotolerantes, asimismo en términos de eficiencia, los microorganismos eficaces (EM) tuvieron efectos en la reducción de la DBO, DQO, sólidos totales y olor; obteniéndose mayor eficiencia a los 90 días después del tratamiento; mejorando de esta manera las condiciones físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales; contrastándose estos resultados con la hipótesis, donde se plantea que, los microorganismos eficaces mejoran las condiciones físico químicas y biológicas del agua residual; sin embargo, el efecto de los microorganismos eficaces sobre los parámetros de sólidos totales suspendidos y coliformes termotolerantes no logró la reducción de estos a los 5 límites máximos permisibles establecidos por D.N° 003-2010-MINAM. Los microorganismos eficaces (EM) tuvieron efectos en el control del lodo residual, disminuyendo notablemente la concentración de coliformes termotolerantes, aceites y grasas, así mismo estabilizó el pH que está por debajo de los límites máximos permisibles para lodos según norma oficial mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002 y los Estándares de calidad típicas de lodos residuales según Metcalf y Eddy (3).

Un trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de tres diluciones de microorganismos eficientes (600 ml, 1200 ml y 1800 ml) aplicados a lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cajabamba; para lo cual, se implementó 20 composteras con 20 kg de lodos cada una, aplicando el producto de microorganismos eficientes diluidos en agua con melaza. Por lo cual se utilizó un diseño completamente randomizado, obteniendo como resultados que el compost con la dilución de 600 ml presentó concentraciones de 19.37 % MO, 7.49 pH, 4.36 dS/m CE, 0.90 % N, 86.86 ppm P, 1310.00 ppm K, 5.37 ppm Cd, <0.05 ppm Cr, 26.98 ppm Pb, 3.5×10^6 NMP/100g Coliformes Termotolerantes y 25 °C Temperatura; en la dilución de 1200 ml se obtuvo concentraciones de 16.16 % MO, 7.38 pH, 4.77 dS/m CE, 0.74 % N, 82.80 ppm P, 2140.00 ppm K, 6.64 ppm Cd, <0.05 ppm Cr, 12.70 ppm Pb, 9.2×10^8 NMP/100g Coliformes Termotolerantes y 25 °C Temperatura y finalmente en la dilución de 1800

ml se obtuvo concentraciones de 19.51 % MO, 7.30 pH, 5.50 dS/m CE, 0.92 % N, 84.37 ppm P, 2340.00 ppm K, 4.72 ppm Cd, <0.05 ppm Cr, 14.85 ppm Pb, 1.60×10^{10} NMP/100g Coliformes Termotolerantes y 27 °C Temperatura; en este sentido las tres diluciones de microorganismos eficientes presentan concentraciones de pH, cromo (Cr) y plomo (Pb) dentro de los estándares de calidad para compost de clase “A”; el contenido de conductividad eléctrica (CE), nitrógeno total (N) y cadmio (Cd), se encuentran dentro de los estándares de calidad para compost de clase “B”; sin embargo los parámetros de materia orgánica (MO) y coliformes termotolerantes no cumplen con el estándar establecido por la Norma Chilena 2880 por lo cual no pueden ser clasificados como compost clase “A” ni clase “B” (4)

Internacional

Los microorganismos eficientes (ME) es la mezcla de bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación que descomponen la materia orgánica incluida en las aguas residuales, ayudando a disminuir la contaminación al medio ambiente. El experimento se realizó entre junio y agosto de 2012 en la Granja Porcina de la Escuela Agrícola Panamericana. Se utilizaron tres tratamientos: ME comerciales, ME producidos en Zamorano y un control sin tratamiento, con 4 unidades experimentales (recipientes plásticos con 113 L de agua residual) en cada tratamiento. Se analizó la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos totales (ST). Hubo una reducción significativa ($P \leq 0.05$) en las tres variables al adicionar los microorganismos eficientes (ME), observando la mayor reducción al utilizar los ME comercial sobre la DBO y DQO; para los ST no hubo diferencia entre los ME comerciales o los producidos en Zamorano ($P \leq 0.05$) (5).

Los microorganismos eficaces (EM) han sido reportados como una alternativa frente al problema ambiental de la contaminación hídrica, puesto

que este consorcio puede utilizar los compuestos contaminantes presentes en el agua residual doméstica (ARD) como fuente de carbono y energía para su metabolismo y crecimiento, reduciendo así sus concentraciones en el agua. El presente trabajo tuvo como objetivo monitorear algunos de los cambios fisicoquímicos y microbiológicos que se presentaron en un ARD tras aplicar 3 diferentes concentraciones de EM; evaluando su efecto, la relación entre parámetros y de éstos con la calidad del agua, así como el efecto de la profundidad en la acción de EM. Adicionalmente, se busca una aproximación al funcionamiento de EM en este tipo de sistemas de tratamiento. Para este fin se evaluaron tres dosis de EM (1/10000, 1/5000 y 1/3000 v/v), empleando tanques de 1.10 x 0.56, y 7 mm de espesor que contenían 110 L de ARD cada uno (n=3). Se tomaron muestras de ARD en dos alturas (20 y 40 cm) a los 0, 10, 30 y 45 días analizando parámetros fisicoquímicos (OD, pH, T, DQO, DBO₅, ST, NO₃, NO₂, NH₄⁺, PO₄⁻³, SO₄⁻² y S²⁻) y microbiológicos (coliformes totales y fecales, heterótrofos totales, levaduras, lactobacilos y bacterias fototróficas). Bajo las condiciones del estudio, los resultados no mostraron diferencias significativas entre el control y los tratamientos para la mayoría de los parámetros, a excepción de la disminución significativa de S²⁻ (30 y 45 d) y coliformes fecales (10 d), así como recuentos significativamente mayores en levaduras y mayor DBO₅ (30 y 45 d) en los tratamientos (6).

La población rural dispersa ha sufrido a lo largo de los años problemas con respecto a su saneamiento básico, no cuentan con sistemas centralizados para tratar sus aguas residuales domésticas, en muchas ocasiones no hacen el debido tratamiento para sus descargas en las fuentes hídricas o al suelo ocasionando problemas ambientales. Debido a lo anterior, el objetivo de este trabajo es proponer un sistema séptico para el tratamiento de las aguas residuales domésticas que se ajuste a las condiciones sociales, técnicas, económicas y topográficas de las comunidades rurales. De acuerdo con lo que se encontró en la literatura, existen diferentes trenes de tratamiento para ser complementados con el pozo séptico, pero el

sistema que se ajusta mejor para las comunidades rurales dispersas es un sistema que integre una trampa de grasas, tanque séptico con deflectores, un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) y un humedal elevado artificial (7).

5.2 Bases Teóricas

a) Aguas Residuales

Las aguas residuales también son llamadas servidas, fecales o cloacales son aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (8).

Son residuales pues, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente tienen, y cloacales porque son transportadas mediante cloacas), nombre que se le da habitualmente al colector. Algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales.

Esta agua contiene cantidad de agentes contaminantes y gérmenes lo que obliga a evacuarlas de forma segura, tanto para las personas, como para el medio ambiente (8).

b) Aguas Servidas de Pozos Sépticos

Las aguas residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad está afectada negativamente por la influencia antropogénica. Contiene excretas

humanas, contiene enfermedades patógenas y materia orgánica defecada. Se trata de agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella.

Las aguas residuales son aguas sucias que provienen principalmente de los inodoros e incluyen también aquellas que desechamos después de lavar la ropa, los alimentos, asear la vivienda, hacer el aseo personal, bañar los animales y realizar otras tareas. La construcción de las fosas sépticas en muchos lugares, como comunidades o poblados alejados de la ciudad, se desarrolla principalmente por la falta del servicio de saneamiento o alcantarillado; la cual su contaminación se prolifera a sustratos como suelo, a cuerpos receptores de agua

c) Características de Aguas Servidas de Pozos Sépticos

Las aguas servidas o aguas negras de los pozos sépticos poseen características físicas y biológicas, ya que son considerados como aguas fecales provenientes del excremento de los seres humanos no poseen muchas características químicas, pero son ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales (9).

Caracteres que se pueden tener en cuenta para los diferentes componentes del agua servida:

- a. Características físicas. - Algunas de las características físicas de las aguas servidas de pozos sépticos son las siguientes:

Olor. - El olor de las aguas negras tiene un olor desagradable debido a la concentración de material fecal y al grado de Séptico de esta. Debido a la

degradación de la materia orgánica y al poco contenido de agua se va agotando el oxígeno y los sulfatos son reducidos por los microorganismos anaeróbicos, produciendo un olor desagradable en el proceso de fermentación (10).

Color. - Debido a los procesos anóxicos el color de las aguas servidas pasa de color pardo a color negro (10).

Sólidos. - Las aguas servidas de pozos sépticos poseen los Sólidos Suspendidos totales, conformado según el tamaño: coloidales y suspendidos, que para ser eliminados necesitan procedimientos como coagulación, floculación y decantación (10).

Temperatura. - El aporte de estas aguas servidas por material fecal, la temperatura oscila entre 15 °C a 20 °C, lo cual afectaría las aguas receptoras modificando la flora y fauna de estas, dando lugar al crecimiento indeseable de hongos, algas, bacterias y virus. Este aumento de temperatura contribuiría al agotamiento del oxígeno disuelto en las aguas receptoras, ya que la solubilidad del oxígeno disminuye con la temperatura (10).

Turbidez. - Se debe a la suspensión de la materia orgánica fecal y a los microorganismos. Esta turbidez afectaría a las aguas receptoras, que afectaría la penetración de la luz (10).

- b. Características químicas. - Existe una serie de parámetros que tiene una especial importancia para describir la composición de las aguas servidas de pozos sépticos:

Materia orgánica. - Se encuentra la urea y el amoníaco, que constituyen las principales fuentes de nitrógeno, junto con las proteínas. La materia

orgánica también puede aportar azufre, hierro y fósforo, pero en, pero en bajos niveles. Azúcares como la glucosa, lactosa, sacarosa, fructosa y galactosa y ácidos como el acético, propiónico, butírico, láctico y cítrico (10).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). - Es uno de los componentes más significativos en las características del agua servida, porque en este parámetro se mide la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica. A niveles altos de DBO es indicador de que el oxígeno disuelto ha sido consumido y no es apto para el consumo ni para el hábitat acuático (9).

pH. - Un pH que se encuentre entre los valores de 5 o 9, no suele tener ningún efecto sobre los seres humanos ni otras especies. Una de las características de las aguas servidas de pozos sépticos es la agresividad de su acidez, por lo tanto, altera la composición y puede modificar la vida biológica en aguas receptoras (9).

Cloruros. - Considerado como indicador indirecto de contaminación fecal, ya que los excrementos poseen cantidades de cloruro proveniente del consumo de alimentos (9).

Nitrógeno. - La materia orgánica en especial a fecal, es esencial para el crecimiento de los microorganismos y su limitación puede reducir sus tasas de crecimiento. A la vez el nitrógeno contribuye al agotamiento del oxígeno y la eutrofización de las aguas receptoras cuando se encuentra en altas concentraciones y si se filtran en aguas subterráneas pueden generar un problema en el abastecimiento de agua. El amoníaco es un compuesto químico del nitrógeno producto de la degradación de la urea presente en las aguas servidas y considerado como el mejor indicador químico indirecto de contaminación fecal reciente (9).

Fosforo. - Se encuentra presente en las aguas servidas de los pozos sépticos por la cantidad de materia fecal de las excreciones humanas. El fosforo es esencial para el crecimiento no deseado de algas en aguas superficiales pudiendo llegar a promover la eutrofización de las aguas. Al igual que el nitrógeno el fosforo influye en el consumo de oxígeno disuelto por degradación de la materia orgánica (9).

Sulfuro de hidrogeno. - Se emite por la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas servidas con material fecal. Este gas incoloro y con un olor desagradable combinado con el hierro forma el sulfuro de hierro que origina el color negro en el agua (10).

Metano. - Es un subproducto de la degradación anaeróbica de la materia orgánica de las aguas servidas. Aunque no suele encontrarse en grandes niveles, debido a la cantidad de oxígeno que impide su formación es necesario tener una precaución por sus efectos nocivos a la salud de las personas (9).

- c. Características biológicas. - Las aguas servidas, dependiendo de su composición y concentración, pueden llevar en su seno gran cantidad de organismos. A continuación, se describe los siguientes organismos que se pueden encontrar:

Bacterias.- Pueden ser de origen fecal o bacterias implicados en el proceso de biodegradación, los siguientes son: Salmonella Tiphya producen la Fiebre tifoidea, Escherichia Coli produce Diarrea, Vibrio cholerae que desarrolla el Cólera, tipos de Salmonella que produce la salmonelosis, estreptococos fecales produce las gastroenteritis, Pseudomonas que causa neumonías bacterianas y peritonitis, Aeromonas que produce gastroenteritis, Clostridium que produce botulismo, Mycobacterium causa la tuberculosis, entre otras bacterias (9).

Virus. - Proceden de la excreción por parte de individuos humanos infectados. Poseen la capacidad de adsorberse a sólidos fecales y otras materias particulares, favoreciendo su supervivencia en tiempos prolongados en las aguas servidas, entre ellos se pueden encontrar. Virus de Hepatitis A que produce la hepatitis infecciosa), Virus de la Polio produce la Poliomiелitis, Echovirus que causa la meningitis especialmente en los niños, Norovirus que produce la gastroenteritis, Rotavirus que produce diarrea aguda y el Adenovirus que produce conjuntivitis, infecciones respiratorias y gastroenteritis (9).

Protozoos. - Los más frecuentes en las aguas servidas son: Entamoeba Histolytica que produce la disentería améбica, la Giardia Lamblia que produce las giardiasis y el Balantidium coli que produce la balantidiosis (9).

Helminetos. - *Ascaris lumbricoides* que produce ascariasis, *Ancylostoma duodenale* que produce Anquilostomiasis, *Necator americanus* que produce Necatoriasis, *Ancylostoma spp* que produce Larva migrant cutánea, *Strongyloides stercoralis* que produce Estrongilodiasis, *Trichuris trichiura* que produce Tricuriasis, *Taenia spp* que produce Teniasis, *Enterobius vermicularis* que produce Enterobiasis y *Echinococcus granulosus* que produce Hidatidosis (9).

d) Efectos de las Aguas Servidas de los Pozos Sépticos. -

Los efectos negativos que provocan las aguas servidas son:

Infecciones por presencia de microorganismos patógenos, afecta principalmente a las personas que viven a expensas de las aguas servidas. Las aguas servidas de los pozos sépticos pueden llegar a contaminar las aguas subterráneas afectando a otros cuerpos de agua.

Si las aguas servidas se vierten en un cuerpo de agua receptor, afectaría la fauna hídrica modificando la vida acuática por disminución de oxígeno disuelto efecto que se origina por la degradación de la materia orgánica.

En cuerpos de agua como lagos o lagunas, su vertimiento generaría una eutrofización por el exceso de fitonutrientes de la materia orgánica, pudiendo afectar el agua de consumo de las personas y de otros seres vivos.

Por la septización de las aguas servidas en los pozos sépticos, con el paso del tiempo y la acumulación generaría malos olores.

e) Tratamiento Biológico de Aguas Servidas de Pozos Sépticos

a. Tratamiento biológico

Una alternativa importante para minimizar la contaminación de las aguas servidas es el uso de tratamientos biológicos. En el proceso de tratamiento biológico es muy común usar microorganismos, en los que destacan las bacterias para llevar a cabo la eliminación o minimización de la carga orgánica de compuestos orgánicos solubles. La aplicación tradicional consiste en la eliminación de materia orgánica biodegradable, tanto soluble como coloidal, así como la eliminación de compuestos que contienen elementos nutrientes como el Nitrógeno (11).

En la mayor parte de los casos, la materia orgánica constituye la fuente de energía y de carbono que necesitan los microorganismos para su crecimiento. Además, también es necesaria la presencia de nutrientes, que contengan los elementos esenciales para el crecimiento, especialmente los compuestos que contengan Nitrógeno (N) y Fósforo (P), y, por último, en el caso de sistema aerobio, la presencia de oxígeno disuelto en el agua (11).

b. Tratamiento biológico de Microorganismos Eficientes

Es un cultivo mixto de microorganismos benéficos, obtenidos de ecosistemas naturales y seleccionados por sus efectos positivos en la depuración de aguas servidas (12).

Los principales tipos de microorganismos eficientes comprenden:

-Bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp.*). -Son un grupo de microorganismos que sintetizan sustancias útiles (aminoácidos, ácidos nucleicos, compuestos bioactivos y azúcares. Son consideradas el eje central de la actividad del EM, pues dan sostén a otros microorganismos.

Estas bacterias se caracterizan por ser Fotótrofas, es decir, que producen energía usando luz, proceso similar que realizan las plantas con la fotosíntesis. Son productoras de enzimas capaces de degradar compuestos orgánicos e inorgánicos. Estas bacterias principalmente sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares. Estos metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan también como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes (12).

Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp.*). - Originan ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos, producidos por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico, es un compuesto que controla microorganismos nocivos o patógenos y mejora la descomposición de la materia orgánica.

Los *Lactobacillus* promueven la fermentación y desdoblamiento de lignina y celulosa, permitiendo una más rápida descomposición de los materiales vegetales (12).

Levaduras (*Saccharomyces spp*).- Sintetizan tanto sustancias antimicrobiales, como compuestos útiles, partiendo de aminoácidos y azúcares (secretados por las bacterias fotosintéticas), así como de materia orgánica. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficaces como bacterias ácido lácticas y hongos actinomicetos (12).

c. Tratamiento de aguas servidas con Microorganismos Eficientes

Los diferentes tipos de microorganismos presentes toman sustancias orgánicas y sustancias generadas por otros organismos, basando en ellas su funcionamiento y desarrollo. Durante su desarrollo los Microorganismos Eficientes sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas, beneficiosas para cualquier ecosistema (13).

Cuando los Microorganismos Eficaces incrementan su población en el medio, la actividad como comunidad con los microorganismos naturales benéficos presentes es también incrementada y la microflora en general se enriquece, balanceando los ecosistemas, inhibiendo la proliferación de microorganismos patógenos, perjudiciales y que causan putrefacción, evitando enfermedades, la generación de malos olores y haciendo más eficiente el tratamiento y manejo de los residuos orgánicos (13).

d. Procedimiento de preparación y aplicación de Microorganismos Eficientes.

- Preparación de los Microorganismos Eficientes

El primer paso para desarrollar este trabajo de investigación es la reproducción de los Microorganismos Eficientes y para ellos debemos recolectar los siguientes materiales (12):

- 2 sacos de mantillo de bosque.
- 30 kilos de polvillo de arroz.
- 2 galones de melaza de caña.
- 4 galones de agua.
- Cilindro de 100 litros.

- Consideraciones para Microorganismos Eficientes Anaeróbicos

Luego debemos mezclar el agua con la melaza de caña, aparte debemos hacer otra mezcla de contenidos de mantillo de bosque y polvillo de arroz, dos capas respectivamente. Después ubicar las mezclas en el cilindro de 100 litros y debemos de apelmazarlo, cada 20 cm para evitar la presencia de aire.

Taparlo herméticamente, en 30 días estará listo para ser utilizado. La reproducción de Microorganismos Eficientes Anaeróbicos, tomar de la mezcla guardada agregar melaza de caña y cascarilla, volver a mezclar y guardarlo en cilindros cerrados herméticamente esto nos evitara ir al bosque durante 3 años (12).

- Consideraciones para Microorganismos Eficientes Aeróbicos

Luego de obtener la mezcla homogénea taparlos con costales hasta el día siguiente. Voltear la mezcla durante 8 días luego envasarlos y almacenarlo en un ambiente seco y ventilado.

La reproducción Microorganismos Eficientes Aeróbicos, tomar de la mezcla guardada, agregar melaza de caña y cascarilla de arroz y volver a mezclar, esto nos evitara de ir al bosque durante 3 años (12).

-Activando los Microorganismos Eficientes

Debemos determinar los siguientes materiales:

- 3 kilos de Microorganismos Eficientes Anaeróbicos.
- 1 kilo de Microorganismos Eficientes Aeróbicos.
- 2 galones de melaza de caña.
- Cilindro de 100 litros con agua

En esta parte, se toma los Microorganismos Eficientes Anaeróbicos y Aeróbicos y se hace una mezcla homogénea; luego se lo envuelve en un trapo o costal de tela, del cual tendrá una función parecida al Té.

Luego tomamos el cilindro y lo llenamos de agua, total de su contenido, luego añadimos la melaza de caña. Luego en función de 15 minutos introducir la mezcla homogénea y removerlo. Esta función debemos realizar por cuatro días, ya que después de ese tiempo estará apto para su uso (12).

Uso de los Microorganismos Eficientes en la descontaminación de aguas servidas

Una de las mejores herramientas para el tratamiento natural de las aguas servidas son los Microorganismos Eficientes. El uso de los Microorganismos Eficientes evita la construcción de instalaciones caras y de alta mantenimiento para el tratamiento de las aguas servidas, al paso

que incluso disminuye el estrés de los pobladores y restablece el equilibrio en la salud y el medio ambiente, ya que no se inhalara gases nocivos a la salud y estarán libres de mal olor (12).

En esta etapa debemos determinar las características a considerar del agua servida como, por ejemplo, mal olor, lodos, sólidos en suspensión, turbidez del agua, presencia de coliformes fecales y termotolerantes, grasas totales y alta Demanda Bioquímica de Oxígeno (12).

De acuerdo al diseño experimental debemos trabajar con proporciones de tratamiento iguales e inocular diferente cantidad en cada proporción para determinar los resultados obtenidos de acuerdo a los efectos que genera la inoculación de los Microorganismos Eficaces en las aguas servidas.

Según el tratamiento para las aguas servidas la proporción a inocular es de 1 litro de Microorganismo Eficiente Activado por cada 1000 litros del volumen total del pozo séptico donde se almacenan las aguas servidas (12).

El primer mes se hace desarrolla el tratamiento con 3 aplicaciones semanales en la dosis recomendada.

Si al terminar el tratamiento no hay resultados significativos, repetir la dosis por 1 mes más.

Después de 6 meses de mantenimiento, se realizan apenas aplicaciones trimestrales con la misma dosis. El mantenimiento será necesario siempre y cuando haya descargas diarias en los pozos (12).

Los resultados se deben obtener luego de tres meses de tratamiento en el campo, luego podemos realizar un análisis de laboratorio para medir si hay la presencia de Coliformes Totales y Fecales (12).

f) Beneficios del Tratamiento con Microorganismos Eficientes

- Eliminación de patógenos

La competencia por los nutrientes, la liberación de sustancias enzimáticas que secuestran minerales o vitaminas necesarias para el crecimiento de los patógenos impide su crecimiento en un medio colonizado por Microorganismos Eficientes (14).

- Mejoramientos de parámetros en la calidad de agua como

DBO

Turbidez

Sólidos totales

Patógenos (Coliformes, E. Coli, Salmonellas, etc.)

Olores

- Reducción de olores ofensivos

Reduce olores ya que es un claro favorecedor de nitrificación y Desnitrificación, que elimina el nitrógeno, incluyendo el amoniacal, que frecuentemente es el responsable de malos olores. Además, los Microorganismos Eficientes utilizan el ácido sulfhídrico y el metilmercaptano asociados a malos olores, como receptores finales de cargas de la cadena respiratoria (14).

- Mejora la calidad de agua efluente final

La aplicación de Microorganismos Eficientes mejora la calidad de agua del final como físico, químico y microbiológico (14).

- Reducción de lodo

La concentración de lodo aumenta por el uso de Microorganismos Eficientes, por lo que automáticamente se reduce el volumen de lodo (14).

- Reutilización de lodo

Generalmente el lodo que sale de la planta de tratamiento de aguas residuales no tiene uso agrícola, pero el lodo tratado con Microorganismos Eficientes tiene mayor concentración de nutrientes y microorganismos por lo que se puede utilizar como abono o sustrato para uso agrícola (14).

- Disminución de costos

A través de una mejor oxidación biológica, se reduce sustancialmente sus costos de mantenimiento de la planta. Además, la aplicación de Microorganismos Eficientes puede lograr la reducción de productos químicos (coagulantes y desinfectantes), por ejemplo, aumentara la concentración de lodo por lo que no es necesario usar una solidificadora y también reduce coliformes con lo cual puede eliminar el uso de cloro.

Consecuentemente evita la construcción de sistemas de caros y de alto mantenimiento para el tratamiento de efluentes (14).

5.3 Definición de Términos Básicos

-Microorganismos: Son aquellos seres vivos más diminutos que únicamente pueden ser apreciados a través de un microscopio. En este extenso grupo podemos incluir a los virus, las bacterias, levaduras y mohos que pululan por el planeta tierra.

-Microorganismos Eficientes: Son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural y es un cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales y fisiológicamente compatibles unos con otros.

-Septización: Es un proceso biológico natural en el que las bacterias u otras formas vivas microscópicas en ausencia de oxígeno transforman la materia orgánica o materiales pocos oxidados que son los productos de degradación entre ellos el metano, anhídrido carbónico, nitritos y nitrato.

-Pozos Sépticos: En una cámara independiente cerrada donde se almacena el material fecal de los seres humanos. Esta cámara no contiene ningún tratamiento ni comunicación con un sistema de alcantarillado.

-Depuración: consiste en diversas operaciones químicas, biológicas y físicas cuyo objetivo es reducir o eliminar la contaminación.

-Aguas Servidas: Las aguas servidas son los fluidos procedentes de vertidos cloacales, de instalaciones de saneamiento; son líquidos con materia orgánica, fecal y orina, que circulan por el alcantarillado.

-Sinergia: El concepto es utilizado para nombrar a la acción de dos o más causas que generan un efecto superior al que se conseguiría con la suma de los efectos individuales. Incremento de la acción de diversas sustancias debido a que actúan conjuntamente.

-Aguas negras: Tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales.

-Saccharomyces: Son levaduras unicelulares que se reproducen asexualmente por gemación, que se utiliza para fermentar los hidratos de carbono.

-Coliformes: Se designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

-Coliformes fecales: son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli* y se transmiten por medio de los excrementos.

-*Escherichia Coli*: Es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del hombre y en el de otros animales. Hay diversos tipos de *Escherichia*; algunos no causan daño en condiciones normales y otros pueden incluso ocasionar la muerte.

-DBO: Es una prueba usada para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y en general residuales; su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores.

-Fermentación: Es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, y el producto final es un compuesto orgánico.

-Inocular: Introducir en un organismo una sustancia que contiene los gérmenes de una enfermedad.

-Amoniaco: Bajo la fórmula química NH_3 el amoníaco es un gas que se obtiene a partir del ciclo del nitrógeno. Diluido en agua en concentración de 20 a 30%, se convierte en amoníaco o solución de hidróxido de amonio.

-Eutrofización: Consiste en que la presencia excesiva de materia orgánica en el agua provoca un crecimiento rápido de algas y otras plantas verdes que recubren la superficie del agua e impiden el paso de luz solar a las capas inferiores.

-Estreptococos: Es un término que se refiere a un conjunto de bacterias del género *Streptococcus*. Entre ellas se encuentran, en particular, los Enterococos y los neumococos. Algunas de estas bacterias están presentes de forma natural en el cuerpo humano. Los estreptococos son responsables de numerosas infecciones que incluyen las siguientes enfermedades: amigdalitis bacteriana, infecciones de la piel como impétigo o erisipela, infecciones respiratorias como la neumonía, la meningitis o ciertas infecciones generalizadas.

-Gastroenteritis: Es una inflamación de la membrana interna del intestino causada por un virus, una bacteria o parásitos. La causa es, generalmente, una infección por norovirus. Se disemina a través de alimentos o agua que estén contaminados y el contacto con una persona infectada. La mejor prevención es lavarse las manos frecuentemente.

-Oxígeno disuelto: Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua. Es un indicador de cómo de contaminada está el agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel patógeno se lo denomina huésped, hospedador o también

hospedante, en cuanto es quien recibe al ente patógeno y lo alberga en su cuerpo. más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir.

-Patógeno: Es todo aquel agente biológico externo que se aloja en un ente biológico determinado, dañando de alguna manera su anatomía, a partir de enfermedades o daños visibles o no. A este ente biológico que aloja a un agente.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción del Problema

Las aguas residuales también son llamadas servidas, fecales, grises o cloacales son aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado. Consecuentemente representa un problema en la actualidad y es considerado en una de las categorías de contaminación ambiental (15).

Se ha demostrado que este problema de contaminación está afectando al suelo, recursos hídricos que continuamente afecta la salud humana por la proliferación de virus que se genera, efectos sobre la biodiversidad de flora y fauna la cual se presenta en formas muy diversas y sinergismos difíciles de prever. Por lo tanto, una de las alternativas para minimizar el impacto de las aguas residuales, será el tratamiento de aguas negras o fecales con Microorganismos Eficientes almacenadas en pozos sépticos. Esto con la finalidad de mejorar la calidad física, química y biológica que pueden ser vertidos al suelo y a los cuerpos de agua (12) (16).

La solución de Microorganismos Eficientes usada en el tratamiento es un producto biológico en el que coexisten varios tipos de microorganismos benéficos que no han sido modificados genéticamente, ni sintetizados químicamente (16).

Los microorganismos benéficos de origen natural presentes en la solución preparada pertenecen a 3 grupos principales: bacterias ácido-lácticas (usadas comúnmente en la elaboración de yogurt, quesos, etc.), levaduras (usadas en la industria de panes, cervezas, vinos, etc.) como la *Saccharomyces* y bacterias fototróficas o

fotosintéticas presentes comúnmente en diversos ecosistemas. Cabe recalcar los resultados obtenidos en muchas pruebas de tratamiento en las aguas servidas han sido eficaces, ya que al purificarlo y digerir rápidamente la materia orgánica, reduce la concentración de malos olores de los pozos sépticos, reduce la concentración de coliformes y así evitar propagación de enfermedades, elimina gases nocivos como el amoníaco, hidrógeno sulfhídrico y metano, reduce eficazmente el lodo sedimentado, con este tratamiento se evita el uso de productos químicos y es un sistema muy económico y no necesita un alto mantenimiento para el tratamiento (17).

Por tal razón, el presente trabajo tiene como objetivo general determinar el efecto depurador de microorganismos eficientes en aguas servidas de pozos sépticos, en el distrito de Mazan, provincia de Maynas ya que se evidencia un problema de contaminación hídrica por los vertimientos de las aguas contaminadas.

2.2 Formulación del Problema

2.2.1 Problema General

¿Cuál es el efecto depurador de microorganismos eficientes en aguas servidas de pozos sépticos, en el distrito de Mazan, provincia de Maynas?

2.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuáles efectos organolépticos de depuración de los Microorganismos Eficientes en las aguas servidas en el distrito de Mazan, provincia de Maynas?

- ¿Cuál es la dosis apropiada de Microorganismos Eficientes para tratar las aguas servidas?

- ¿Cuál es el tiempo requerido para que los Microorganismos Eficientes realicen su efecto de descontaminación en las aguas servidas?

2.3Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Determinar el efecto depurador de microorganismos eficientes en aguas servidas de pozos sépticos, en el distrito de Mazan, provincia de Maynas

2.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los efectos organolépticos de depuración de los Microorganismos Eficientes en las aguas servidas en el distrito de Mazan, provincia de Maynas.

- Determinar la dosis apropiada de Microorganismos Eficientes para tratar las aguas servidas en el distrito de Mazan, provincia de Maynas.

- Calcular el tiempo requerido para que los Microorganismos Eficientes realicen su efecto de depuración en las aguas servidas en el distrito de Mazan, provincia de Maynas.

2.4 Hipótesis

H_i: Tiene efecto depurador los microorganismos eficientes sobre las aguas servidas de pozos sépticos en el distrito de Mazan, provincia de Maynas.

H₀: No Tiene efecto depurador los microorganismos eficientes sobre las aguas servidas de pozos sépticos en el distrito de Mazan, provincia de Maynas.

2.5 Variables

2.5.1 *Identificación de Variables*

Variable independiente (X): Microorganismos eficientes. - Mezcla de bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación que descomponen la materia orgánica incluida en las aguas residuales, ayudando a disminuir la contaminación al medio ambiente.

Variable dependiente (Y): Aguas servidas de pozos sépticos. – Son aguas usadas para transportar heces y orina las mismas que se componen de materia orgánica.

2.5.2 *Definición conceptual y operacional de las variables*

Microorganismos eficientes. - Son todos aquellos microorganismos que forman parte de un consorcio microbiano que interactúa benéficamente con la flora microbiana de la rizósfera (objetivo inicial del producto). Este

producto comercial presenta una amplia gama de usos para diversos fines tales como el tratamiento de aguas residuales.

Aguas Servidas de Pozos Sépticos. - Un pozo séptico qué es consiste en un sistema, generalmente subterráneo, que se encarga del tratamiento de aguas residuales negras y/o grises. Suelen ser instalados en sectores con baja densidad poblacional o en lugares sin acceso a un alcantarillado público o plantas de tratamiento de aguas residuales.

2.5.3 Operacionalización de las variables

Cuadro 1. Variables a Considerar

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
Independiente: Microorganismos eficientes	Son todos aquellos microorganismos que forman parte de un consorcio microbiano que interactúa benéficamente.	Cuantitativa	- Calidad de agua. - Dosis adecuada.	Nominal	Fichas de registro elaborados.
Dependiente: Aguas servidas de pozos sépticos.	Un pozo séptico consiste en un sistema, generalmente subterráneo.	Cuantitativa	Disminución de malos olores.	Nominal	Ficha de calidad de agua.

III. METODOLOGÍA

5.4 Tipo y Diseño de la Investigación

Tipo de investigación

Tipo de Investigación es EXPERIMENTAL, porque en el estudio de investigación se limitará a observar y obtener muestras de aguas servidas de pozas sépticas, sin intervenir o manipular las variables.

Diseño de la investigación

El Diseño de Investigación es Transeccional – Correlacional, porque se analizará el comportamiento de las variables en un momento del tiempo, para un determinado grupo social.

5.5 Población y Muestra

Población

Todas las especies de microorganismos eficientes.

Muestra

Estará conformado por las especies de microorganismos eficientes: Bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp*), Bacterias acidolácticas (*Lactobacillus spp*) y Levaduras (*Saccharomyces spp*) aisladas mediante un proceso de fermentación.

5.6 Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos

Técnicas

Para la recolección de datos se empleó la observación directa y formatos de registro elaborados.

Instrumentos

Para la variable independiente: fichas de observación y formatos de registro de datos biométricos pre elaborados y validados para el registro de los datos.

Para la variable dependiente: Fotografías *in situ* y la ficha de observación.

5.7 Ubicación

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de Mazan en el distrito del mismo nombre, que limita por el norte con el Distrito de Napo y Putumayo, por el sur con Los distritos de Punchana e Indiana, por el este con el Distrito de Las Amazonas y Por el oeste con el Distrito de Alto Nanay. El distrito de mazan cuenta con una superficie de 8,511.37 km² y se sitúa a una altitud de 108 m.s.n.m., tiene como capital la ciudad de Mazan, con coordenada UTM 709771 y 9613228. La capital del distrito de mazan se encuentra ubicado en el margen derecho del río Napo. Su clima es tropical, cálido y húmedo y lluvioso su temperatura es constante y a la media anual superior a los 31° C y la mínima oscila entre 11° y 18° C, de variación térmica diaria es poco sensible.

IV. IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

a) Tiempo para que EM realicen su efecto de depuración en las aguas servidas

Se agregó 2 galones de melaza de caña en un volumen de 4 galones de agua sin cloro. Luego, se adicionó una mezcla que contiene 200 gr de materia orgánica conformada básicamente por hojas, raíces, ramas finas, etc. de plantas y 30 kilos de polvillo de arroz. Después, se colocó las mezclas en un cilindro de 100 litros y se apelmazó en un espacio de 20 cm aproximados con el fin de evitar la presencia de aire; seguidamente, se le tapó herméticamente durante 30 días. Luego, de obtener la mezcla homogénea se le tapó con costales y posteriormente se volteó la mezcla durante 8 días, para luego envasarlos y almacenarlo en un ambiente seco y ventilado.

Se preparó una mezcla de los Microorganismos Eficientes; los anaeróbicos en un peso de 3 kilos y los aeróbicos en un peso de 1 kilo y se hizo una mezcla homogénea; después se envolvió en trapo y/o costal de tela. Luego, en un cilindro de 100 ml de agua, se añadió 2 galones de melaza de caña, se dejó reposar por un espacio de 15 minutos; seguidamente, se inoculó la mezcla homogénea del concentrado de microorganismos eficientes Anaeróbicos y Aeróbicos. Se removi6 por un espacio de 4 días aproximadamente, a partir de ello se pudo inocular en las muestras de agua de los pozos sépticos según la concentración recomendada

b) Dosis apropiada de Microorganismos Eficientes para tratar las aguas servidas.

Se prepararon las concentraciones de 10 ml, 15 ml y 20 ml de Microorganismo Eficiente activado; una vez impregnada los polígonos de Bokashi con las concentraciones, se colocaron en los pozos sépticos seleccionados.

Se realizaron 2 análisis a las aguas de los pozos sépticos uno al principio y otra luego de 30 días. En el cuadro N° 1 se presentan los resultados de los análisis.

Cuadro 2. Análisis de aguas según concentración de microorganismos eficientes

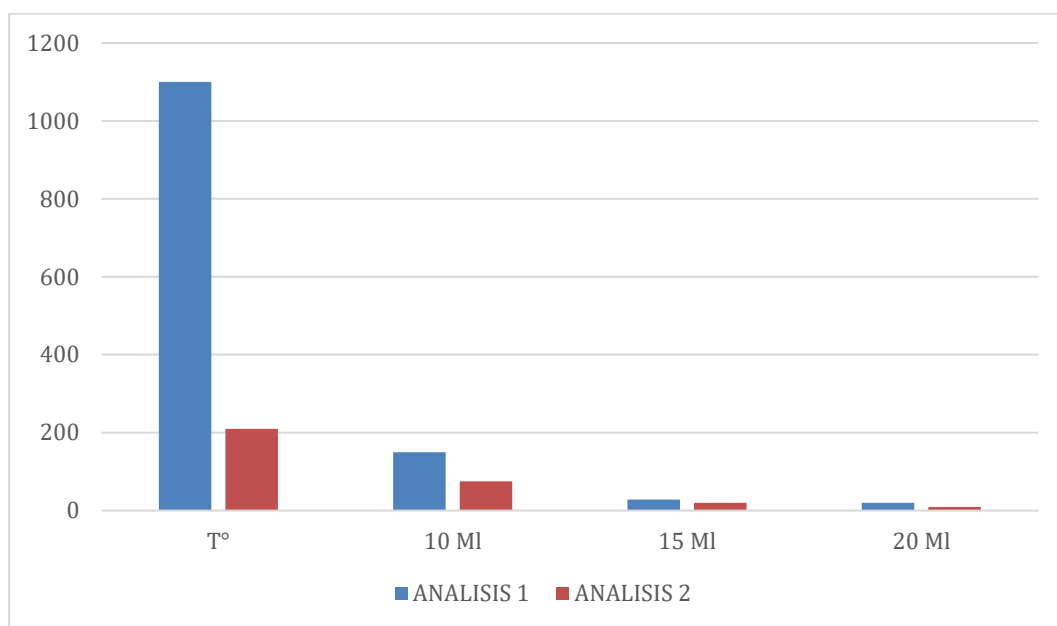
ANALISIS	CONCENTRACIÓN			
	TESTIGO	10 mL	15 mL	20 mL
ANALISIS 1	1100	150	28	20
ANALISIS 2	210	75	20	9

Como se puede apreciar en el cuadro N° 1, se realizaron ocho (8) evaluaciones, cuatro para cada análisis, cada análisis efectuado tiene un tiempo de 30 días de diferencia. El análisis 1 se desarrolló al siguiente día (24 horas después) de colocar el bokashi impregnados según concentración (T= testigo, 10 ml, 15 ml y 20 ml) de microorganismos eficientes en los pozos sépticos. El análisis 2 se realizó en los mismos pozos sépticos con una diferencia de 30 días.

Como se puede apreciar en la figura N° 1, se realizaron cuatro (4) ensayos; para el análisis 1 en el testigo (sin ningún tratamiento con microorganismos eficientes) se observó 1100 bacterias/100 ml de agua de Coliformes Totales. En la concentración de 10 ml de microorganismos eficientes se observó al inicio ciento cincuenta (150) bacterias/100 ml de agua de Coliformes Totales. En la concentración de 15 ml de microorganismos eficientes se observó al inicio veintiocho (28) bacterias/100 ml de agua de

Coliformes Totales. En la concentración de 20 ml de microorganismos eficientes se observó al inicio veinte (20) bacterias/100 ml de agua de Coliformes Totales.

Figura 1. Análisis de Aguas Según Concentración de Microorganismos



Luego de 30 días se realizó en análisis 2, en el testigo (sin ningún tratamiento con microorganismos eficientes) se observó 210 bacterias/100 ml de agua de Coliformes Totales. En la concentración de 10 ml de microorganismos eficientes se observó setenta y cinco (75) bacterias/100 ml de agua de Coliformes Totales. En la concentración de 15 ml de microorganismos eficientes se observó veinte (20) bacterias/100 ml de agua de Coliformes Totales. En la concentración de 20 ml de microorganismos eficientes se observó (9) bacterias/100 ml de agua de Coliformes Totales.

Se evidencio que la concentración del al 20% de macroorganismos eficientes es mejor para reducir la presencia de Coliformes Totales.

4.2 Discusiones

Los procesos de tratamientos de aguas presentan diversas oportunidades de recuperación y optimización en el uso de agua. Su operación compromete no solo las aguas servidas provenientes del consumo humano, sino que también la utilización de agua potable en sus procesos internos como mantención y limpieza de equipos. Sumado a ello, es que la eficiencia en su procesamiento es crucial para el cuidado ecosistémico local, y medioambiental global, ya que la disponibilidad de este recurso en el corto, mediano y largo plazo, depende de la calidad de sus efluentes, comparando Estudio del sistema de lodos activados de la planta de tratamiento de aguas servidas de Salgado J. que el tratamiento de agua funciona ante eventos críticos que perturbarían el tratamiento de aguas con ello, ante escenarios futuros, se podrán tomar acciones de control de forma eficiente, de esta manera, se estaría promoviendo el cuidado de los recursos hídricos y la importancia de este en el desarrollo sostenible en la sociedad.

Como resultado sobre tratamiento de Microorganismos eficientes, podemos indicar que luego de 30 días se realizó el análisis 2, en el testigo (sin ningún tratamiento con microorganismos eficientes) se observó 210 bacterias/100 ml de agua de Coliformes Totales.

- En la concentración de 10 ml de microorganismos eficientes se observó 75 bacterias/100 ml de agua de Coliformes Totales.
- En la concentración de 15 ml de microorganismos eficientes se observó 20 bacterias/100 ml de agua de Coliformes Totales.
- En la concentración de 20 ml de microorganismos eficientes se observó 9 bacterias/100 ml de agua de Coliformes Totales.

Se evidencio que la concentración del 20% de macroorganismos eficientes es mejor para reducir la presencia de Coliformes Totales.

Nuestro trabajo coincide con lo reportado por Cardona J, García L. quien en su trabajo de Evaluación del efecto de los microorganismos eficaces (EM) sobre la calidad de un agua residual doméstica, determino que hubo una disminución significativa de coliformes fecales (10 días), mostro un claro efecto positivo de la aplicación de Microorganismos Eficientes EM.

Así mismo nuestra investigación varía con lo mencionado por Castro D. Efectos de tres diluciones de microorganismos eficientes en la calidad del compost utilizando lodos de la PTAR Cajabamba – 2009, quien menciona que las diluciones de microorganismos eficientes influyen de manera no significativa en los coliformes termotolerantes debido a que el compost preparado no tuvo la temperatura óptima de higienización para eliminar patógenos.

Las aguas grises de los pozos séptico se evaluaron dos veces una a las 24 horas de haber colocado el Bokashi y el segundo a los 30 días y se registraron cambios significativos en la presencia de Coliformes totales y la concentración que logro reducir más la presencia de las bacterias fue al 20% de microorganismos eficientes logrado reducir casi a la tercera parte la presencia de Coliformes totales, Esto, de modo similar lo que concluye Bartra T, Campos C. en su proyecto de Influencia de microorganismos eficaces sobre la calidad de agua y lodo residual, El parámetro de lodo residual que bajo notablemente a partir de 30 días después de la aplicación fue Coliformes termotolerantes, lo que hace ver que existe una disminución debido a los microorganismos eficaces.

Como se puede apreciar, los EM realiza un gran trabajo en la depuración de las aguas grises de pozos y de esta manera se está cumpliendo la normativa nacional existente. Según el DS 003-2010-MINAM, el límite máximo permisibles para los efluentes del PTAR, es de 10,000 NPM/100mL (20).

V. V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se identifico menos concentración de sólidos suspendidos y se percibe la disminución de olor cloacal en todas las muestras en un periodo de 45 días. Ver. Anexo 05: Ficha de Observación de parámetros de seguimiento organolépticos./ Fig. 5,6,7,8.
- Se determina que la dosis que demostró mayor eficacia en el tratamiento fue la inoculación de 20 ml de tratamiento de Microorganismos Eficientes, reduciendo en 5 veces la concentración de Coliformes Totales; así lo demuestra los análisis ejecutados a las muestras (Testigo y tratamientos inoculados de concentración 10 mL, 15 mL y 20 mL). Ver Anexo 06: Resultados de Laboratorio.
- Se establece que 30 días es el tiempo requerido para que los Microorganismos Eficientes realicen su efecto de depuración en las aguas servidas en el distrito de Mazan, provincia de Maynas. Anexo 06: Ficha de Observación de parámetros de seguimiento organolépticos.
- Los microorganismos eficientes, son una gran ayuda para limpiar las aguas de agentes domésticos, comerciales e industriales como lo afirma el Dr. Tehuro Higa ya que son usados en la agricultura, fertilizada de suelos y hasta para uso en construcciones de viviendas. Se pudo observar la eficaz característica del tratamiento ya que se pudo determinar el asentamiento de los Solidos Suspendidos, como heces fecales, lodos, sedimentos y la claridad del agua.

- Se acepta la hipótesis: “Tiene efecto depurador los microorganismos eficientes sobre las aguas servidas de pozos sépticos en el distrito de Mazan, provincia de Maynas”.

5.2 Recomendaciones

- Promover la utilización de los microorganismos eficientes para reducir la concentración de agentes contaminantes de las aguas domésticas, comerciales e industriales; asimismo, probar con otras concentraciones más altas para ver la eficacia de la limpieza de las aguas.
- Socializar con las autoridades de saneamiento de las municipales distritales y provinciales, autoridades de salud ambiental regional y poblaciones rurales aplicar el uso de microorganismos eficientes para reducir los malos olores y turgencia de las aguas usadas.

VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Montero S. Eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost con materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, distrito de Pillco Marca, departamento de Huánuco, noviembre 2018 - enero 2019 [Tesis de pre grado]. [Huánuco]: Universidad de Huánuco; 2019.
2. Kcana H. Microorganismos eficientes (EM) en la recuperación de un suelo contaminado con cadmio del distrito de San Jerónimo, Cusco [Tesis de pre grado]. [Lima]: Universidad Cesar Vallejo; 2021.
3. Bartra T, Campos C. Influencia de microorganismos eficaces sobre la calidad de agua y lodo residual, planta de tratamiento de Jauja [Tesis de pre grado]. [Huancayo]: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2016.
4. Castro D. Efectos de tres diluciones de microorganismos eficientes en la calidad del comspost utilizando lodos de la PTAR Cajabamba - 2009 [Tesis de pre grado]. [Cajamarca]: universidad Nacional de Cajamarca; 2022.
5. Toc R. Efectos de los Microorganismos Eficientes (ME) en las aguas residuales de la granja porcina de Zamorano, Honduras [Tesis de pre grado]. [Honduras]: Zamorano; 2012.
6. Cardona J, García L. Evaluación del efecto de los microorganismos eficaces (EM) sobre la calidad de un agua residual doméstica [Tesis de pre grado]. [Colombia]: Pontificia Universidad Javeriana; 2008.
7. Campo J. Estado de arte de los sistemas sépticos para tratamiento de agua residual en zonas rurales [Tesis de pre grado]. [Medellin]: Universidad de Antioquia; 2022.
8. Pico J, Guadamud N. Manejo de los principales problemas fitosanitarios en el cultivo del plátano [Tesis de pre grado]. [Ecuador]: Universidad Técnica de Amnabi; 2004.
9. Ramos R, Sepúlveda R, Villalobos F. El agua en el medio ambiente, muestreo y análisis. México: Universidad Autónoma de Baja California; 2002. 210 p.

10. Glynn H, Gary H. Ingeniería Ambiental. 2a.Ed. México: Pearson Education; 1999. 800 p.
11. Acevedo R, Mauricio A. Ganadería Intensiva. 1a. Ed. Bogotá; 2001. 169 p.
12. Banco Interamericano de Desarrollo. Manual práctico de uso de EM. 1a. Ed. Japón; 2009.
13. EMPROTEC. Guía de la tecnología de EM [Internet]. 2006 [citado 15 de febrero de 2024]. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf>
14. Montangero A, Strauss M, Ingallinella A, Boottatep T, Larmie W. Cuando los tanques sépticos estan llenos - el desafío del manejo y tratamiento de lodos fecales. 2003.
15. Cardenas B. Tratamiento biológico de compuestos orgánicos volátiles de fuentes fijas. Instituto Nacional de Ecología; 2003. 70 p.
16. Ramalho R. Tratamiento de aguas residuales. 1a. Ed. España: Reverté; 2003. 705 p.
17. Vidal G, Araya F. Las aguas servidas y su depuración en zonas rurales: situación y desafíos. Chile: Universidad de Concepción; 2014. 121 p.
18. Sans R, De Pablo J. Ingeniería Ambiental: contaminación y tratamiento. España: Marcombo S.A.; 1989. 148 p.
19. Salgado J. Estudio del sistema de lodos activados de la planta de tratamiento de aguas servidas de los ángeles para el control del problema de bulking filamentoso, utilizando herramientas de modelación [Tesis de pre grado]. [Santiago de Chile]: Universidad de Chile; 2020.
20. MINAM. Aprueban límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. El peruano; 2010.

ANEXO



Anexo N° 1

Anexo 1. Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices	Instrumento	Aspecto Metodológico
<u>Problema General</u> ¿Cuál es el efecto depurador de microorganismos eficientes en aguas servidas de pozos	<u>Objetivo General</u> Determinar el efecto depurador de microorganismos eficientes en aguas servidas de pozos sépticos, en el distrito de Mazan, provincia de Maynas <u>Objetivos Específicos</u> • Identificar los efectos organolépticos de depuración de los Microorganismos Eficientes en las aguas servidas en el distrito de Mazan, provincia de Maynas. • Determinar la dosis apropiada de Microorganismos Eficientes para tratar las aguas servidas en el distrito de Mazan, provincia de Maynas. • Calcular el tiempo requerido para que los Microorganismos Eficientes realicen su efecto de depuración en las aguas servidas en el distrito de Mazan, provincia de Maynas.	Hi: Tiene efecto depurador los microorganismos eficientes sobre las aguas servidas de pozos sépticos en el distrito de Mazan, provincia de Maynas. H0: No Tiene efecto depurador los microorganismos eficientes	<u>Independiente</u> Microorganismos eficientes <u>Dependiente</u>	Tasa del efecto depurador Análisis microbiológico	Testigo, 10 ml, 15ml y 20 ml NMP/100 ml	Fichas de registro, cultivo de microorganismos eficientes activados, análisis de laboratorio para coliformes totales.	<u>Tipo de Investigación</u> No experimental, porque en el estudio de investigación se limitó a observar y obtener muestras de aguas servidas de pozos sépticas, sin intervenir o manipular las variables. <u>Diseño de Investigación</u> Transeccional – Correlacional, porque se analizó el comportamiento de las variables en un momento del tiempo, para un

sépticos, en el distrito de Mazan, provincia de Maynas?		sobre las aguas servidas de pozos sépticos en el distrito de Mazan, provincia de Maynas.	Aguas servidas de pozos sépticos.				determinado grupo social. <u>Población</u> Todas las especies de microorganismos eficientes. <u>Muestra</u> Estará conformado por las especies de microorganismos eficientes: Bacterias fotosintéticas (Rhodopseudomona spp), Bacterias acidolácticas (Lactobacillus spp) y Levaduras (Saccharomyces spp) aisladas mediante un proceso de fermentación.
---	--	--	-----------------------------------	--	--	--	--

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

ANALISIS COLIFORMES TOTALES

Cuadro 01.- Muestreo de Testigo

T 1 – LETRINA

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100mL	3	3	2	11	1100

Cuadro 02.- Muestreo de Testigo

T 2 – TANQUE RECOLECTOR

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100mL	3	2	2	2.1	210

Cuadro 03.- ANALISIS DE MUESTRA 10 ML DE TRATAMIENTO

ANALISIS 1 - LETRINA

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100mL	3	2	1	1.5	150

Cuadro 04.- ANALISIS DE MUESTRA 10 ML DE TRATAMIENTO

ANALISIS 2 – TANQUE RECOLECTOR

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100mL	3	1	1	0.75	75

Cuadro 05.- ANALISIS DE MUESTRA 15 ML DE TRATAMIENTO

ANALISIS 1 – LETRINA

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100mL	2	2	1	0.28	28

Cuadro 06.- ANALISIS DE MUESTRA 15 ML DE TRATAMIENTO

ANALISIS 2 – TANQUE RECOLECTOR

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100mL	2	1	1	0.2	20

Cuadro 07.- ANALISIS DE MUESTRA 20 ML DE TRATAMIENTO

ANALISIS 1 – LETRINA

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100mL	2	1	1	0.2	20

Cuadro 08.- ANALISIS DE MUESTRA 20 ML DE TRATAMIENTO

ANALISIS 2 – TANQUE RECOLECTOR

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100mL	2	0	0	0.09	9

Cuadro 09.- Cuadro resumen de análisis de concentración de Microorganismos eficientes

ANALISIS	CONCENTRACIÓN			
	TESTIGO	10mL	15mL	20mL
ANALISIS 1	1100	150	28	20
ANALISIS 2	210	75	20	9

Anexo 3. Reporte Fotográfico – Toma de Muestra y preparación de Compuesto

Figura N° 1.- Preparación del compuesto de EM (EM activado y melaza)



Figura N° 2.- Mezcla de los compuestos EM activado y Melaza



**Figura N° 3.- Dosis de Mezcla de EM para
tratamiento (reposo 7 días)**



Figura N° 4.- Dosis de EM preparado



**Figura N° 5. Muestra a 5mL
de EM**



**Figura N° 6.-Muestra a 10
mL de EM**



**Figura N° 7.- Muestra a 15
mL de EM**



**Figura N° 8.- Muestra a 20
mL de EM**



Figura N° 9. Muestra de Tanque



Figura N° 10.- Muestra de Letrina



Figura N° 11.- Primera Muestra de quebrada



Figura N° 12.- Segunda Muestra de quebrada 2



Anexo 4. Reporte Fotográfico – Laboratorio

Fig.15 Inoculación del concentrado de Microorganismos Eficientes en pozos sépticos

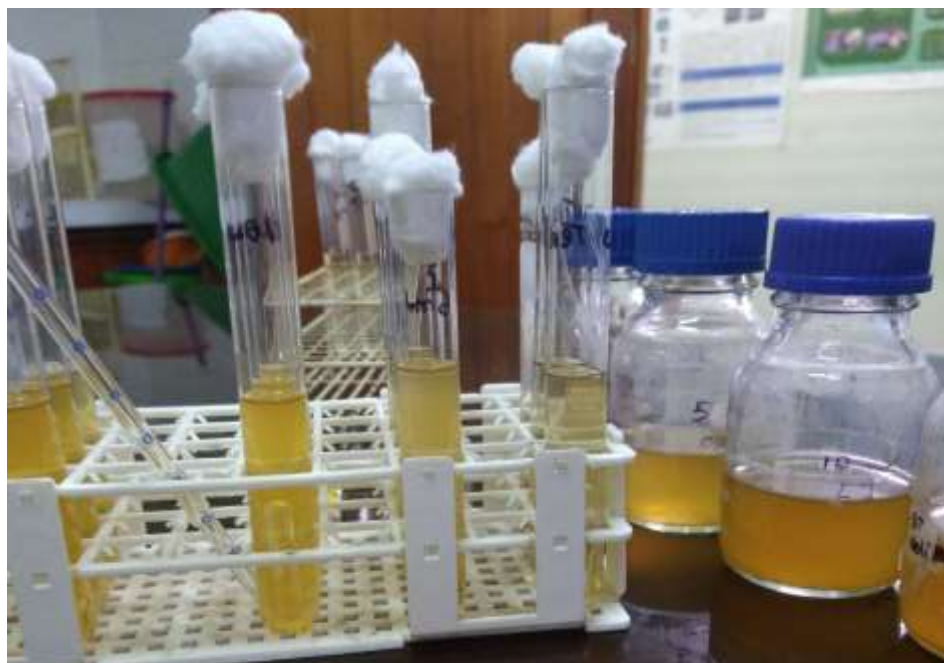


Fig. 16 Incubación a 37°C: Identificación presuntiva: Siembra en Caldo Lauril Sulfato



Fig. 17 Caldo Brilla para coliformes totales



Fig. 18 Caldo E. coli para coliformes termotolerantes



Fig. 19 Coliformes Termotolerantes: Incubación a 44.5 °C



Fig. 20 Crecimiento bacteriano



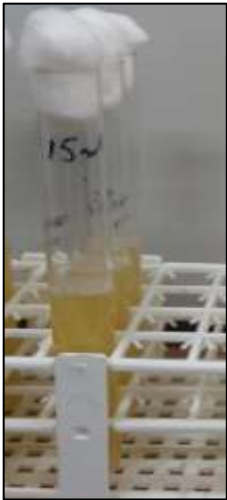
**Anexo 5: Ficha de Observación: Parámetros de Seguimiento
Organolépticos**

**FICHA DE OBSERVACIÓN: PARÁMETROS DE SEGUIMIENTOS
ORGANOLÉPTICOS**

Comparación Visual y percepción sensorial

Tabla : Test de parámetros físicos

MUESTRAS	OBSERVACIONES 1 DÍA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES A 30 DÍAS	DESCRIPCIÓN
Muestra de Testigo de Aguas Residuales		Olor a agua estancada, se evidencia presencia de Sólidos Suspendidos (heces fecales y sedimentos de arena.		Olor fétido, no se inoculó tratamiento, los sólidos suspendidos se dispararon dando un tono de color ámbar.
Muestra (100 ML) con 10 ML de ME.		Con la inoculación igual se mantiene el olor a agua estancada, los sólidos suspendidos se hacen más notorios en especial los pequeños sólidos de heces.		Se mantiene el olor fétido, se dispararon los sólidos suspendidos, el color cambia de ámbar a un amarillo lechoso.

Muestra (100 ML) con 15 ML de ME.		Con la inoculación se minimiza el olor estancado a un olor permisible, los sólidos suspendidos tienen se hacen mas notorios en especial los pequeños sólidos de heces.		El olor fétido se minimiza a un olor a agua estancada, el color amarillo lechoso cambia a un amarillo claro.
Muestra (100 ML) con 20 ML de ME.		Con la inoculación se mantiene un olor permisible, los sólidos suspendidos se disipan y un pequeño número de sólidos se asientan en la base del recipiente.		El agua estancada cambia a un olor permisible, el color amarillo claro cambia de color a un blanco lechoso.

PRUEBA DE CONFIRMACIÓN DE COLIFORMES TOTALES

Biólogo: Freddy Espinoza Campos Mgr.

Bachiller: Luis Adrián Navarro Reátegui

ANEXO N° 1 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANALISIS COLIFORMES TOTALES

Cuadro 01.- Muestreo de Testigo

T 1 – LETRINA

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100m L	3	3	2	11	1100

Cuadro 02.- Muestreo de Testigo

T 2 – TANQUE RECOLECTOR

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100m L	3	2	2	2.1	210

Cuadro 03.- ANALISIS DE MUESTRA 10 ML DE TRATAMIENTO

ANALISIS 1 - LETRINA

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100m L	3	2	1	1.5	150

Cuadro 04.- ANALISIS DE MUESTRA 10 ML DE TRATAMIENTO

ANALISIS 2 – TANQUE RECOLECTOR

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100m L	3	1	1	0.75	75


Bigo. Freddy Orlando Espinoza Campos, Dr.
Director DAM y P



Cuadro 05.- ANALISIS DE MUESTRA 15 ML DE TRATAMIENTO**ANALISIS 1 – LETRINA**

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100m L	2	2	1	0.28	28

Cuadro 06.- ANALISIS DE MUESTRA 15 ML DE TRATAMIENTO**ANALISIS 2 – TANQUE RECOLECTOR**

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100m L	2	1	1	0.2	20

Cuadro 07.- ANALISIS DE MUESTRA 20 ML DE TRATAMIENTO**ANALISIS 1 – LETRINA**

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100m L	2	1	1	0.2	20

Cuadro 8.- ANALISIS DE MUESTRA 20 ML DE TRATAMIENTO**ANALISIS 2 – TANQUE RECOLECTOR**

UNIDADES	N° DE TUBOS POSITIVOS			NMP/ ml	VALOR DE ANALISIS DE CALIDAD
	0.1	0.01	0.001		
NMP/100m L	2	0	0	0.09	9

Cuadro 09.- Cuadro resumen de análisis de concentración de Microorganismos eficientes

ANALISIS	CONCENTRACIÓN			
	T°	10mL	15mL	20mL
ANALISIS 1	1100	150	28	20
ANALISIS 2	210	75	20	9

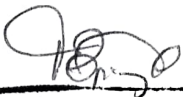

 Dr. Freddy Orlando Espinoza Campos, Dr.
 Director DAM y P



Fig 1. Inoculación del concentrado de Microorganismos Eficientes en pozos sépticos

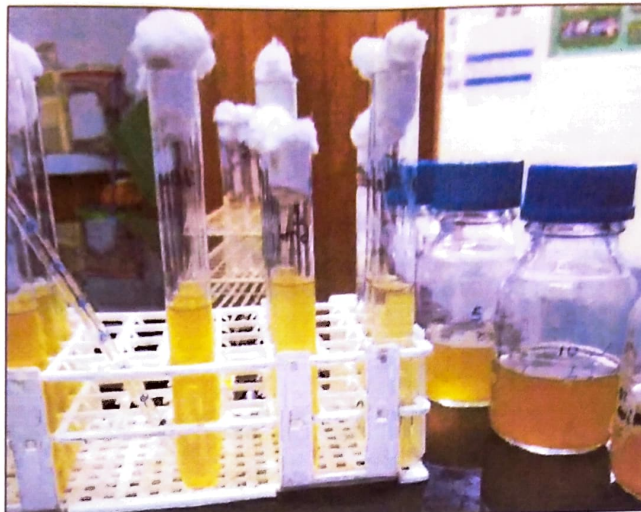
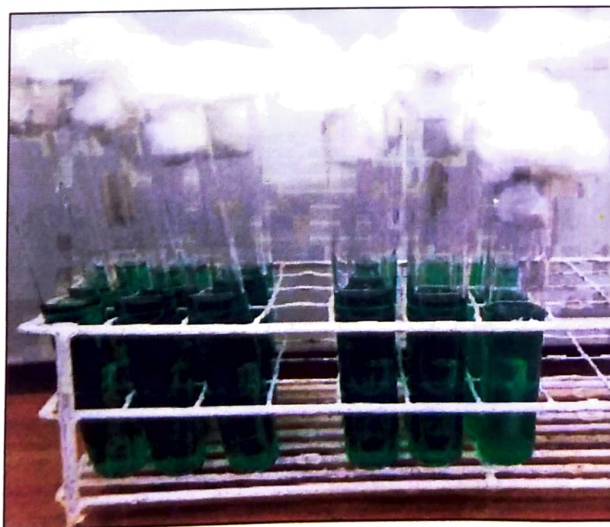


Fig 2. Incubación a 37°C: Identificación presuntiva: Siembra en Caldo Lauril Sulfato



Fig 3. Caldo Brilla para coliformes totales




Dr. Freddy Orlando Espinoza Campos, Dr.
Director DAM y P



Fig 4. Caldo E. Coli para coliformes termotolerantes



Fig 5. Coliformes Termotolerantes: Incubación a 44.5 °C

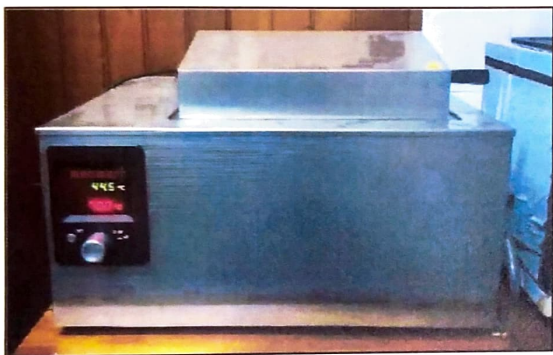
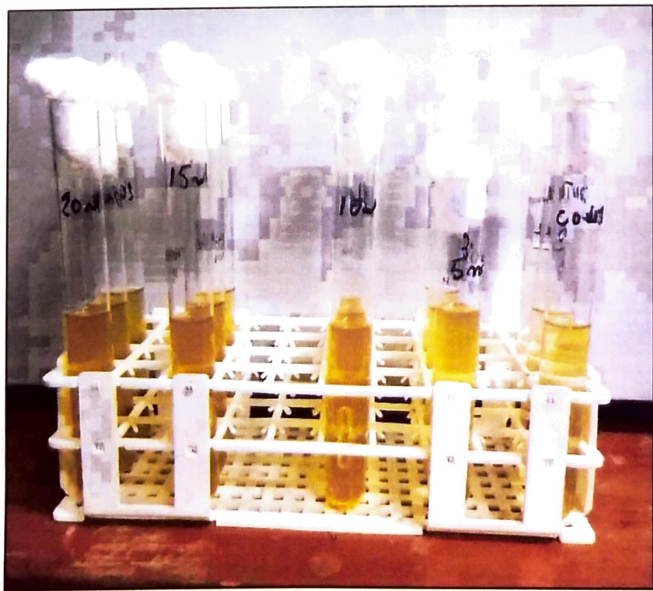


Fig 6. Crecimiento bacteriano




Dgo. Freddy Orlando Espinoza Campos, Dr.
Director DAM y P

