



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tratamiento de las aguas residuales salientes de biodigestores para
su uso en áreas verdes de la ciudad de Talara

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero industrial

AUTOR:

Dioses Navarro, Grover Junior (orcid.org/0000-0002-2243-7030)

ASESOR:

MBA. Ing. Rivera Calle, Omar (orcid.org/0000-0002-1199-7526)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Sistema de Gestión de la Seguridad y Calidad

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Promoción de la salud, nutrición y salud alimentaria

PIURA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mi Madre, Carmen Navarro por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer, gracias por estar siempre conmigo en todo momento. A mi Padre, Grover Dioses Gracias por la paciencia que has tenido y tu apoyo incondicional. Gracias por estar pendiente de mí durante toda esta etapa.

A mi hermano que está en el cielo, tú me enseñaste lo que es ser hijo y hermano te echo de menos y todo este esfuerzo es para ti. Gracias por ayudarme y guiarme desde el cielo.

A mi esposa y mis hijos, gracias por el amor que me dan, por sus cuidados y paciencia en el tiempo que hemos vivido juntos. Gracias mis amores por su apoyo y comprensión.

GRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme a diario vivir experiencias que ayudan a mi formación tanto personal como profesional. A mis padres: Grover y Carmen, gracias por todo lo que hacen por mi día a día, a mis hermanos en general por apoyarme, motivarme a continuar, enseñarme que no debo rendirme nunca. A Natalia por ser una persona especial en mi vida, por su amor, fuerza brindada y porque me dio un hijo maravilloso Luka Tadeo, y a mis princesas mágicas Kate Luciana y Andrea Valentina.

Agradezco también al Ingeniero. Fernando Madrid Guevara por aceptar apoyarme en esta investigación por su apoyo incondicional, por sus consejos brindados en las dos etapas de la investigación. A su vez, agradecerle al Ingeniero Omar Rivera Calle, por su paciencia, por estar siempre apoyándome y aconsejándome para la correcta realización de la presente investigación.

También agradezco a la empresa GFC Grover Fumigation Clean EIRL– Talara, por permitirme el ingreso a su centro de labores y tratarme siempre de la mejor manera, además de brindarme la información pertinente y los equipos necesarios para la realización de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula -----	i
Dedicatoria -----	ii
Agradecimiento -----	iii
Índice de contenido -----	iv
Índice de tablas -----	v
Resumen -----	vi
Abstract -----	vii
I. INTRODUCCIÓN -----	1
II. MARCO TEÓRICO-----	7
III. METODOLOGÍA-----	19
3.1. Tipo y diseño de investigación -----	19
3.2. Variables y operacionalización -----	21
3.3. Población, muestra y muestreo -----	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos -----	25
3.5. Procedimientos -----	26
3.6. Método de análisis de datos -----	50
3.7. Aspectos éticos -----	51
IV. RESULTADOS -----	52
V. DISCUSIÓN -----	63
VI. CONCLUSIONES -----	65
VII. RECOMENDACIONES -----	66
REFERENCIAS -----	67
ANEXOS	

ÌNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 Variable Independiente -----	19
Tabla N° 02 Variable Dependiente -----	20
Tabla N° 03 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos -----	24
Tabla N° 04 Dosificación de Bacterias 40 mg/l -----	27
Tabla N° 05 Dosificación de Bacterias 50 mg/l -----	33
Tabla N° 06 Dosificación de Bacterias 60 mg/l -----	39
Tabla N° 07 Dosificación de Bacterias 70 mg/l -----	45
Tabla N° 08 Dosificación de Hipoclorito de Calcio - -----	52
Tabla N° 09 Parámetros D.S N° 002-2008-MINAM -----	53

RESUMEN

El siguiente proyecto de investigación está orientado a cumplir con el objetivo general: Tratar las aguas residuales salientes de los Biodigestores mediante la aplicación de bactericidas degradadoras e hipoclorito de calcio, para su uso en áreas verdes de la ciudad de Talara. Para ello se analizó la población la cual consistía de un Biodigestor con un volumen de 1500 Litros, mediante la aplicación de formula estadística dio como resultado una muestra de 85 Litros, los cuales fueron analizados por cada objetivo: en el primero fue disminuir la concentración de materia orgánica. En el segundo, disminuir la concentración de bacterias. Asimismo, el análisis de resultados se logró mediante la técnica Excel y Anova. En el primer Objetivo se disminuyó la cantidad de materia orgánica en 29.21 mg/l, inicialmente estaba en 128.47 mg/l. En el segundo, se eliminó la cantidad de bacterias en 50 NMP/100ml de Coliformes Fecales y 600 NMP/100ml de Coliformes Totales, teniendo inicialmente un índice de 31000 NMP/100 ml en coliformes fecales y 120000 NMP/100 ml en coliformes totales, por lo tanto se concluyó que la aplicación de bacterias degradadoras e hipoclorito de calcio nos permiten llegar a los parámetros establecidos en la base legal de tratamiento de aguas residuales de contacto directo para su aplicación en parques y jardines.

Palabras Claves: Tratamiento de aguas residuales, Biodigestores, Calidad del agua.

ABSTRACT

The following research project is aimed to meet the overall objective: Treat outgoing wastewater from the biodigesters by applying degrading bactericidal and calcium hypochlorite, for use in green areas of the city of Talara. For this population which consisted of a digester with a volume of 1500 liters, by applying statistical formula it resulted in a sample of 85 liters, which were analyzed for each target analyzed: the first was to reduce the concentration of organic material. In the second, lower concentration of bacteria. Also the analysis of results was achieved by Anova Excel and technique. In the first objective the amount of organic matter in 29.21 mg / l, was initially 128.47 mg / l decreased. In the second, the amount of bacteria was removed in 50 MPN / 100ml of fecal coliforms and 600 MPN / 100ml of Total Coliforms, initially having a rate of 31,000 MPN / 100 ml fecal coliform and 120,000 MPN / 100 ml for total coliforms, therefore it was concluded that the application of degrading bacteria and calcium hypochlorite allow us to reach the parameters of the legal basis for wastewater treatment direct contact for use in parks and gardens.

Keywords: Wastewater treatment, Biodigestores, Water quality.

I. INTRODUCCIÓN

Estudios realizados por la Dirección General de Salud Ambiental mencionan muchos problemas ambientales en la provincia de Talara. La principal es que las fuentes de agua se secan rápidamente por una mala gestión. Esto limita la utilidad del sector de áreas verdes y puede causar una serie de otros problemas. Estos incluyen la propagación de enfermedades, la proliferación de roedores y moscas, así como el desarrollo de vectores como mosquitos y cucarachas. Todo esto dificulta que las personas manejen adecuadamente las aguas residuales. Actualmente, las Políticas Sanitarias y Ambientales de DIGESA presentan soluciones reales a este problema.

El agua residual saliente de Biodigestores se descompone en lodos y aguas negras y se está depositando en lugares como el relleno sanitario para el lodo y en pozas de oxidación para las aguas negras, ya que son manipuladas sin medidas de control y protección por los trabajadores de la Municipalidad de Talara.

Las aguas negras o grises, tienen características diferentes, algunas aguas cuentan con mayor carga orgánica y otras no, pero todas estas con características diferentes son procesadas por el método de oxidación. Por otro lado, cabe hacer mención que el olor del agua residual es causado por gases como nitrógeno (N_2), sulfuro de hidrógeno (H_2S), amoníaco (NH_3), oxígeno (O_2), dióxido de carbono (CO_2), y metano (CH_4), se forma durante la descomposición anaeróbica.

Entre nuestros principales tipos de olor: Moho: tolerable, típico de aguas residuales frescas; huevo podrido: "insoportable", propio de aguas residuales rancias o de fosa séptica, debido a que la materia orgánica se pudre y descompone y a su vez forma el sulfuro de hidrógeno (H_2S). Las aguas negras o grises provienen como fuente principal de: viviendas domiciliarias, empresas de servicios (con comercio industrial) e instituciones.

De continuar esta situación de tratamiento inadecuado de las aguas negras o grises, la salud de las personas y el medio ambiente estarán expuesto a un nivel

de riesgo alto, ya que se producirán enfermedades tales como el dengue, la diarrea, hepatitis A, la malaria, la fiebre tifoidea, la poliomielitis, etc., todo lo antes mencionado se puede dar por suministro de agua (por mala desinfección y potabilización), así mismo también por la presencia de patógenos como: heces y coliformes totales, presencia de E. coli, etc.

Seguidamente se presenta la justificación del proyecto de investigación, el reúso de aguas negras y grises sin tratamiento o con tratamiento deficiente en áreas verdes, implica altos niveles de exposición de riesgo en la salud para los trabajadores y a sus familias, lo mismo para toda población en su totalidad que está expuesta a enfermedades provenientes de las aguas en mal estado, debido a que estas contienen altos niveles de patógenos, bacterias, paracitos de los cuales se contraen enfermedades como dengue, diarrea, hepatitis A, malaria, y también por ser un factor principal de la contaminación ambiental.

La mejora e innovación del proceso de industrialización aplicada en el tratamiento de aguas negras y grises, empezando desde la disminución de bacterias, cambio de color y la variación del olor, se podrá obtener un agua de calidad para que sea utilizada en el riego de áreas verdes, recintos deportivos y en vías de tránsito (para control de la polución), de la provincia de Talara, obteniendo así mejores áreas verdes y también se mejorara la calidad de vida de la población.

El beneficio será la localidad debido a que el abastecimiento del elemento principal para la vida, el agua es deficiente, y está a su vez es usada en el regado de áreas verdes llevando a que este recurso solo sea administrado por horas, y con este tratamiento a las aguas negras se lograría que los entes encargados de comprar el agua potable tengan más recurso y no haya un desabastecimiento de él.

Primero se ejecutará un pre – test, en el cual se hará uso de instrumentos para la recolección de datos de concentración de bacterias, concentración de materia orgánica, turbidez, posterior a ello se hará un post – test para obtener nuevamente datos, una vez realizada la aplicación de bacterias degradadoras e hipoclorito de

calcio. A partir de este punto se realizará el proceso de datos haciendo uso de la herramienta EXCEL donde se contrastarán los resultados.

Luego, el estudio recomienda los antecedentes más apropiados para sustentar el proyecto de investigación. a nivel internacional.

Bastías (2004), con su investigación titulada “Efecto del riego con aguas servidas tratadas en especies vegetales ornamentales”, presento como objetivo general analizar el efecto de los nutrientes presentes en las aguas servidas tratadas, en el crecimiento de tres especies vegetales. El método utilizado por el investigador fue experimental, ya que realizaron los estudios de causa – efecto en vegetales. En su investigación utiliza el método de análisis documental utilizando tablas de porcentajes de nitrógeno. Obtuvo como resultado que la aplicación de dichas aguas servidas tratadas posee un interesante potencial como recuperadoras de nutrientes para las plantas y aceleran sus procesos de brotación.

Según Medrano (2001), cuyo título de investigación es Evaluación de la Calidad de Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Alba Rancho (SEMAPA) con Fines de Riego, tiene como uno de sus objetivos principales, Determinar las variaciones en las concentraciones desde la planta de tratamiento hasta las áreas de cultivo y reusó. El método utilizado por los investigadores fue experimental, ya que han realizado las evaluaciones al agua residual. En su investigación utiliza el método de análisis documental utilizando tablas y diagramas de concentración, donde se obtuvo como resultado que las características físicas - químicas de dichas aguas, no son las que deberían tener las aguas tratadas debido a sus altas cantidades de metales pasados. Se recomienda que se incluyan parámetros de análisis de la calidad de agua de riego, esto con el fin de ver la relación existente en función al tiempo, además establecer puntos de muestreo y monitoreo en la distribución de esta agua residual.

Sanz (2007), con su investigación titulada Estudio de Viabilidad de la Reutilización de las Aguas Residuales Depuradas de una Planta Petroquímica mediante Tecnología de Membrana, en el cual desarrollo un sistema basado en el proceso

de ósmosis inversa (RO) como propósito general para la reutilización de aguas residuales tratadas. La metodología que utilizó el investigador fue de tipo descriptiva, utiliza el método de análisis de registro utilizando fichas de evaluación y ensayos, donde tuvo como conclusión que el diseño de una instalación o un estudio en planta piloto disponga de coagulación + floculación + decantación +UF + NF/OI.

A nivel nacional.

Según Guerra (2012), con su investigación titulada Utilización de Tecnología Innovadora Biodegradable 100% Ecológica con Productos Bioquímicos – Enzimáticos para Tratamiento de Agua Residuales Utilizables para el riego de Parques y Jardines en el Distrito de Miraflores, presento como objetivo general un diseño bajo en costo para realizar una planta de tratamiento de aguas residuales para el riego de parques y jardines.

La metodología que utilizó el investigador fue de tipo descriptiva y aplicada. En su investigación utiliza el método de procesamiento y análisis de información las cuales serán registradas mediante fichas de evaluación, donde se obtuvo como conclusión que el riego sea seguro e idóneo en los parques y jardines y así mejorar la calidad de vida la población.

Arce (2013), con su investigación titulada Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización del Tratamiento de Aguas Residuales Residenciales, presento como un objetivo principal, plantear una alternativa de solución para el saneamiento de aguas residuales para su posible uso en el sector de áreas verdes. La metodología que utilizó el investigador fue de tipo descriptiva. En su investigación utiliza el método de observación directa utilizando fichas de registro. Así obtuvo como conclusión aumentar el beneficio para el sector ambiental y la mejora en el manejo de aguas residuales.

Según Quiroz (2009), cuyo título de investigación es Planta de tratamiento de aguas residuales para regadío en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, presento como objetivo general diseñar una Planta de tratamiento de agua residual (PTAR),

para la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). La metodología que utilizó el investigador fue de tipo descriptiva. En su investigación utiliza el método de observación directa utilizando fichas de registro en sistemas de selección de alternativas. Donde obtuvo como conclusión aprovechar los desagües tratados mediante plantas de tratamiento, en el riego de las áreas verdes y la preservación de la salud pública y del medio ambiente.

A nivel local podemos decir que también se realizaron investigaciones en donde se busque la industrialización del agua residual, aplicando herramientas de ingeniería para lograr el objetivo, a continuación, se mencionan casos donde se realiza este tipo de investigación.

Según Espinoza (2010), cuyo título de investigación es Planta de Tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores, presentó como objetivo general diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales que reemplace a las lagunas de estabilización existentes, utilizando el área disponible actual, para su posterior reusó en el distrito de Villa El Salvador. La metodología que utilizó el investigador fue de tipo descriptiva. Realizó su investigación mediante el método de observación directa empleando fichas de registro donde se recolectó datos del Diagnóstico y evaluación de la eficiencia del sistema de tratamiento actual. Se obtuvo como resultados altos índices de contaminación ambiental, con una mala industrialización del agua residual. Donde finalmente se concluyó que es necesario diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para poder disminuir la contaminación actual y dar una reutilización eficiente al agua residual.

Según Calle (2003), cuyo título de investigación es Tratamiento Primario de Aguas Residuales, la tesis mencionada, tiene por objetivo principal, minimizar la cantidad de materia orgánica en suspensión y flotante. La metodología que utilizó el investigador fue de tipo Experimental ya que se realizó el tratamiento al agua residual. En su investigación utiliza el método de análisis documental empleando fichas de registro donde se recolectó datos para Identificar las posibles desventajas del tratamiento de aguas residuales. Como resultado logró la reducción de sólidos en suspensión, separación de materia líquida, homogeneización de flujos parciales

y carga orgánica. Se concluyó que es necesario optar por el tratamiento primario de las aguas residuales para lograr la minimizar la materia en suspensión y flotante.

II. MARCO TEORICO

Griffin (1990), define al agua residual como una combinación de los desechos líquidos procedentes de viviendas, instituciones y establecimientos comerciales e industriales, junto con aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que pueden agregarse a las anteriores. Villegas (2010), explica que las aguas residuales la constituyen desechos líquidos provenientes de una fábrica, empresa o institución que produce cualquier clase de material o artículo sometido, aquí pueden incluirse algunas corrientes generadas en el comercio y hospitales o similares.

En términos generales, podemos decir que las aguas residuales tienen las siguientes características: líquido turbio, amarillo grisáceo, olor a fosa séptica, partículas en suspensión, heces, residuos vegetales, papel, plástico, caudal de alcantarillado: variable

Las aguas residuales consisten principalmente en agua (99,9%) con concentraciones relativamente bajas de sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos. Las sustancias orgánicas presentes en las aguas residuales incluyen carbohidratos, grasas, jabones, detergentes sintéticos, proteínas y sus productos de descomposición, y varios productos químicos orgánicos sintéticos y naturales producidos en procesos industriales. Los contaminantes en las aguas residuales suelen ser una mezcla compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos.

Continuando con la base teórica se define la clasificación de los sólidos en dos grupos:

Sólidos orgánicos, provenientes de los animales o vegetales, incluidos los desechos de vida animal y vegetal, cadáveres de animales, organismos vivos o tejido vegetal; pero también pueden incluir Síntesis de compuestos orgánicos, estas son sustancias que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, por nombrar algunos de los cuales pueden estar combinados con nitrógeno, azufre o fósforo. Las categorías principales son proteínas, carbohidratos y grasas, y sus productos de

degradación. Se degradan o descomponen por la acción de bacterias y otros organismos, también son combustibles, lo que significa que pueden quemarse.

Los sólidos inorgánicos son inertes y no se degradan. Ciertos compuestos minerales tienen excepciones a estas propiedades, como los sulfatos, que pueden descomponerse en sustancias más simples bajo ciertas condiciones que se estudiarán más adelante, al igual que los sulfatos se reducen a sulfuros. Los sólidos inorgánicos a menudo se denominan minerales: arena, grava, limo y sales minerales de los suministros de agua que contribuyen a la dureza y el contenido mineral. Por lo general, no son inflamables.

La cantidad de sólidos orgánicos e inorgánicos en las aguas residuales le da lo que comúnmente se conoce como fuerza. De hecho, la cantidad o concentración de sólidos orgánicos y su capacidad para descomponerse o descomponerse es una parte importante de la fuerza del agua negra. Cuanto mayor sea la concentración de sólidos orgánicos, mayor será la intensidad del efluente. Por tanto, se puede definir qué agua negra fuerte es agua negra que contiene una gran cantidad de sólidos, especialmente sólidos orgánicos, y agua negra débil es agua negra que contiene una pequeña cantidad de sólidos orgánicos.

Según el tomo de Ingeniería de aguas residuales, la extensión y naturaleza de la descomposición bacteriana de los sólidos en las aguas negras, ha dado origen a ciertos términos que describen las condiciones o estado de las aguas negras.

Continuando con la base teórica se define los estados de las aguas negras:

Como sugiere el nombre, el agua negra fresca es agua negra en su estado original, es decir, agua negra después de que se le han agregado sólido. El cual contiene el oxígeno disuelto presente en el suministro de agua y, mientras haya suficiente oxígeno para soportar la descomposición aeróbica, permanecen frescos. Este tipo de aguas servidas son turbias, con sustancias en suspensión o líquidas, de color gris y olor levemente mohoso.

El agua negra, como su nombre indica, es agua en su estado inicial justo después de agregar sólidos al agua. Contienen el oxígeno disuelto presente en el suministro de agua y, mientras haya suficiente oxígeno para soportar la descomposición aeróbica, se mantendrán frescos. Estas aguas residuales son turbias, tienen sólidos suspendidos o flotantes, son de color gris y tienen un olor a humedad no ofensivo. Aguas residuales del tanque séptico, un término que describe las aguas residuales que se han agotado por completo de oxígeno disuelto, de modo que los sólidos han sufrido una descomposición anaeróbica, produciendo sulfuro de hidrógeno y otros gases. Tales aguas negras se caracterizan por su color negro, olor fétido y desagradable, y por tener sólidos negros suspendidos y flotantes.

El agua negra estable es agua negra en la que los sólidos se han descompuesto en sólidos relativamente inertes que no se descomponen más o se descomponen muy lentamente. El oxígeno disuelto vuelve a estar presente porque ha sido absorbido de la atmósfera, con poco o ningún olor y muy pocos sólidos en suspensión.

Según Vergara, define a las aguas industriales de desecho que se producen en todas las industrias de procesos húmedos. Las aguas de desecho varían en ella tanto en cantidad y capacidad contaminante, que es imposible asignar valores definidos a sus constituyentes comunes. Estos desechos pueden descargarse en el sistema de alcantarillado si son pequeños en comparación con el flujo normal de aguas residuales o si reciben un tratamiento previo adecuado. Las aguas residuales industriales a menudo contienen minerales suspendidos, coloidales y disueltos, así como sólidos orgánicos. También pueden ser demasiado ácidos o demasiado básicos, con muy poca o demasiada concentración de pigmento. Estos desechos pueden contener materiales inertes, orgánicos o tóxicos y posiblemente bacterias patógenas. Los desechos inertes son los que no sufren cambios en los procesos químicos o biológicos. Ejemplos de tales desechos son los de las canteras, lavado de arenas y gravas, purga de calderas, así como ciertos de lodo producidos en las plantas de precipitación. La mayoría de los desechos orgánicos proceden de tratamientos biológicos, como son los líquidos de las industrias lecheras, enlatadoras, empacadoras, textiles y papeleras.

Los desechos tóxicos son los que originan gases o vapores venenosos, o aquellos que contienen productos químicos o metales capaces de aniquilar el proceso biológico empleado en el tratamiento de las aguas negras. Esta clase de desechos también perturba la actividad biológica de las corrientes receptoras y su acción persiste a grandes distancias. Tales desechos son tolerables cuando las concentraciones son tan bajas que no sufren riesgos para el personal de las plantas de tratamientos ni interferencia con su funcionamiento normal, así como tampoco con la actividad biológica de las corrientes. Los desechos que contengan tales constituyentes deben ser estudiados cuidadosamente con respecto a las restricciones mencionadas, antes de expedir el permiso para descargarlos en los sistemas de alcantarillado.

Para VERGARA, A medida que los desechos de la vida humana se recogen y se llevan con el agua, surge el problema de la eliminación de aguas residuales. Anteriormente, sin utilizar el agua como vehículo, la cantidad de residuos era muy pequeña y su retirada se limitaba a los residuos domésticos o personales. El primer método implica dejar desechos y desechos corporales en la superficie de la tierra, donde las bacterias (principalmente del tipo anaeróbico) los descomponen gradualmente. Esto da como resultado un olor desagradable. La experiencia posterior muestra que este olor puede eliminarse si los desechos se entierran a tiempo. La siguiente fase involucró el desarrollo de letrinas enterradas o letrinas de pozo, un método de eliminación de desechos que todavía se usa ampliamente en la actualidad.

Con el desarrollo del suministro de agua de la ciudad y el desarrollo del transporte de desechos domésticos con agua, es necesario no solo tratar los desechos en sí, sino también el método de tratamiento del agua. Para ello se utilizaron tres posibles métodos: riego, remoción del subsuelo y aclareo. A medida que la población urbana creció, la cantidad de aguas residuales y desechos orgánicos aumentó proporcionalmente, todos los métodos de tratamiento resultaron ser insatisfactorios y se tuvieron que tomar las medidas necesarias para prevenirlos, y comenzó el desarrollo de métodos de tratamiento. antes de la disposición final de las aguas residuales. Los objetivos a considerar en el tratamiento de aguas residuales

incluyen: proteger las fuentes de agua potable, prevenir enfermedades, prevenir molestias y mantener el agua limpia para nadar y otros fines. Recreación, mantenimiento de agua limpia para la cría y supervivencia de peces, protección de aguas industriales y agrícolas, y prevención de vías navegables.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales están diseñadas para eliminar suficientes sólidos orgánicos e inorgánicos de las aguas residuales para que puedan eliminarse sin violar los objetivos establecidos. Los diversos procesos de tratamiento de aguas residuales siguen pautas estrictas para la autodepuración de arroyos contaminados. Los dispositivos terapéuticos no solo localizan y limitan estos procesos en un área apropiada, limitada y controlada, sino que también brindan condiciones favorables para la aceleración de reacciones físicas y bioquímicas. El grado en que se requiere un tratamiento particular varía de un lugar a otro. Existen tres determinantes principales: la identidad y cantidad de sólidos transportados por las aguas residuales, los objetivos del tratamiento, la capacidad o capacidad del suelo (para tratamiento subsuperficial o riego) o del agua receptora (para disposición por dilución), hasta verificar que las aguas residuales se encuentren en estado de autodepuración o en la dilución de sólidos requerida, sin exceder los objetivos recomendados.

Si las aguas residuales se descargan en aguas costeras, se recomienda eliminar los sólidos flotantes a través de filtros. Sin embargo, puede ser necesario eliminar la mayoría de los sólidos que se encuentran en suspensión, degradar la materia orgánica disuelta y destruir los microorganismos patógenos antes de que puedan descargarse en los ríos como fuente de suministro público río abajo. El tratamiento adecuado previo a la remoción es fundamental para lograr ciertos objetivos, pero el sobretratamiento es un lujo innecesario. Después de la descarga de las plantas de tratamiento de aguas negras y grises, los lodos todavía contienen sólidos y humedad que se separan de las aguas residuales y también deben eliminarse adecuadamente sin causar molestias. El progreso de la auto purificación de la corriente se puede medir mediante pruebas de laboratorio adecuadas, incluidas pruebas físicas, químicas y biológicas. Utilizando pruebas similares, también es

posible medir y controlar el progreso o desarrollo de los procesos en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Según GRIFFIN, El tratamiento de aguas residuales se utiliza en los desechos domésticos e industriales generados por las actividades humanas. El agua residual, también conocida como negra o de heces, es agua contaminada utilizada por los humanos. Suspende una mezcla de heces y orina, agua de lavado humano con detergentes, productos de lavado y limpieza, residuos de cocina y domésticos, etc. Los residuos generados por la industria también llevan este nombre. En la purificación se llevan a cabo varios procesos en línea. El primero, se denomina pretratamiento, el cual divide los sólidos grandes a través de tamices, refrescadores o separadores de grasas. Posteriormente, los sólidos orgánicos e inorgánicos a decantar se separan por decantación física en el denominado tratamiento primario.

Las áreas residenciales, institucionales y comerciales e industriales también generan aguas residuales. Se pueden tratar donde se producen (como fosas sépticas u otras instalaciones de tratamiento), o se pueden recolectar y enviar a través de una red de tuberías y posiblemente bombas a una planta de tratamiento municipal. La recolección y el tratamiento de las aguas residuales domésticas vertidas a menudo están sujetas a normas y estándares locales y nacionales (regulaciones y controles). Algunos contaminantes industriales en las aguas residuales a menudo requieren procesos de tratamiento especializados.

Generalmente, el tratamiento de aguas residuales comienza con la separación física inicial de los sólidos grandes (residuos) de las corrientes de agua doméstica o industrial mediante un sistema de cribado, aunque dichos materiales también pueden triturarse con equipos especializados; eliminación posterior de arena (eliminación de sólidos finos y muy densos como la arena) seguida de sedimentación primaria (o tratamiento similar) para eliminar los sólidos en suspensión de las aguas residuales. Las reacciones de precipitación se utilizan para eliminar metales disueltos, principalmente plomo y fósforo. La biomasa disuelta luego se convierte gradualmente en biomasa sólida mediante bacterias adecuadas que se encuentran comúnmente en estas aguas. Una vez separada o

eliminada la biomasa (proceso denominado sedimentación secundaria), el agua depurada puede someterse a otros procesos (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. Las aguas residuales finales se pueden descargar o reinyectar en cuerpos de agua naturales (arroyos, ríos o arroyos) u otros ambientes (suelo, subterráneo, etc.). Los biosólidos separados se tratan y neutralizan antes de su correcta descarga o reutilización.

Según Vergara, Las aguas residuales deben tratarse adecuadamente antes de su disposición o uso para: proteger a los receptores de la contaminación fecal, ya que el agua se puede utilizar como fuente de agua para la comunidad y para el riego, proteger las instalaciones receptoras del agotamiento del oxígeno y el daño ecológico, y producir aguas residuales microbiológicamente seguras. reutilización en la agricultura. El riego con aguas residuales se puede limpiar y reutilizar y, sin duda, es una forma eficaz de tratar las aguas residuales. Sin embargo, necesitan ser tratados hasta cierto punto antes de que puedan usarse para regar cultivos y, en nuestro caso, parques. La calidad de las aguas residuales utilizadas tendrá un gran impacto en la operación y desempeño del sistema planta-suelo-aguas residuales.

Este tratamiento implica una combinación de procesos biológicos, físicos, químicos y operativos para eliminar sólidos, compuestos orgánicos y, a veces, nutrientes de las aguas residuales. Término general utilizado para describir diferentes niveles de tratamiento destinados a aumentar el nivel de tratamiento, incluido el tratamiento primario, primario, secundario y avanzado y/o terciario. En algunos países, la desinfección se utiliza como tratamiento final para eliminar patógenos.

Tratamiento preliminar: El propósito del tratamiento preliminar es eliminar los desechos voluminosos que normalmente se encuentran en las aguas residuales sin tratar, como rocas, ramas, raíces, plásticos y trapos. La eliminación de estas sustancias es necesaria para mejorar el funcionamiento, el mantenimiento y el procesamiento posterior del dispositivo. Las salas de cribado se utilizan generalmente para almacenar todo tipo de material grueso no deseado para su posterior procesamiento.

Tratamiento Primario: El objetivo es separar los sólidos orgánicos e inorgánicos y retener las sustancias líquidas por precipitación. En muchos países industrializados, el tratamiento primario es el nivel más bajo de tratamiento de aguas residuales de riego. En este momento se puede utilizar un tanque de sedimentación o tanque de clarificación, que puede ser circular o rectangular, con una profundidad general de 3-5m y un tiempo de retención hidráulica de 2-3 horas.

Tratamiento secundario: El propósito de este tratamiento es tratar más las aguas residuales del tratamiento primario para eliminar los sólidos en suspensión y la materia orgánica. Muchas veces en los casos, el tratamiento secundario sigue al tratamiento primario e implica el uso de procesos con tratamiento biológico aeróbico para eliminar la materia orgánica. El tratamiento biológico aerobio es realizado por microorganismos aerobios (principalmente bacterias) en presencia de oxígeno.

Tratamiento de los lodos: Los lodos de aguas negras consisten en sólidos removidos de las plantas de tratamiento primario y secundario y agua separada de ellas. Aunque en algunos casos es deseable liberarlos crudos, a menudo deben tratarse de alguna manera para prepararlos o prepararlos para su eliminación sin crear una mala situación. Este tratamiento tiene dos objetivos, el primero es eliminar parcial o totalmente el agua del lodo para reducir significativamente su volumen; segundo, para descomponer cualquier materia orgánica degradable en minerales sólidos relativamente estables o sólidos orgánicos. Esto se logra mediante una combinación de dos o más de los siguientes métodos: espesamiento, craqueo, calentado o sin calentar, secado en lecho de arena, recubierto o sin recubrir, acondicionamiento químico, elución, filtración al vacío, secado por calor, incineración, oxidación húmeda, química y aire. flotación, centrifugación.

Generalmente se considera un tratamiento intermedio porque los resultados obtenidos con él son mejores que el tratamiento primario habitual, pero no tan buenos como el tratamiento secundario. Es uno de los métodos más antiguos de tratamiento de aguas residuales y, aunque fue abandonado, se volvió a utilizar en las décadas de 1930 y 1940. Sin embargo, su uso está limitado a casos muy concretos debido al avance de los métodos de tratamiento secundario, la

monitorización necesaria, el coste de los reactivos y la excesiva cantidad de lodos a tratar. Todavía es adecuado para el tratamiento de desechos industriales que no son sensibles a la acción biológica, y las condiciones intermitentes de recepción de agua requieren un mayor grado de tratamiento que el tratamiento primario convencional, pero no justifican el tratamiento secundario.

Este tratamiento consiste en agregar uno o más reactivos al agua residual para producir floculo, un compuesto insoluble que absorbe la materia coloidal, rodea los sólidos en suspensión que no se asientan y hace que se asienten rápidamente. Los productos químicos precipitados también se disocian o ionizan en el agua negra y neutralizan la carga de las partículas coloidales, lo que hace que se aglomeren y formen grumos que se asientan fácilmente. Los reactivos más utilizados son el sulfato de aluminio o alumbre, el sulfato ferroso con cal, el sulfato ferroso y el cloruro férrico con o sin cal.

Las plantas de tratamiento químico suelen tener las siguientes funciones: Pre-equipamiento como cribas, desarenadores, dosificadores, mezcladores, tanques de floculación, tanques de sedimentación y otros recursos de tratamiento y eliminación de lodos. Alimentadores de reactivos, que son diversos dispositivos para el suministro de reactivos en cantidades controladas, tanto secos como en solución.

Equipo de mezcla, cuando se agregan reactivos al agua negra, se debe mezclar completa y rápidamente para que la reacción sea completamente homogénea. Esto se puede lograr agitando energicamente durante un tiempo breve utilizando métodos hidráulicos o mecánicos. La mezcla se lleva a cabo en tanques especiales, partes de otros tanques o sistemas de tuberías. Las unidades de mezcla están hechas por diferentes fabricantes.

El floculante se agita suavemente durante 15 a 30 minutos después de mezclar el reactivo con el agua residual para provocar la coagulación de las partículas. Si se desea reducir la DBO, el tiempo de mezcla debe aumentarse a 45 minutos. La materia en suspensión se acumula y se adhiere a grandes flóculos que se asientan rápidamente en el tanque de sedimentación. Hay varios tipos diferentes de

dispositivos que pueden hacer esto. Lodos, la cantidad de lodos producidos en el tratamiento químico es mayor que la del tratamiento primario convencional, y es necesario aumentar los recursos de manejo y pagar los costos de tratamiento y eliminación. Eficiencia, el tratamiento químico reduce los sólidos en suspensión hasta en un 90 % y la DBO hasta en un 70 %. Ideal para operación intermitente, es muy valioso en el tratamiento de aguas residuales para reducir la contaminación de los arroyos cuando los flujos son bajos, o para reducir la contaminación de las playas y aguas recreativas durante los meses de mucho trabajo; también es adecuado para el tratamiento de aguas residuales que contienen altas concentraciones de residuos industriales, que pueden inhibir la actividad biológica e interferir con el tratamiento secundario. Sus costos de operación son altos debido al aumento de mano de obra, mayor producción de químicos y la cantidad de lodos a ser tratados y eliminados.

Según ETERNIT (2010), Un biodigestor es un tanque de polietileno sellado en el que las sustancias orgánicas del estiércol y otros desechos orgánicos de diversas industrias son fermentadas por bacterias y microorganismos anaerobios y convertidas en biogás o biofertilizante.

Las ventajas de los biodigestores son la facilidad de reducción del volumen de desechos, facilidad de almacenamiento y manejo, ausencia de patógenos (virus, bacterias, hongos, huevos de parásitos, etc.). sin olor.

Para VERGARA, define tres tipos de características:

La característica física más importante de las aguas negras y grises, es el contenido de sólidos totales, término que incluye materia suspendida, sedimentable, coloidal y disuelta. Otras propiedades físicas importantes son el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbidez. Analíticamente el contenido de sólidos totales se define como el material obtenido como residuo después del proceso de evaporación del agua entre 103 y 105 °C. Las sustancias que se pierden durante la evaporación debido a la alta presión de vapor no se definen como sólidos.

Olor, Los olores generalmente son causados por gases liberados durante la descomposición de la materia orgánica. Las aguas residuales frescas tienen un olor extraño, ligeramente desagradable, que es más tolerable que las aguas residuales sépticas.

Color Algunos efluentes industriales pueden decolorar los efluentes domésticos. En la mayoría de los casos, el color gris, gris oscuro o negro de las aguas residuales es el resultado de los sulfuros liberados en condiciones anaeróbicas que reaccionan con los metales en las aguas residuales para formar sulfuros metálicos.

La turbidez es otro parámetro que mide las propiedades de transmisión de luz del agua y se utiliza para indicar la calidad de los residuos coloidales y suspendidos de aguas residuales o aguas naturales.

Las características químicas de las aguas residuales se dividen en las siguientes cuatro partes:

Sustancias orgánicas Aproximadamente el 75 % de los sólidos en suspensión y el 40 % de los sólidos filtrables en las aguas residuales de concentración media son sustancias orgánicas. Estos son sólidos de los reinos animal y vegetal, así como de actividades humanas que involucran la síntesis de compuestos orgánicos. Los compuestos orgánicos generalmente se forman a partir de una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno y, en algunos casos, nitrógeno. También pueden estar presentes otros elementos como azufre, fósforo o hierro. Los principales grupos de sustancias orgánicas que se encuentran en las aguas residuales son proteínas (40-60%), carbohidratos (25-50%) y grasas y aceites (10%).

Grasas y aceites, Las grasas y aceites animales son el tercer ingrediente alimentario más importante. El término amplio lubricante incluye grasas animales, aceites, ceras y otros componentes que se encuentran en las aguas residuales. Las grasas y aceites animales acaban en las aguas residuales en forma de mantequilla, manteca de cerdo, margarina y grasas vegetales. Las grasas suelen provenir de la carne, los frutos secos, las semillas, los frutos secos y ciertas frutas.

Ph, La concentración de iones de hidrógeno es un parámetro de calidad muy importante tanto para el agua natural como para la residual. Las aguas residuales con una concentración de iones de hidrógeno insuficiente son difíciles de tratar en los procesos biológicos, y las aguas residuales cambiarán la concentración de iones de hidrógeno del agua natural si no se cambia antes de drenar el cuerpo de agua.

Características orgánicas de las aguas residuales se aborda en los siguientes apartados:

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es el parámetro de contaminación orgánica más utilizado, la DBO de 5 días (DBO5) para aguas residuales y aguas superficiales. Su determinación está relacionada con la determinación del oxígeno disuelto consumido por los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de sustancias orgánicas.

Demanda química de oxígeno (DQO), la prueba de DQO se utiliza para medir el contenido orgánico de las aguas naturales y residuales. La prueba debe llevarse a cabo a alta temperatura. Para facilitar la oxidación de ciertos tipos de compuestos orgánicos, es necesario utilizar un catalizador (sulfato de plata).

Carbono orgánico total (COT) Otro método para medir la materia orgánica en el agua es el método TOC, que es particularmente aplicable a bajas concentraciones de materia orgánica. La aireación y acidificación de las muestras antes del análisis elimina los errores que pueden ocurrir debido a la presencia de carbono inorgánico. Si se sabe que la muestra contiene compuestos orgánicos volátiles, se suprime la aireación para evitar su separación.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

En la presente investigación se empleó el método experimental.

Diseño de la Investigación

La investigación se considera como experimental, Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, efectos o intervenciones para observar sus efectos sobre otras variables en una situación controlada. Por lo tanto, se utiliza un diseño experimental para facilitar la evaluación y realización del estudio.

La investigación se considera de experimento puro, del tipo factorial. Como lo indica Hernández, Fernández y Baptista (2010), los diseños factoriales manipulan dos o más variables independientes e incluyen dos o más niveles o modalidades de presencia en cada una de las variables independientes. Se va a analizar los niveles de concentración de hipoclorito de calcio y bacterias degradadoras, que serán utilizados para el tratamiento del agua residual saliente de Biodigestores para bajar los estándares de concentración de PH, materia orgánica, Grasas y aceites, solidos totales, color, olor, turbidez, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), carbono orgánico total (COT).

$$\begin{array}{cccc} G_1 & O_1 & X_1 & O_2 \\ G_2 & O_3 & X_2 & O_4 \\ G_3 & O_5 & X_3 & O_6 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ G_i & O_i & X_i & O_{i+1} \end{array}$$

Donde:

X_i : Numero de combinaciones de bacterias (04), y numero de combinaciones de hipoclorito de calcio (04).

O_j : Medición de los indicadores antes y después del experimento.

G_i : Los grupos o muestras utilizados

Tipos de Estudio

El estudio está diseñado de tal manera que se alcancen los objetivos generales y específicos del estudio.

La investigación será un tipo de investigación aplicada, ya que su propósito es resolver cuestiones específicas relacionadas con la utilidad práctica. Dichos estudios están interesados en la aplicación social y técnica de sus conclusiones, en este caso aguas residuales en plantas de biotratamiento para ser depuradas e industrializadas utilizando hipoclorito de calcio y bacterias descomponedoras, con el objetivo de que ya sean utilizadas en áreas verdes.

Investigación será Explicativa; Porque intentan responder ¿por qué? ¿Qué se investiga, en qué circunstancias o por qué? Dos o más variables están interrelacionadas, y este estudio demostrará cómo el uso de hipoclorito de calcio y bacterias en descomposición pueden limpiar el agua residual que fluye del tanque de biodegradación en la medida en que la contaminación permitida por ciertas normas legales El nivel de la planta se puede usar para suelo verde irrigación.

La investigación se considera de estudio prospectivo; debido a que se planea encontrar la concentración de hipoclorito de calcio y bacterias degradadoras óptima en su aplicación en el tratamiento de aguas residuales salientes de Biodigestores.

La investigación se considera de estudio longitudinal, debido a que las variables de estudio serán medidas en dos o más ocasiones y por ello se realizarán comparaciones (antes - después) y se tratarían de muestras relacionadas.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente:

Tratamiento de aguas residuales salientes de Biodigestores

Variable Dependiente:

Uso en áreas verdes

3.2.1 Operacionalización

Tabla N° 01 Variable Independiente

VARIABLES	DIMENSIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDIDA
TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL	Las aguas residuales la constituyen desechos líquidos provenientes de una fábrica, empresa o institución que produce cualquier clase de material artículo sometido.	Bacterias degradadoras	.Dosificación de las bacterias, empezando con 40 mg/l, 50mg/l, 60 mg/l y 70 mg/l, con un total de 4 experimentos por 85 Litros de agua residual cada prueba.	DOSIFICACIÓN EN MG/L	INTERVALO
		Hipoclorito de Calcio	. Dosificación de hipoclorito, empezando con 5ppm, 10ppm, 15ppm y 20 ppm con una remoción de tiempo de 1Hora.	DOSIFICACIÓN EN PPM	INTERVALO

AUTOR: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla N° 02 Variable Dependiente

VARIABLES	DIMENSIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDIDA
USO EN ÁREAS VERDES	El riego de zonas verdes utiliza tradicionalmente agua potable en casi todos los casos. Esto es un desperdicio del recurso, ya que para el riego el agua no requiere los tratamientos de potabilizarla.	PARÁMETRO QUÍMICO	<ul style="list-style-type: none"> . Medición de PH mediante el equipo digital " PH - METRO". .Cantidad de carga de materia orgánica en mg/l. .Cantidad de carga de grasas y aceites en mg/l. 	<ul style="list-style-type: none"> . PH .Materia Orgánica (mg/l) .Grasas y Aceites 	INTERVALO
		PARÁMETRO FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> . Cantidad de carga de solidos totales en mg/l. . Variación de color, olor y turbidez. . Temperatura C° 	<ul style="list-style-type: none"> . Solidos Totales (mg/l) .Temperatura (C°) . Turbidez (NTU) 	
		PARÁMETRO QUÍMICO ORGÁNICO	<ul style="list-style-type: none"> . Cantidad de carga de la demanda bioquímica de oxígeno en mg/l. . Cantidad de carga de la demanda química de oxígeno en mg/l. .Cantidad de Coliformes fecales en nmp/100 ml. .Cantidad de Coliformes totales en nmp/100 ml. 	<ul style="list-style-type: none"> . DBO (mg/l) .DQO(mg/l) .Coliformes Fecales (NMP/100 ml) .Coliformes Totales (NMP/100 ml) 	RAZÓN

AUTOR: ELABORACIÓN PROPIA

3.3 Población, Muestra y Muestro

La población considerada está conformada por 1 Biodigestor de un volumen de 1500 litros, con un diámetro de 1.66 y una altura de 1.36m; material de estos es de polietileno (plástico).

La muestra en esta investigación será determinada según la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{Z^2 * P * q * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

n: Tamaño de la muestra.

z: Nivel de confianza (95%).

p: Probabilidad de éxito (50%).

q: Probabilidad de fracaso (50%).

N: Tamaño de población (1500 litros agua residual).

e: Error máximo permitido (5%).

Reemplazando:

$$n = \frac{(0.95)^2 * 0.5 * 0.5 * (1500)}{(0.05)^2(1500 - 1) + (0.95)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 85.18168948$$

$$n = 85$$

La muestra determina que serán 85 litros por como objeto de estudio.

El muestreo se tomará todos los litros de agua residual ya que se tiene la probabilidad de que estos formen parte de la muestra; por lo antes dicho, es el tipo de muestreo riguroso y científico.

Criterios de Selección

Debido a la fórmula estadística utilizada, el tamaño de la muestra es de 85 litros, por lo que para las pruebas experimentales se utilizarán los resultados de agua residual en el biodigestor, con 4 pruebas de 85 litros cada una.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1 Técnica

La técnica que se utilizará para la investigación será el Análisis Documental, en los trabajos y resultados que se obtendrán del experimento.

En la tabla (03) se muestra a cada indicador con su respectiva técnica e instrumento que se usaran en la obtención de los datos. (Ver Anexo 01)

Tabla. N°03

INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
pH	Análisis Documental	Ficha de Registro
T	Análisis Documental	Ficha de Registro
DBO	Análisis Documental	Ficha de Registro
DQO	Análisis Documental	Ficha de Registro
SST	Análisis Documental	Ficha de Registro
ACEITES Y GRASAS	Análisis Documental	Ficha de Registro
TURBIEDAD	Análisis Documental	Ficha de Registro

COLIFORMES FECALES	Análisis Documental	Ficha de Registro
COLIFORMES TOTALES	Análisis Documental	Ficha de Registro

Autor: Elaboración Propia

3.5 Procedimiento

3.5.1 Dosificación Bacteriana

Como principales descomponedores de desechos líquidos, las bacterias reducen los sólidos y la materia orgánica a componentes inofensivos en forma de agua y dióxido de carbono.

Todos los sistemas de tratamiento de aguas residuales, desde tanques sépticos hasta grandes instalaciones industriales y municipales, están diseñados en torno a la función de estas bacterias. Los problemas con el sistema de alcantarillado son causados por:

- Número insuficiente de bacterias.
- Se refiere a residuos orgánicos que no pueden ser digeridos por las bacterias existentes. Las bacterias biodegradables están diseñadas específicamente para restaurar y reemplazar las poblaciones bacterianas y sus funciones en los sistemas de tratamiento de aguas residuales. (Ver anexo 02).

El experimento del proyecto propuesto comenzó con la obtención del agua residual saliente del Biodigestor, con tomas de 85 Litros para cada aplicación.

El tratamiento consiste en agregar una serie de dosificaciones las cuales están comprendidas de la siguiente manera:

Tratamiento de Agua Residual con Bacterias BioForce

Volumen de Agua Residual = 85 L

Dosis bioForce : 40 mg/L

Tabla: 04 DOSIFICACIÓN DE BACTERIAS

		Tiempo (días)										
Días/Parámetro	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ph		7.8	7.8	7.8	7.9	7.95	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	7.9
T	°C	25.8	26.1	26.3	26.6	26.7	26.7	26.7	26.70	26.7	26.7	26.7
DBO5	mg/l	251.32	248.62	245.33	240.35	235.27	226.62	210.62	180.32	147.31	121.31	110.28
DQO	mg/l	690.13	518.13	470.24	385.25	350.33	298.68	269.45	170.85	170.12	165.78	165.78
SST	mg/l	128.47	126.23	110.34	102.33	91.37	83.53	80.21	71.30	71.30	71.30	71.30
Aceites y Grasas	mg/l	20.74	18.97	15.45	11.23	9.03	7.30	8.21	5.26	5.25	5.25	5.25
Turbiedad	NTU	167.4	163.5	161.6	160.2	150.7	149.70	133.6	129.5	125.3	125.3	125.2
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	31000	31000	31000	29000	28500	28000	28000	28000	28000	28000	28000
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1200000	1800000	1900000	2020000	2040000	2070000	2100000	2500000	2680000	2680000	2680000

Fuente: Diseño de Experimentación

La primera dosificación de bacterias degradantes empleada en este primer tratamiento, consiste en utilizar 40 mg/l, la tabla está constituida por los indicadores propuestos en el proyecto, por el tiempo que está justificado en días que demora las bacterias.

El tiempo 0, indicada una prueba de cómo se encuentra el agua recién saliente del Biodigestor.

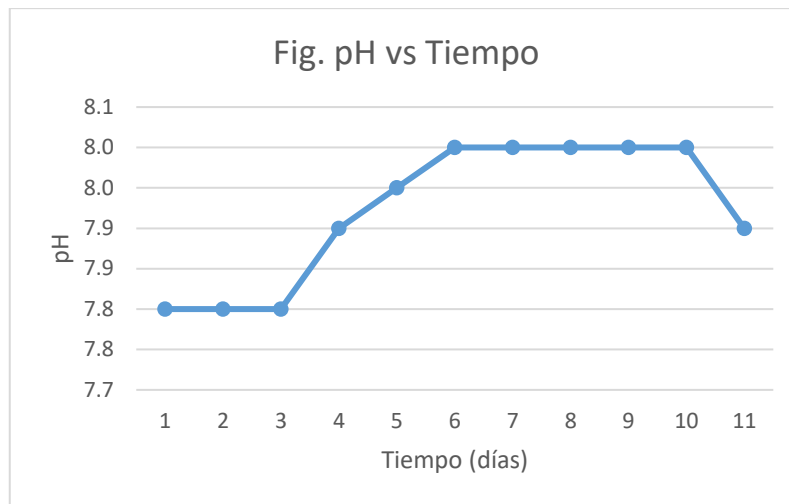


Gráfico 1

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 40 mg/l, el pH en los días 1,2 y 3 se encuentra en el mismo nivel 7.8 pH, en el día 4 con un nivel de 7.9 pH, se ve un incremento hasta llegar al día 6 con 8.0 pH en donde el nivel es el mismo hasta llegar al día 10 y en el día 11 el nivel baja a un 7.9 pH.

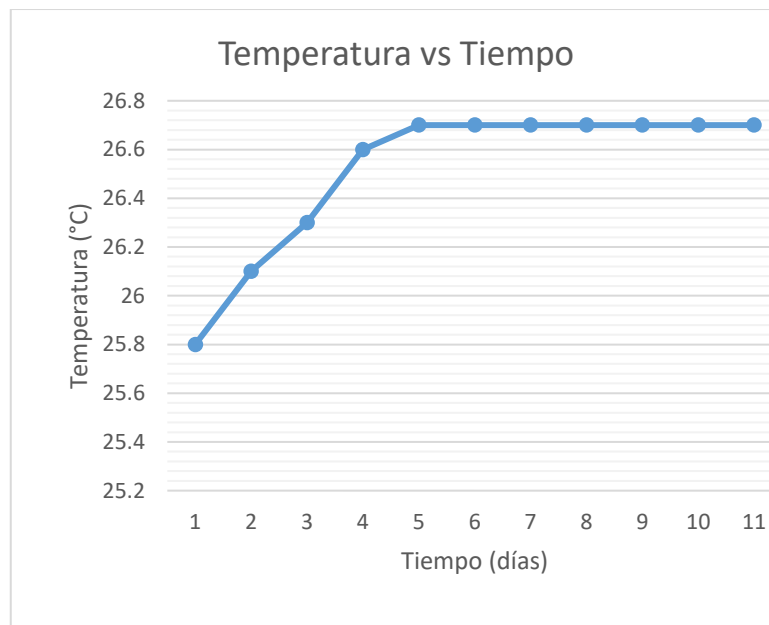


Gráfico 2

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 40 mg/l, la temperatura en el día 1 empieza a incrementar con un nivel de 25.8 hasta llegar al día 5 con un nivel de 26.7 en donde se mantiene constante hasta llegar al día 11.

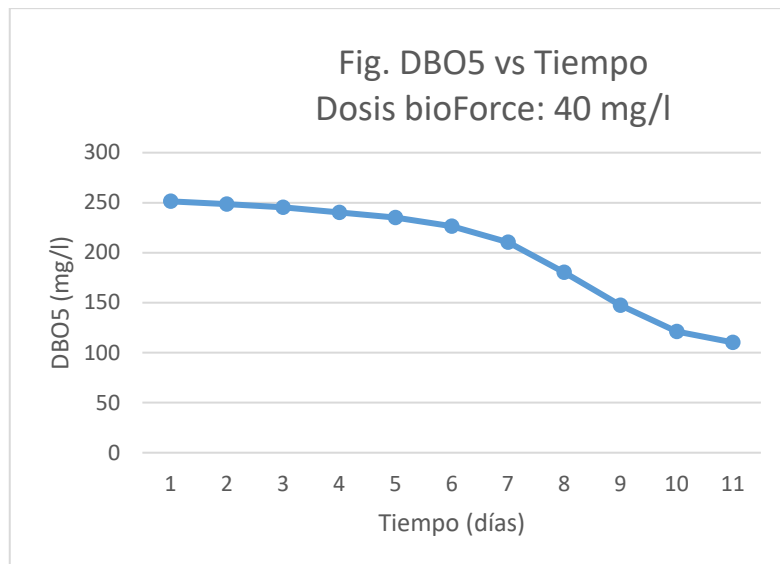


Gráfico 3

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 40 mg/l, la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el día 1 empieza con un nivel de 251.32 mg/l en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 11 con un nivel de 110.28 mg/l.

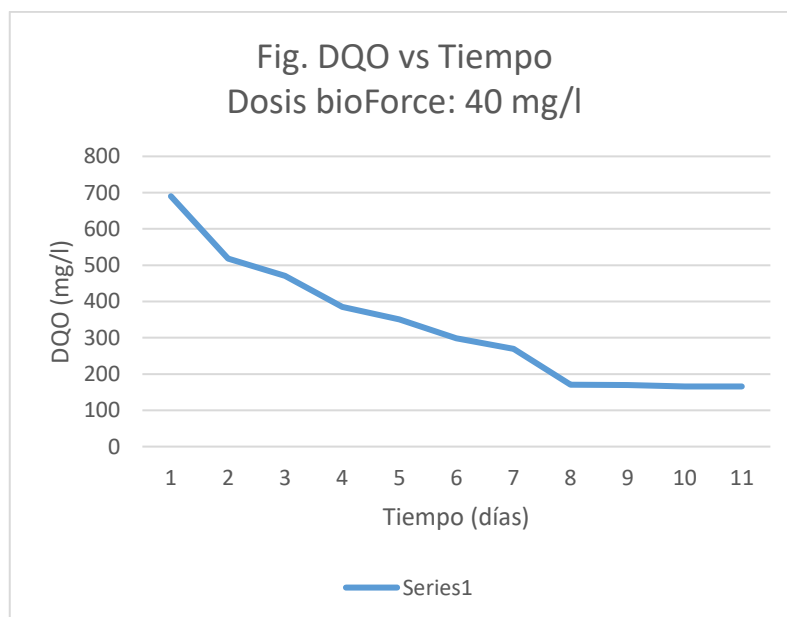


Gráfico 4

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 40 mg/l, la Demanda Química de Oxígeno en el día 1 empieza con un nivel de 690.13 mg/l en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 8 con un nivel de 170.75 mg/l, el día 9 en un nivel 170.12 mg/l, el día 10 y 11 con un nivel de 165.78 mg/l.

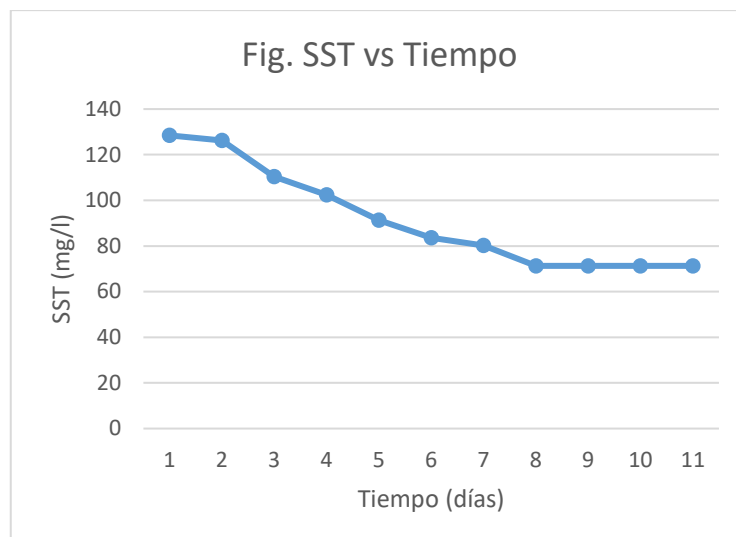


Gráfico 5

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 40 mg/l, los Sólidos Suspendidos Totales el día 1 empieza con un nivel de 128.47 mg/l en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 8 con un nivel de 71.30 mg/l, en donde se mantiene constante hasta llegar al día 11.

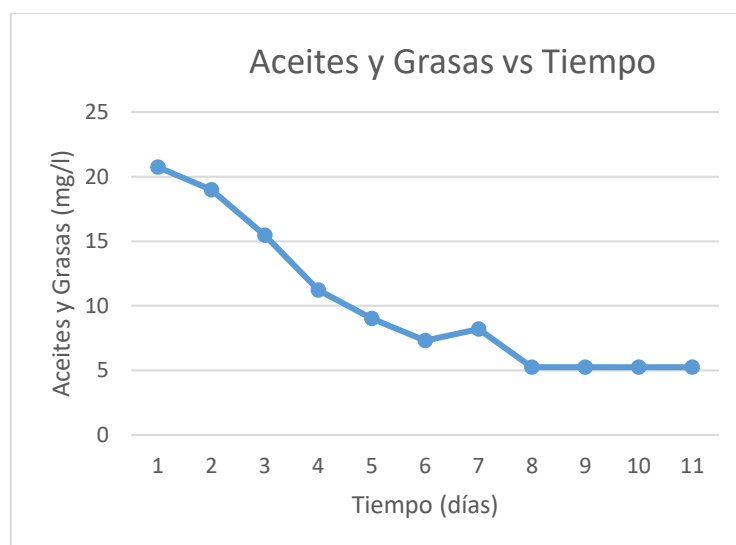


Gráfico 6

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 40 mg/l, los Aceites y Grasas el día 1 empieza con un nivel de 20.74 mg/l en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 6 con un nivel de 7.30 mg/l, en donde en el día 7 incrementa a un nivel de 8.21 mg/l, luego en el día 8 tiene a disminuir a un nivel de 5.26 y en los días 9, 10 y 11 en nivel mantiene constante con 5.25 mg/l

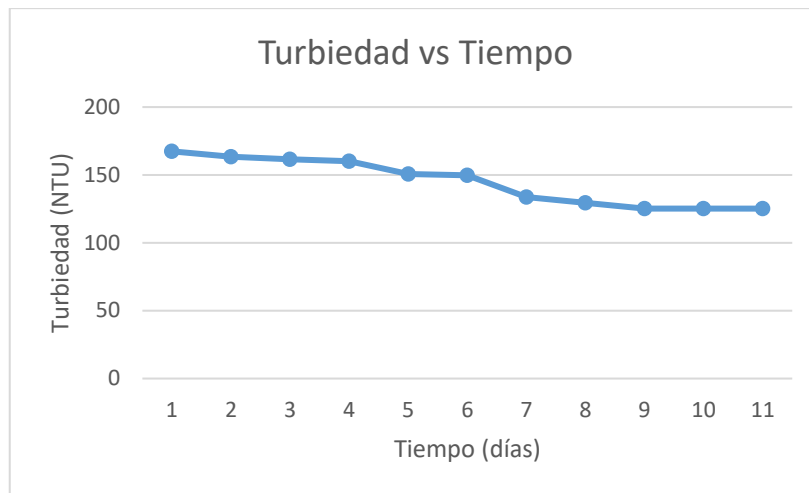


Gráfico 7

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 40 mg/l, la Turbiedad en el día 1 empieza con un nivel de 167.4 NTU en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 9 y 10 con un nivel de 125.3 NTU, el día 11 se encuentra con un nivel de 125.20 NTU.

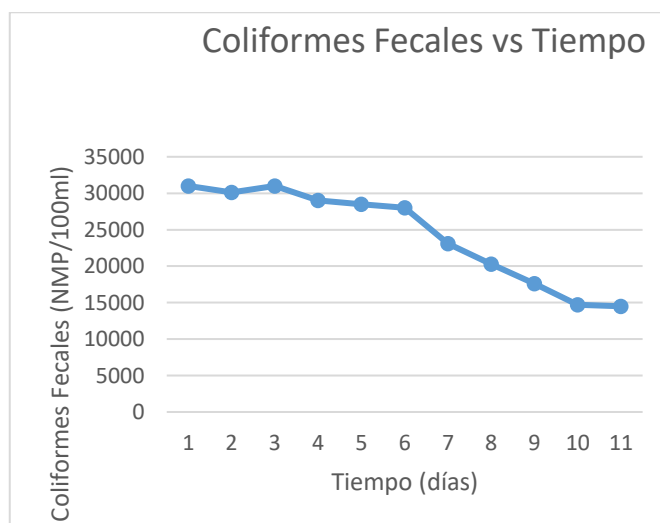


Gráfico 8

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 40 mg/l, los Coliformes Fecales en el día 1 empieza con un nivel de 31000 NMP/100 ml, en donde se mantiene así hasta el día 3, en el 4 día empieza con un nivel de 29000 NMP/100ml, en donde empieza a disminuir hasta el día 5 con un nivel de 28500 NMP/100 ml, en donde el día 6 28000 NMP/100ml hacia adelante se mantiene constante hasta llegar al día 11.

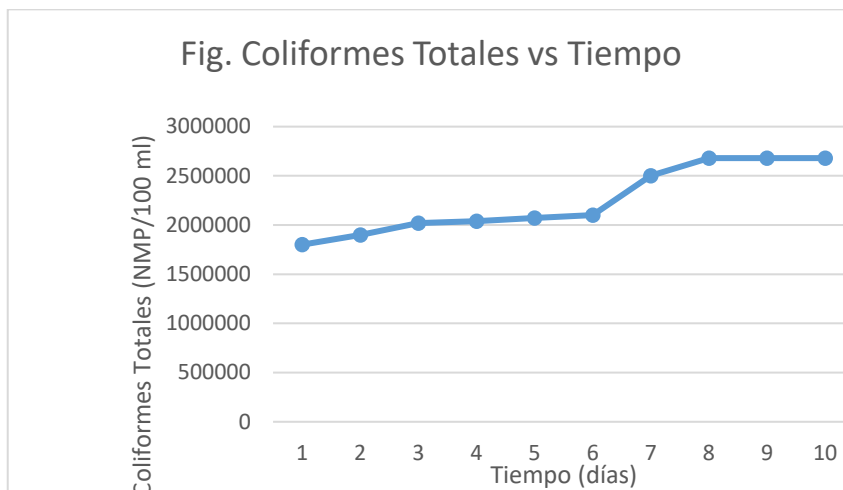


Gráfico 9

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 40 mg/l, los Coliformes Totales en el día 1 empieza con un nivel de 180000 NMP/100 ml, en donde se mantiene el incremento de este hasta llegar así al día 8 con un nivel de 2680000 NMP/100ml se mantiene constante hasta llegar al día 10.

Tratamiento de Agua Residual con Bacterias BioForce

Volumen de Agua Residual = 85 L

Dosis bioForce : 50 mg/L

Tabla: 05 DOSIFICACIÓN DE BACTERIAS

Días/Parámetro	Unidades	Tiempo (días)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH		7.8	7.8	7.8	7.9	7.95	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1	8.1
T	°C	25.8	26.1	26.3	26.6	26.7	26.7	26.7	26.70	26.7	26.7	26.7
DBO5	mg/l	251.32	246.52	235.33	206.35	143.21	110.62	97.36	71.36	60.36	53.83	53.36
DQO	mg/l	690.13	508.13	430.24	355.25	301.33	238.68	219.45	180.85	130.12	129.78	129.6
SST	mg/l	128.47	122.13	106.74	102.33	91.37	73.23	68.21	52.37	41.37	41.33	41.31
Aceites y Grasas	mg/l	20.74	17.97	15.45	10.23	8.03	7.03	6.21	5.26	4.23	4.21	4.21
Turbiedad	NTU	167.4	157.5	141.6	130.2	128.7	119.70	114.6	113.5	112.3	112.3	112.2
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	31000	31000	31000	29000	28500	28000	28000	28000	28000	28000	28000
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1200000	1800000	1900000	2020000	2040000	2070000	2100000	2500000	2680000	2680000	2680000

La primera dosificación de bacterias degradantes empleada en este primer tratamiento, consiste en utilizar 50 mg/l, la tabla está constituida por los indicadores propuestos en el proyecto, por el tiempo que está justificado en días que demora las bacterias.

El tiempo 0, indicada una prueba de cómo se encuentra el agua recién saliente del Biodigestor.

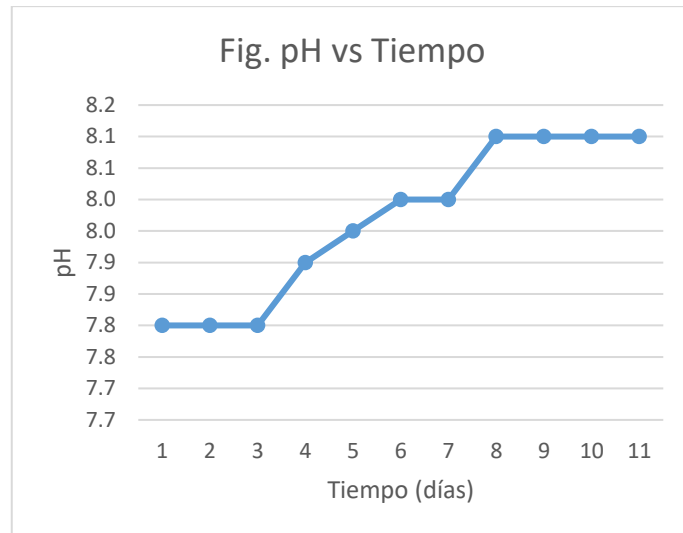


Gráfico 10

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 50 mg/l, el pH en los días 1,2 y 3 se encuentra en el mismo nivel 7.8, en el día 5 tiene un nivel de 7.9, el día 8 hacia adelante se tiene un nivel de 8.1 y se mantiene constante hasta el día 11.

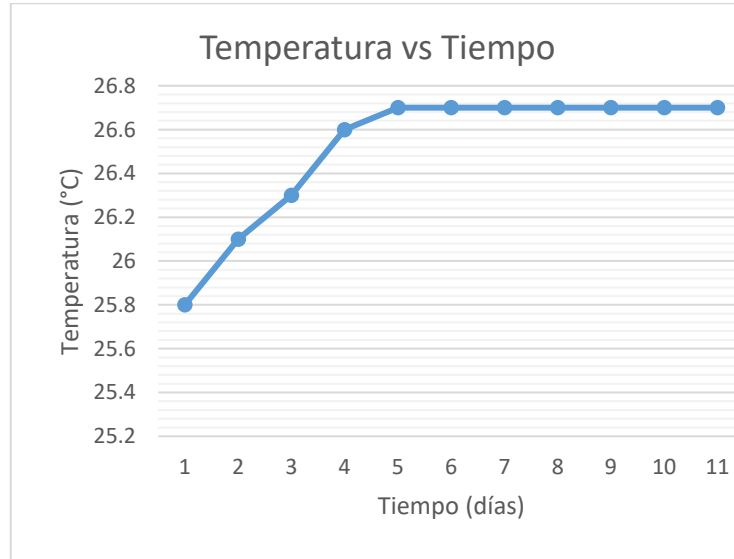


Gráfico 11.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 50 mg/l, la Temperatura en el día 1 se encuentra en un nivel de 25.8 C°, se ve un incremento hasta el día 5 en donde tiene un nivel de 26.7 en donde se mantiene constante hasta el día 11.

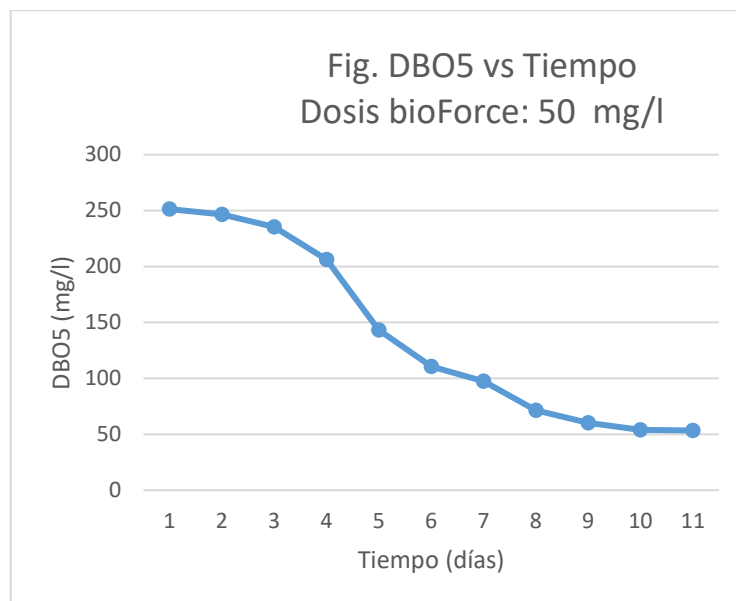


Gráfico 12.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 50 mg/l, la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el día 1 se encuentra en un nivel de 251.32 mg/l en donde se va disminuyendo hasta el día 11 en donde se encuentra con un nivel de 53.36 mg/l.

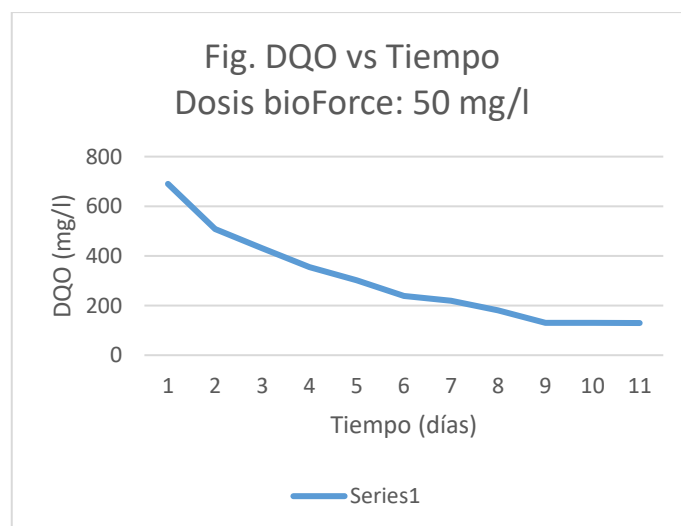


Gráfico 13.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 50 mg/l, la Demanda Química de Oxígeno en el día 1 se encuentra en un nivel de 690.13 mg/l en donde se va disminuyendo hasta el día 10 en donde se encuentra con un nivel de 129.78 mg/l y el día 11 tiene un nivel de 129.60 mg/l.

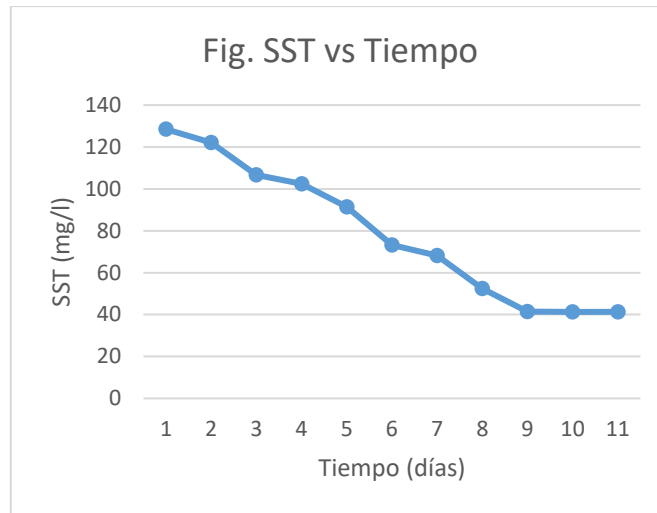


Gráfico 14.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 50 mg/l, los Sólidos Suspendidos Totales el día 1 empieza con un nivel de 128.47 mg/l en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 9 con un nivel de 41.37 mg/l, el día 10 nivel de 41.33 mg/l y el día 11 41.21 mg/l.

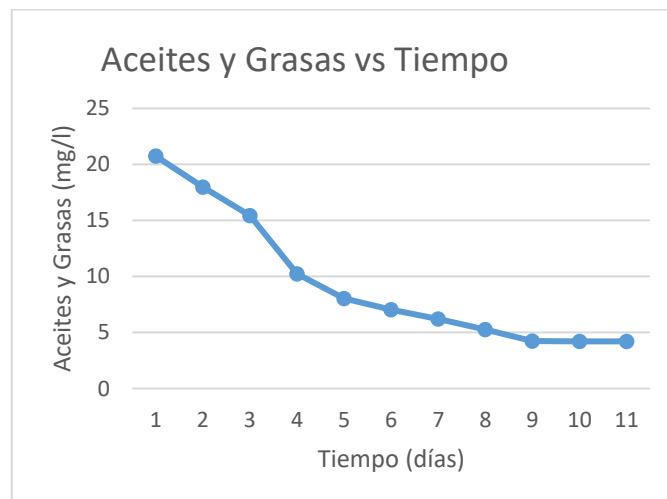


Gráfico 15.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 50 mg/l, los Aceites y Grasas el día 1 empieza con un nivel de 20.74 mg/l en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 8 con un nivel de 5.26 mg/l, en donde en el día 9 mantiene un nivel de 4.23 mg/l en donde el día 10 y 11 tienen un nivel constante de 4.21 mg/l.

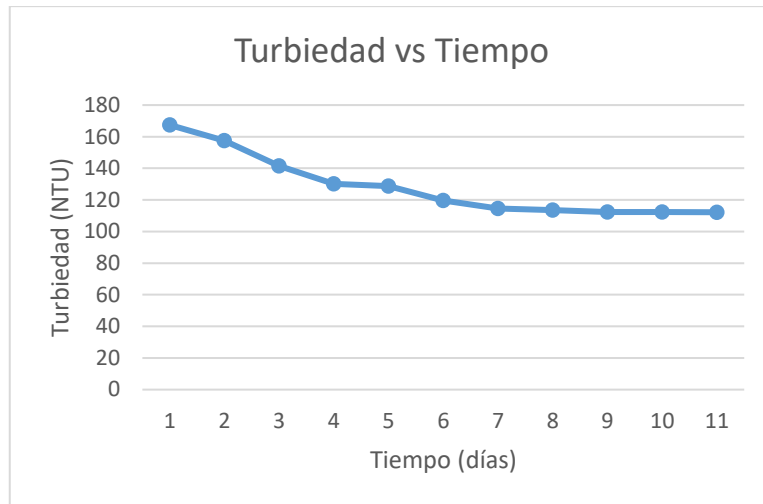


Gráfico 16.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 50 mg/l, la Turbiedad en el día 1 empieza con un nivel de 167.4 NTU en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 9 y 10 con un nivel de 112.3 NTU, el día 11 se encuentra con un nivel de 112.20 NTU.

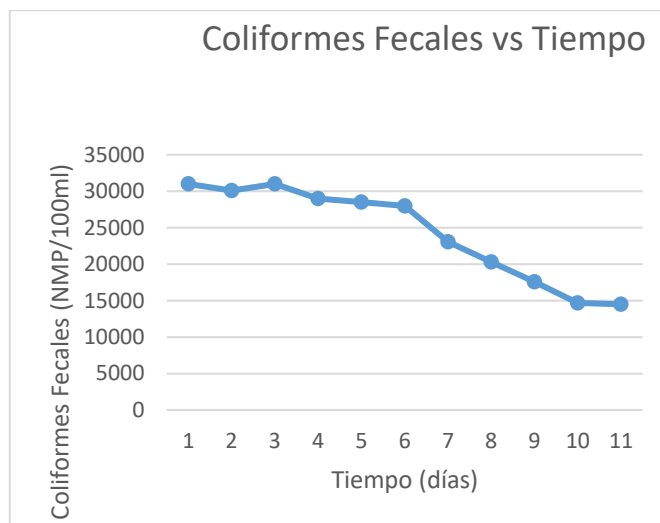


Gráfico 17.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 50 mg/l, los Coliformes Fecales en el día 1 empieza con un nivel de 31000 NMP/100 ml, en donde se mantiene así hasta el día 3, en el 4 día empieza con un nivel de 29000 NMP/100ml, en donde empieza a disminuir hasta el día 5 con un nivel de 28500 NMP/100 ml, en donde el día 6 28000 NMP/100ml hacia adelante se mantiene constante hasta llegar al día 11.

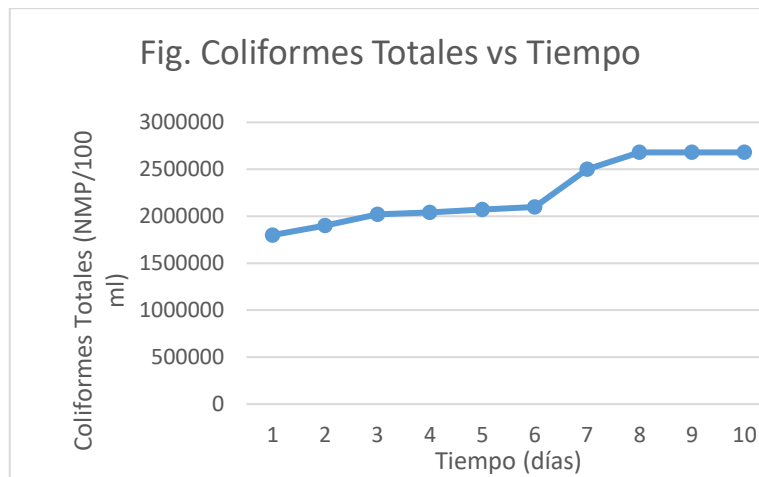


Gráfico 18.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 50 mg/l, los Coliformes Totales en el día 1 empieza con un nivel de 180000 NMP/100 ml, en donde se mantiene el incremento de este hasta llegar así al día 7 con un nivel de 2500000 NMP/100ml, en los días 8, 9 y 10 el nivel de este es constante 2680000 NMP/100ml.

Tratamiento de Agua Residual con Bacterias BioForce

Volumen de Agua Residual = 85 L

Dosis bioForce : 60 mg/L

Tabla: 06 DOSIFICACIÓN DE BACTERIAS

		Tiempo (días)										
Días/Parámetro	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH		7.8	7.8	7.8	7.9	7.95	8.0	8.0	8.1	8.2	8.2	8.2
T	°C	25.4	25.8	26.1	26.6	26.7	26.7	26.7	26.70	26.7	26.7	26.7
DBO5	mg/l	251.32	226.52	115.33	74.35	21.21	5.17	4.88	4.85	4.83	4.82	4.8
DQO	mg/l	687.25	445.37	320.23	252.27	111.33	30.68	30.45	30.37	30.26	30.19	30.2
SST	mg/l	128.47	92.83	76.34	62.37	57.17	33.52	29.21	32.37	29.37	29.33	29.31
Aceites y Grasas	mg/l	20.74	16.87	10.85	6.23	3.03	1.08	1.05	1.03	1.02	1.02	1.03
Turbiedad	NTU	167.4	137.6	121.8	114.2	105.7	102.70	90.7	90.6	90.3	90.2	90.2
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	31000	30100	31000	29000	28500	28000	23070	20300	17600	14700	14500
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1200000	1220000	1260000	1290000	1300000	1690000	2100000	2930000	3571000	3580000	3550000

La primera dosificación de bacterias degradantes empleada en este primer tratamiento, consiste en utilizar 60 mg/l, la tabla está constituida por los indicadores propuestos en el proyecto, por el tiempo que está justificado en días que demora las bacterias.

El tiempo 0, indicada una prueba de cómo se encuentra el agua recién saliente del Biodigestor.

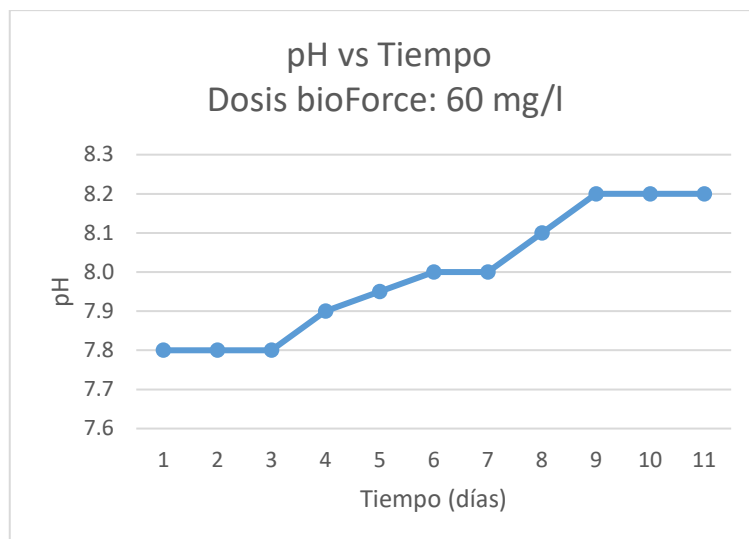


Gráfico 19.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 60 mg/l, el pH en los días 1,2 y 3 se encuentra en el mismo nivel 7.8, en el día 6 y 7 tiene un nivel de 8.0, el día 9 hacia adelante se tiene un nivel de 8.2 y se mantiene constante hasta el día 11.

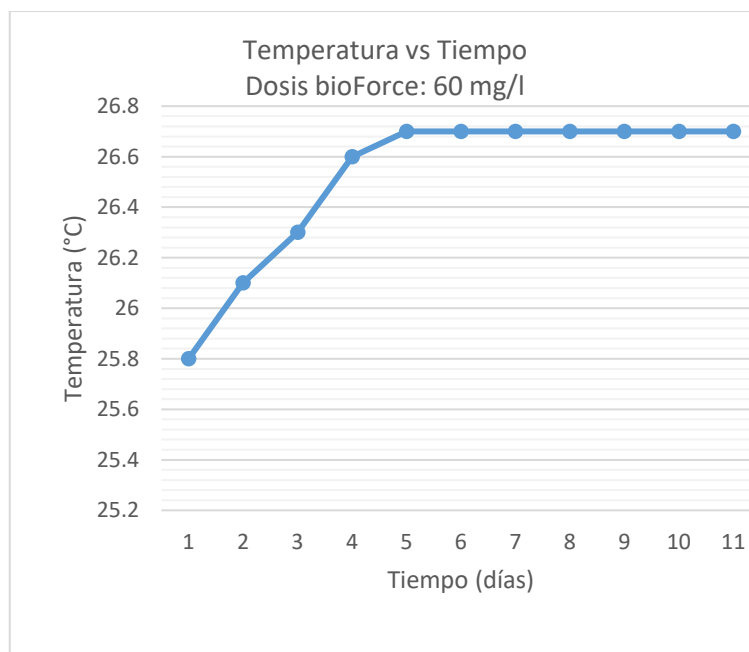


Gráfico 20.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 60 mg/l, la Temperatura en el día 1 se encuentra en un nivel de 25.4C°, se ve un incremento hasta el día 5 en donde tiene un nivel de 26.7 en donde se mantiene constante hasta el día 11.

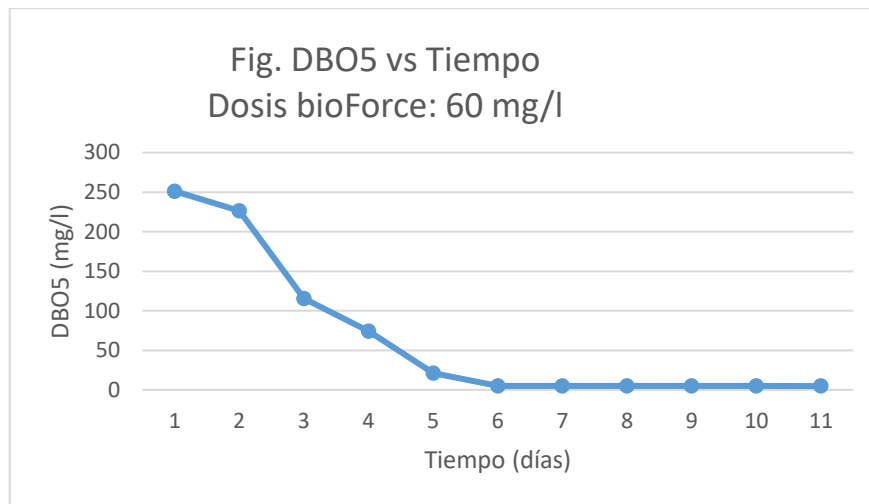


Gráfico 21.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 60 mg/l, la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el día 1 se encuentra en un nivel de 251.32 mg/l en donde se va disminuyendo hasta el día 6 en donde se encuentra con un nivel de 5.17 mg/l, el día 7 con nivel de 4.88 mg/l, día 8 con nivel de 4.85 mg/l, el día 9 con nivel de 4.83, el día 10 con nivel de 4.82 mg/l y el día 11 el nivel es 4.80 mg/l.

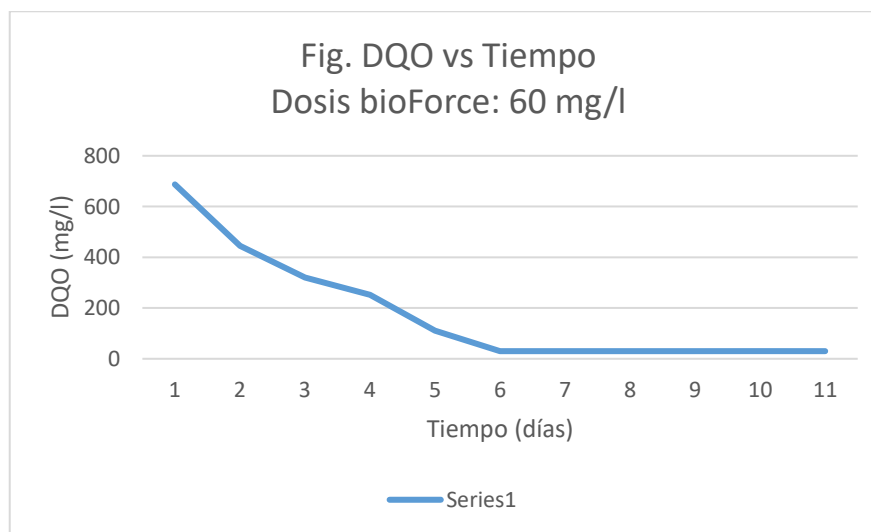


Gráfico 22.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 60 mg/l, la Demanda Química de Oxígeno en el día 1 se encuentra en un nivel de 687.25 mg/l en donde se va disminuyendo hasta el día 6 en donde se encuentra con un nivel de 30.68 mg/l, el día 7 con nivel de 30.45 mg/l, el día 8 con nivel de 30.37 mg/l, el día 9 con nivel de 30.26 mg/l, el día 10 nivel de 30.19 mg/l y el día 11 con nivel de 30.20 mg/l.

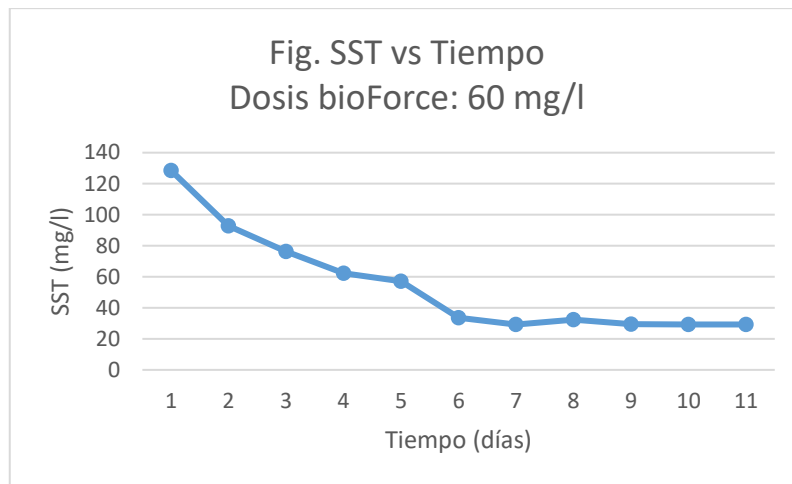


Gráfico 23.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 60 mg/l, los Sólidos Suspendidos Totales el día 1 empieza con un nivel de 128.47 mg/l en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 9 con un nivel de 29.37 mg/l, el día 10 con un nivel de 29.33 mg/l y el día 11 con un nivel de 29.31 mg/l.

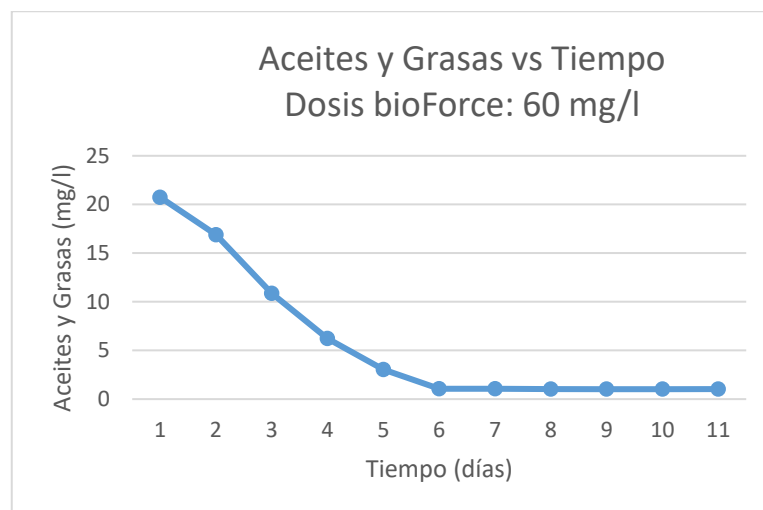


Gráfico 24.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 60 mg/l, los Aceites y Grasas el día 1 empieza con un nivel de 20.74 mg/l en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 6 con un nivel de 1.08 mg/l, el día 7 con nivel de 1.05 mg/l, el día 8 con un nivel de 1.03 mg/l, los días 9 y 10 con nivel de 1.02 mg/l y el día 11 con nivel de 1.03 mg/l.

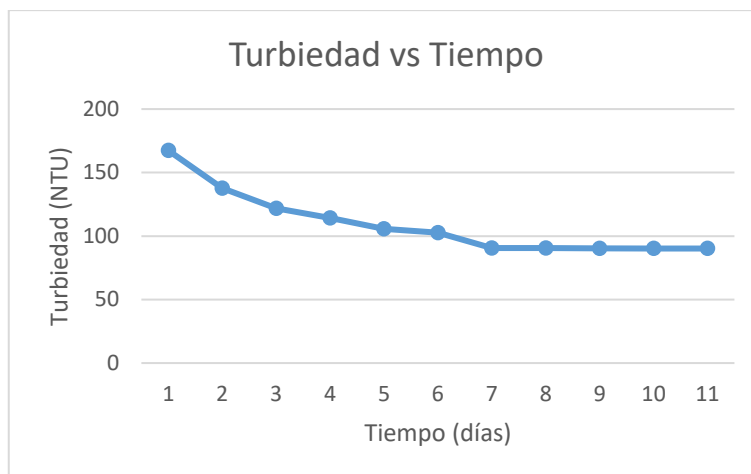


Gráfico 25.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 60 mg/l, la Turbiedad en el día 1 empieza con un nivel de 167.4 NTU, en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 9 con un nivel 90.3 NTU, los días 10 y 11 se encuentran con un nivel de 90.2 NTU.

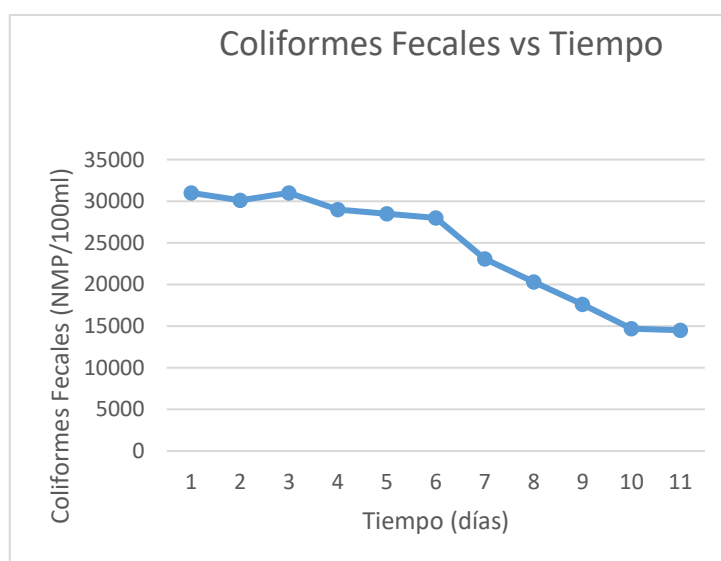


Gráfico 26.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 60 mg/l, los Coliformes Fecales en el día 1 empieza con un nivel de 31000 NMP/100 ml, en donde se mantiene a disminuir así hasta el día 11 con un nivel de 14500 NMP/100ml.

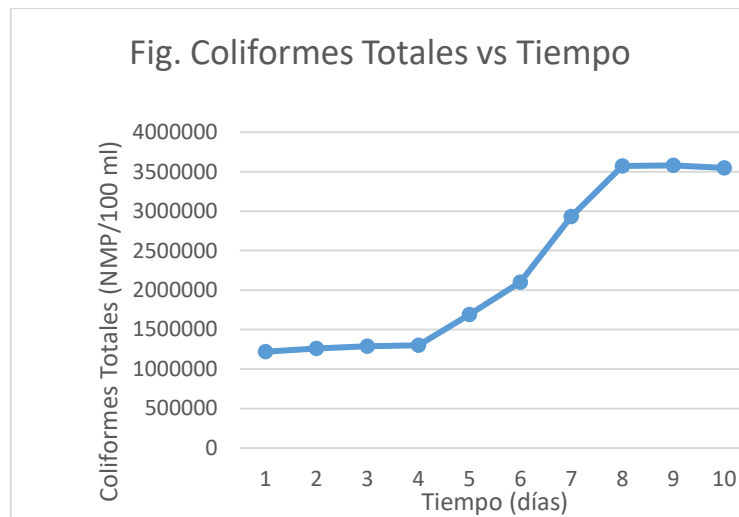


Gráfico 27.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 60 mg/l, los Coliformes Totales en el día 1 empieza con un nivel de 1220000 NMP/100 ml, en donde se mantiene el incremento de este hasta llegar así al día 8 con un nivel de 3571000 NMP/100ml, el día 9 con un nivel de 3580000 NMP/100ml y el día 10 con un nivel de 355000 NMP/100ml.

Tratamiento de Agua Residual con Bacterias BioForce

Volumen de Agua Residual = 85 L

Dosis bioForce : 70 mg/L

Tabla: 07 DOSIFICACIÓN DE BACTERIAS

Días/Parámetro	Unidades	Tiempo (días)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH		7.8	7.8	7.8	7.9	7.95	8.0	8.1	8.2	8.3	8.3	8.3
T	°C	25.4	25.8	26.3	26.5	26.6	26.7	27.0	27.10	27.3	27.3	27.3
DBO5	mg/l	251.32	212.52	115.33	74.35	20.21	5.04	4.68	4.47	4.35	4.24	4.21
DQO	mg/l	687.25	443.35	318.27	232.2	108.33	29.58	28.02	27.19	26.27	26.19	26.2
SST	mg/l	128.47	92.83	76.34	62.37	57.17	33.52	29.21	27.00	29.37	29.33	29.31
Aceites y Grasas	mg/l	20.74	16.59	10.55	6.13	3.03	1.03	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
Turbiedad	NTU	167.4	136.7	110.5	100.2	81.8	74.10	59.8	58.9	58.6	58.3	58.3
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	31000	30100	29000	29000	28700	27000	26070	22000	20200	16100	14300
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1200000	1200000	1260000	1280000	1290000	1660000	2110000	2730000	3591000	3400000	3530000

La primera dosificación de bacterias degradantes empleada en este primer tratamiento, consiste en utilizar 70 mg/l, la tabla está constituida por los indicadores propuestos en el proyecto, por el tiempo que está justificado en días que demora las bacterias.

El tiempo 0, indicada una prueba de cómo se encuentra el agua recién saliente del Biodigestor.

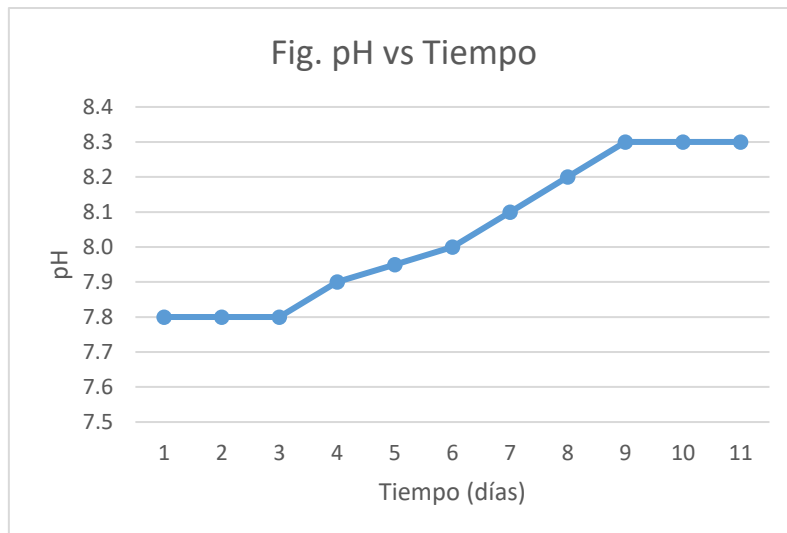


Gráfico 28.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 70 mg/l, el pH en los días 1,2 y 3 se encuentra en el mismo nivel 7.8, en los días 9,10 y 11 el nivel es de 8.3.

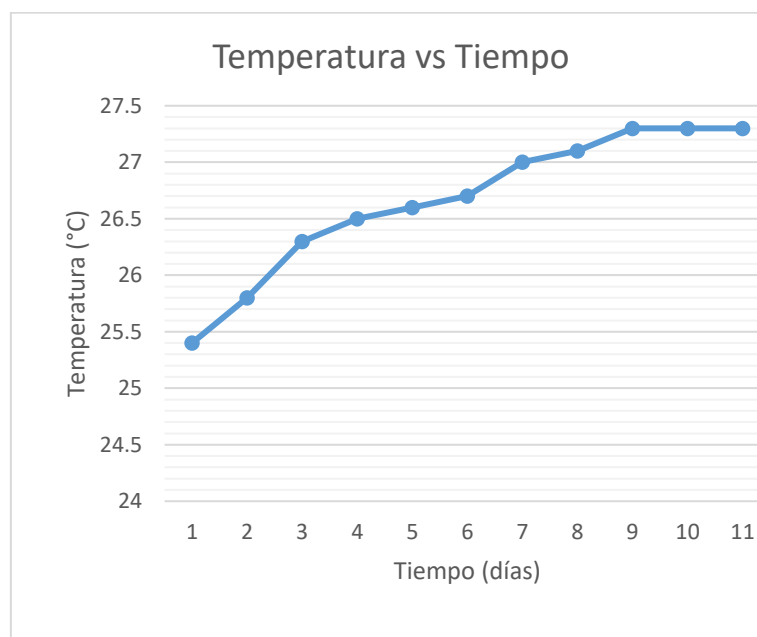


Gráfico 29.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 70 mg/l, la Temperatura en el día 1 se encuentra en un nivel de 25.4C°, se ve un incremento hasta el día9, 10 y 11 con un nivel constante de 27.3C°.

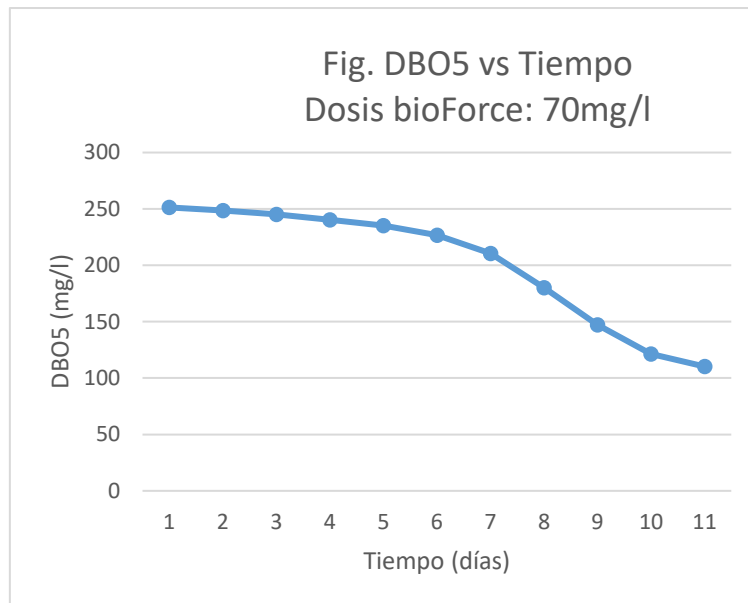


Gráfico 30.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 70 mg/l, la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el día 1 se encuentra en un nivel de 251.32 mg/l en donde se va disminuyendo hasta el día 11 donde se encuentra con un nivel de 4.21 mg/l.

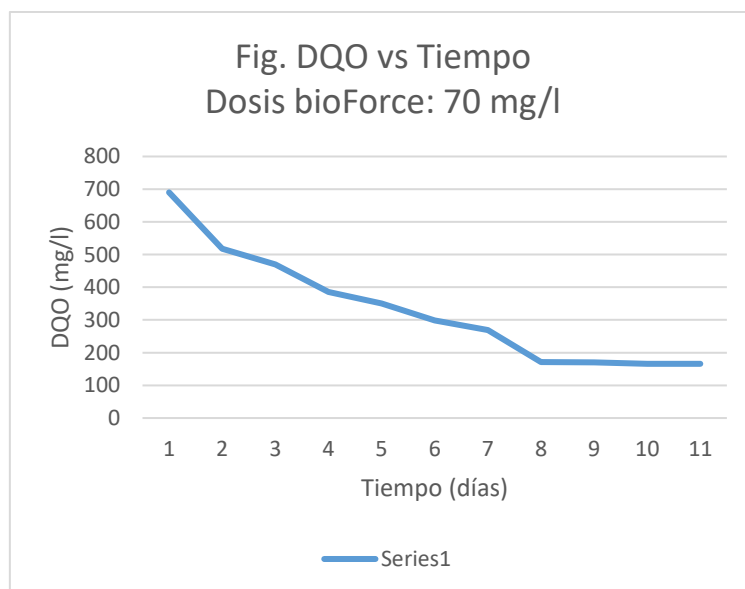


Gráfico 31.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 70 mg/l, la Demanda Química de Oxígeno en el día 1 se encuentra en un nivel de 687.25 mg/l, en el día 9 su nivel es de 26.27 mg/l, en el día 10 su nivel es de 26.19 mg/l y en el día 11 su nivel es de 26.2 mg/l.

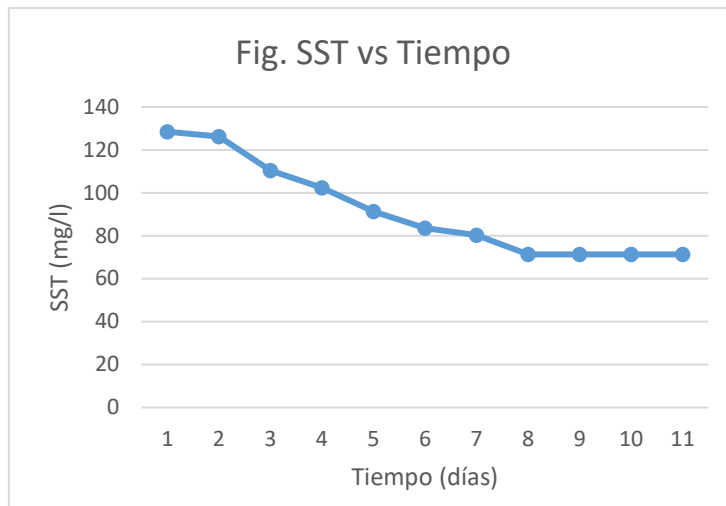


Gráfico 32.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 70 mg/l, los Sólidos Suspendidos Totales el día 1 empieza con un nivel de 128.47 mg/l en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 9 con un nivel de 29.37 mg/l, el día 10 con un nivel de 29.33 mg/l y el día 11 con un nivel de 29.31 mg/l.

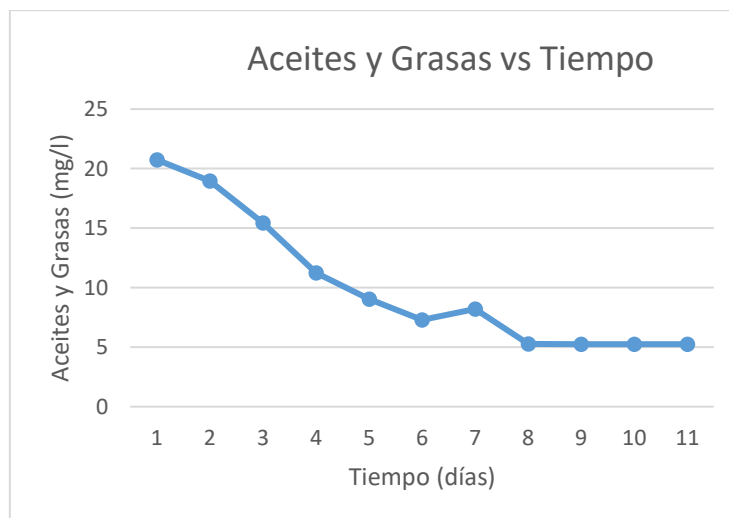


Gráfico 33.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 70 mg/l, los Aceites y Grasas el día 1 empieza con un nivel de 20.74 mg/l en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 8,9,10 y 11 con un nivel de 1.00 mg/l.

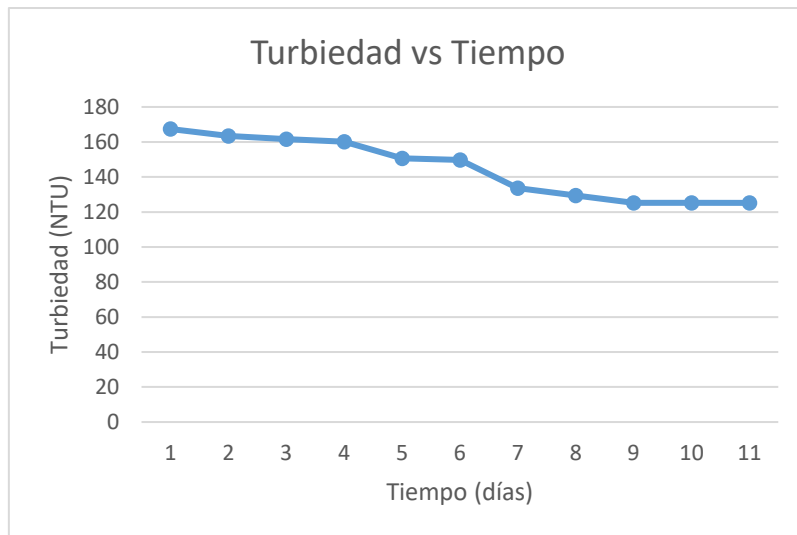


Gráfico 34.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 70 mg/l, la Turbiedad en el día 1 empieza con un nivel de 167.4 NTU, en donde empieza a disminuir hasta llegar al día 9 con un nivel 58.6 NTU, los días 10 y 11 se encuentran con un nivel de 58.3 NTU.

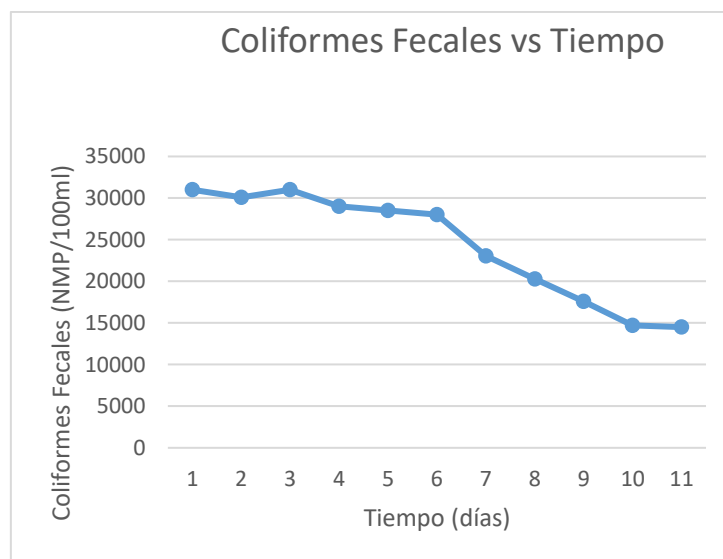


Gráfico 35.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 70 mg/l, los Coliformes Fecales en el día 1 empieza con un nivel de 31000 NMP/100 ml, en donde se mantiene a disminuir así hasta el día 5 con un nivel de 28700 NMP/100ml, el día 6 con un nivel de 27000 NMP/100ml, el día 7 con un nivel de 26070 NMP/100ml, el día 8 con un nivel de 22000 NMP/100ml,

el día 9 con un nivel de 20200 NMP/100ml, el día 10 con un nivel de 16100 NMP/100ml y el día 11 con un nivel de 14300 NMP/100ml.

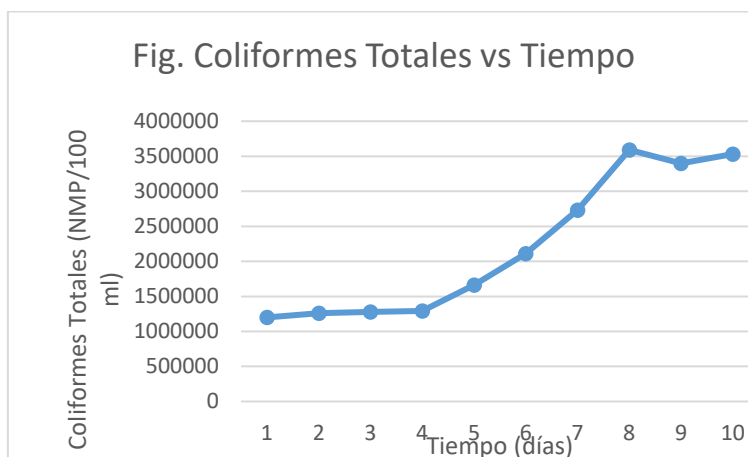


Gráfico 36.

En la gráfica se observa que después de la aplicación de las bacterias degradadoras a 70 mg/l, los Coliformes Totales en el día 1 empieza con un nivel de 1200000 NMP/100 ml, en donde se mantiene el incremento de este hasta llegar así al día 10 con un nivel de 3530000 NMP/100ml.

3.6 Métodos de Análisis de Datos

Para el análisis de datos se utilizarán técnicas de comparación en tablas y gráficos para la medición de los objetivos a alcanzar los cuales serán de análisis cuantitativo, donde se emplearían como:

- Gráficos de indicador vs tiempo: aquí se llegaría al resultado de cómo se emplearía la bacteria y que tiempo le llevaría para eliminar los indicadores propuestos en la investigación.
- Tablas de comparación entre el agua entrante y agua saliente después de la aplicación del tratamiento mediante hipoclorito de calcio.

A continuación, como fundamento teórico para las variables tenemos el siguiente marco conceptual:

Variable Independiente

Tratamiento de aguas residuales salientes de Biodigestores

Tratamiento de aguas residuales "Es un proceso en el cual los sólidos, la materia orgánica en un líquido se separan parcialmente, lo que da como resultado la conversión de los sólidos y/o materia orgánica complejos perecederos restantes en sólidos minerales o sólidos orgánicos relativamente estables". Mr. Guy E. Griffin (1984). Biodigestores "Es un tanque sellado de polietileno en el que la materia orgánica contenida en el estiércol y otros desechos orgánicos de diversas industrias se fermenta con la ayuda de bacterias y microorganismos anaerobios y se convierte en biogás o biofertilizante". Eternit (2010), para la ciudad de Talara.

Variable dependiente

Uso en áreas verdes

El riego de zonas verdes utiliza tradicionalmente agua potable en casi todos los casos. Esto es un desperdicio del recurso, ya que para riego el agua no requiere los tratamientos para potabilizarla. Por el contrario, las aguas residuales provenientes de una planta de tratamiento (aguas residuales sin potabilizar), no se le da algún tipo de uso posterior, por lo que en muchos casos va directo al alcantarillado o a los ríos. Villegas (2010).

3.7. Aspectos éticos

El autor declara respetar al Código de Ética y Ética Profesional de la Universidad en pro de realizar de esta investigación. En el marco de la investigación se observarán las normas y leyes, principalmente la no divulgación de información confidencial de la empresa, mientras se respeten los derechos de la propiedad intelectual de los autores e investigadores y se reconozca su autoría a través de documentos de referencia. Finalmente, el autor manifiesta que el estudio es original y no copia o fotocopia.

IV. RESULTADOS

Después de realizar el tratamiento con la aplicación de las bacterias degradantes, se obtuvo que con el vertimiento de 60 mg/L, los indicadores llegaron a obtener los Límites Máximos Permisibles dado en el D.S N° 002-2008 MINAM (Ver Anexo 03).

Se presenta el Tratamiento de hipoclorito de calcio, al volumen de agua de 85 litros con 60 mg/l de bacterias degradantes:

Tratamiento de Agua Residual con Ca(ClO)₂

Volumen de Agua Residual = 85 L

Dosis Ca(ClO)₂

Tiempo de Retención: 1 hora

Tabla. N°08

Dosis Ca(ClO) ₂ ppm	Coliformes Fecales		Coliformes Totales	
	Inicio	Final	Inicio	Final
	NMP/100 ml	NMP/100 ml	NMP/100 ml	NMP/100 ml
3	31000	1300	1200000	1400
5	31000	1100	1200000	1300
10	31000	50	1200000	600
15	31000	10	1200000	20
20	31000	0	1200000	0

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 08, se determinó que a partir de 10 partes por millón se llega a los parámetros establecidos para el uso de estas aguas en áreas verdes.

Tratamiento de Agua Residual con Bacterias BioForce

Volumen de Agua Residual = 85 L

Dosis bioForce : 60 mg/L

Tabla. N° 09

					D.S N°002-2008-MINAM
Días/Parámetro	Unidades	Agua de Ingreso	Agua de Salida	% Remoción	LMP
Ph		7.8	8.0	2.6	6.5-8.5
T	°C	25.4	26.7	5.1	<35 °C
DBO5	mg/l	251.32	4.88	-98.1	5
DQO	mg/l	687.25	30.45	-95.6	50
SST	mg/l	128.47	29.21	-77.3	*
Aceites y Grasas	mg/l	20.74	1.05	-94.9	Ausencia de película Visible
Turbiedad	NTU	167.4	90.7	-45.8	100
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	31000	50	99.84	200
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1.200.000	600	99.95	1000

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 09, se realiza la comparación del agua tratada con los dos químicos presentados en esta investigación, con el D.S N° 002-2008-MINAM.

Se presenta a continuación el sistema ANOVA,

SSP Statistics (Editor Base de Datos) ANOVA

		F	Sig.
Ph del agua	Inter- grupos	,000	1,000
	Intra- grupos		
	Total		
Temperatura del agua (C°)	Inter- grupos	,337	,799
	Intra- grupos		
	Total		
Demanda Bioquímica de oxígeno (mg./lt)	Inter- grupos	7,314	,001
	Intra- grupos		
	Total		
Demanda química de oxígeno (mg./lt)	Inter- grupos	1,883	,148
	Intra- grupos		
	Total		
Sólidos suspendidos totales (mg./lt)	Inter- grupos	4,017	,014
	Intra- grupos		
	Total		

Grasas y aceites (mg./lt)	Inter- grupos	1,416	,252
	Intra- grupos		
	Total		
Turbiedad (NTU)	Inter- grupos	,288	,834
	Intra- grupos		
	Total		
Coliformes fecales (nmp/100 ml.)	Inter- grupos	4,356	,010
	Intra- grupos		
	Total		
Coliformes Totales (nmp/100 ml.)	Inter- grupos	,007	,999
	Intra- grupos		
	Total		

*La dosificación de Bacterias degradadoras aplicadas en los diferentes experimentos, está comparada con cada uno de los indicadores de la presente investigación, teniendo mayor presencia en la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales y Coliformes Fecales.

CORRELACIÓN

		Ml. de bacterias por litro	Ph del agua	Temperatura del agua (C°)
Ml. de bacterias por litro	Correlación de Pearson	1	,002	,106
	Sig. (bilateral)		,989	,494
	N	44	44	44
Ph del agua	Correlación de Pearson	,002	1	,099
	Sig. (bilateral)	,989		,522
	N	44	44	44
Temperatura del agua (C°)	Correlación de Pearson	,106	,099	1
	Sig. (bilateral)	,494	,522	
	N	44	44	44
Demanda Bioquímica de oxígeno (mg./lt)	Correlación de Pearson	-,565**	-,046	-,716**
	Sig. (bilateral)	,000	,766	,000
	N	44	44	44
Demanda química de oxígeno (mg./lt)	Correlación de Pearson	-,341*	-,039	-,852**
	Sig. (bilateral)	,024	,802	,000
	N	44	44	44
Sólidos suspendidos totales (mg./lt)	Correlación de Pearson	-,457**	,036	-,793**
	Sig. (bilateral)	,002	,817	,000
	N	44	44	44
Grasas y aceites (mg./lt)	Correlación de Pearson	-,289	-,103	-,885**
	Sig. (bilateral)	,057	,506	,000

	N	44	44	44
Turbiedad (NTU)	Correlación de Pearson	-,145	-,097	,024
	Sig. (bilateral)	,347	,529	,880
	N	44	44	44
Coliformes fecales (nmp/100 ml.)	Correlación de Pearson	,449**	-,085	-,489**
	Sig. (bilateral)	,002	,584	,001
	N	44	44	44
Coliformes Totales (nmp/100 ml.)	Correlación de Pearson	-,017	-,192	,683**
	Sig. (bilateral)	,915	,212	,000
	N	44	44	44

		Demanda Bioquímica de oxígeno (mg./lt)	Demanda química de oxígeno (mg./lt)	Sólidos suspendidos totales (mg./lt)
Ml. de bacterias por litro	Correlación de Pearson	-,565**	-,341*	-,457**
	Sig. (bilateral)	,000	,024	,002
	N	44	44	44
Ph del agua	Correlación de Pearson	-,046	-,039	,036
	Sig. (bilateral)	,766	,802	,817
	N	44	44	44
Temperatura del agua (C°)	Correlación de Pearson	-,716**	-,852**	-,793**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000
	N	44	44	44
Demanda Bioquímica de oxígeno (mg./lt)	Correlación de Pearson	1	,907**	,952**
	Sig. (bilateral)		,000	,000
	N	44	44	44
Demanda química de oxígeno (mg./lt)	Correlación de Pearson	,907**	1	,958**
	Sig. (bilateral)	,000		,000
	N	44	44	44
Sólidos suspendidos totales (mg./lt)	Correlación de Pearson	,952**	,958**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	
	N	44	44	44

Grasas y aceites (mg./lt)	Correlación de Pearson	,900**	,975**	,950**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000
	N	44	44	44
Turbiedad (NTU)	Correlación de Pearson	,071	,004	,020
	Sig. (bilateral)	,647	,980	,900
	N	44	44	44
Coliformes fecales (nmp/100 ml.)	Correlación de Pearson	,191	,399**	,335*
	Sig. (bilateral)	,213	,007	,026
	N	44	44	44
Coliformes Totales (nmp/100 ml.)	Correlación de Pearson	-,536**	-,641**	-,642**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000
	N	44	44	44

		Grasas y aceites (mg./lt)	Turbiedad (NTU)
Ml. de bacterias por litro	Correlación de Pearson	-,289	-,145
	Sig. (bilateral)	,057	,347
	N	44	44
Ph del agua	Correlación de Pearson	-,103	-,097
	Sig. (bilateral)	,506	,529
	N	44	44

Temperatura del agua (C°)	Correlación de Pearson	-,885**	,024
	Sig. (bilateral)	,000	,880
	N	44	44
Demanda Bioquímica de oxígeno (mg./lt)	Correlación de Pearson	,900**	,071
	Sig. (bilateral)	,000	,647
	N	44	44
Demanda química de oxígeno (mg./lt)	Correlación de Pearson	,975**	,004
	Sig. (bilateral)	,000	,980
	N	44	44
Sólidos suspendidos totales (mg./lt)	Correlación de Pearson	,950**	,020
	Sig. (bilateral)	,000	,900
	N	44	44
Grasas y aceites (mg./lt)	Correlación de Pearson	1	-,047
	Sig. (bilateral)		,763
	N	44	44
Turbiedad (NTU)	Correlación de Pearson	-,047	1
	Sig. (bilateral)	,763	
	N	44	44
Coliformes fecales (nmp/100 ml.)	Correlación de Pearson	,456**	-,143
	Sig. (bilateral)	,002	,355
	N	44	44

Coliformes Totales (nmp/100 ml.)	Correlación de Pearson	-,652**	-,152
	Sig. (bilateral)	,000	,325
	N	44	44

Las correlaciones, es el cruce de datos entre la dosificación de bacterias degradadoras y los indicadores planteados en la investigación.

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

3.7.2 Costos Proyectados

El proyecto desarrollado consiste en tratar 85 litros de agua residual saliente del Biodigestor, se realizaron cuatro experimentos con medidas de 40 mg/l, 50 mg/l, 60 mg/l y 70 mg/l de bacterias degradadoras. La realización de dicha aplicación resulto que con aplicación de 60 mg/l se llega a disminuir los indicadores establecidos y a los parámetros dados en la base legal de tratamiento de aguas residuales de contacto directo.

Si el experimento se proyectara a una realización de un tratamiento con un volumen de 1000 litros, la cantidad de aplicación de bacterias degradadoras seria la siguiente:

$$\begin{aligned}
 &60/85 \\
 &= 0.75 \\
 &1000 \times 0.75 \\
 &= 750
 \end{aligned}$$

Se considera que para esta cantidad de volumen se necesitaría una cantidad de 750 mg/l.

Los costos adicionales:

- Bacteria: \$ 12.00 (dólares / 10 Gramos)

- Hipoclorito: \$ 25 (Nuevos Soles / 1kg)

Nota:

- 60 mg equivale a 0.06 gr.
- 750 mg equivale a 0.75 gr.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación cuyo objetivo específico es "Determinación de la dosificación óptima de bacterias descomponedoras para reducir la concentración de materia orgánica en el agua residual que sale de un tanque de biodegradación", según CALLE, en su investigación Titulada Tratamiento Primario de Aguas Residuales; presento como objetivo principal: Minimizar la cantidad de materia orgánica en suspensión y flotante, se tuvieron como resultados que se logró minimizar la cantidad de materia orgánica en las aguas negras, llegando así a los niveles establecidos en la base legal de tratamiento de aguas residuales de contacto directo para su uso en riego de áreas verdes, lo cual concuerda con las técnicas aplicadas en la reducción de sólidos en suspensión en el agua residual.

En la presente investigación cuyo objetivo específico es "Determinación de la dosis óptima de hipoclorito de calcio para reducir la concentración bacteriana en el agua residual", según ARCE, en su investigación titulada Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización de Tratamiento de Aguas Residuales Residenciales, presento como objetivo principal: Plantear una alternativa de solución para el saneamiento de aguas residuales para su posible uso en el sector de áreas verdes, se tuvieron como resultados el mejoramiento en la calidad del agua residual libre de bacterias y patógenos, llegando así a los parámetros establecidos en la base legal de tratamiento de aguas residuales de contacto directo para su uso en áreas verdes, lo cual concuerda con las técnicas aplicadas en la reducción de Bacterias en el agua residual.

En la presente Investigación cuyo objetivo general es "Tratar las aguas residuales salientes de los Biodigestores mediante la aplicación de bacterias degradadoras e hipoclorito de calcio, para su uso en áreas verdes", según MEDRANO, en su investigación titulada Evaluación de la Calidad de Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Alba Rancho (SEMAPA) con Fines de Riego presento como objetivo Determinar las variaciones en las concentraciones desde la planta de tratamiento hasta las áreas de cultivo y

reusó, se obtuvo como resultado la disminución de las características físicas – químicas y orgánicas llegando así a los parámetros establecidos en la base legal de tratamiento de aguas residuales de contacto directo para su uso en áreas verdes, lo cual concuerda con las técnicas aplicadas y resultados obtenidos en la investigación, donde podemos determinar que un buen tratamiento de las aguas residuales nos permite reusarlas en riego de áreas verdes.

VI CONCLUSIONES

- Para reducir la concentración de sustancias orgánicas en las aguas residuales de Biodigestores, se concluyó que se necesita realizar un análisis del agua entrante, así como en los Solidos Suspendidos Totales del agua, antes y después de la dosificación de Bacterias Degradadoras. Así mismo se debe tener un constante monitoreo y muestreo para determinar la dosificación de bacterias degradadoras por mg/l. Por lo tanto, se disminuyó la concentración de materia orgánica que un inicio era de 128.47 mg/l, el cual mediante una dosificación de 60 mg/l de bacterias degradadoras se obtuvo como resultado 29.21 mg/l, de esta manera se llegó a los parámetros establecidos en la base legal para su uso de las aguas residuales en áreas verdes y de contacto directo.
- Para reducir la concentración bacteriana en el agua residual saliente de Biodigestores, se concluyó que se necesita realizar un análisis del agua entrante, así como en los Coliformes fecales y Coliformes Totales del agua antes y después de la dosificación de Hipoclorito de calcio. Así mismo se debe tener un constante monitoreo y muestreo para determinar la dosificación de Hipoclorito de calcio en PPM. Por lo tanto se disminuyó la concentración de Bacterias que un inicio era de 31000 NMP/100 ml en coliformes fecales y 1200000 NMP/100 ml en coliformes totales, el cual mediante una dosificación de 10 PPM de Hipoclorito de Calcio se obtuvo como resultado 50 NMP/100ml de Coliformes Fecales y 600 NMP/100ml de Coliformes Totales, de esta manera se llegó a los parámetros establecidos en la base legal para su uso de las aguas residuales en áreas verdes y de contacto directo.
- Para industrializar las aguas residuales provenientes de Biodigestores para su uso en áreas verdes, se concluyó que la aplicación de bacterias degradadoras e hipoclorito de calcio nos permiten llegar a los parámetros establecidos en la base legal de tratamiento de aguas residuales de contacto directo para su aplicación en parques y jardines.

VII. RECOMENDACIONES

Al Gerente General de la Empresa:

- Se recomienda la aplicación de bacterias degradantes para poder minimizar la cantidad de material orgánico en las aguas negras, para ello tendría que establecer el nivel de volumen de agua para determinar la dosificación, mantener constante monitoreo con equipos de análisis.
- Se sugiere la aplicación de hipoclorito de calcio para la eliminación del nivel de bacterias en el agua residual, la aplicación de esta dosificación es en PPM (Partes por millón) conforme está establecido en la investigación; mantener en constante remoción por un tiempo determinado al volumen de agua residual.
- Se recomienda la aplicación Bacterias degradadoras e hipoclorito de calcio, para tratar las aguas residuales y así puedan usarse en riego de áreas verdes; debido a que los resultados se dieron de manera muy eficaz, debido a los productos utilizados y a su gran intensidad para actuar, con máxima totalidad sobre el agua residual.
- Se Recomienda para un mayor control referente al color y olor del agua residual, se debe dejar reposar el agua ya tratada en un tanque con ventilación adecuada, con aprovechamiento de los rayos solares, con finalidad de un mejor tratamiento y la eliminación de gases los cuales producen disipación de olores.

REFERENCIAS:

ABARGUES Llamas, Raphael (2008), “Comportamiento de los Disruptores Endocrinos en Procesos de Tratamiento de Aguas Residuales mediante Biomembranas Anaerobias” – Universidad de Valencia – España, tesis para obtener grado de magister en Ingeniera Ambiental.

ARCE Jáuregui, Luis Francisco (2013),” Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización del Tratamiento de Aguas Residuales Residenciales” Universidad Católica del Perú – Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil.

CALLE Ortega, Jorge (2003),” Tratamiento Primario De Aguas Residuales “- Universidad Nacional de Piura. Tesis para obtener grado de magister en Ambiental.

ESPINOZA Paz, Ramón Enrique (2010),” Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en San Juan de Miraflores”- Universidad Privada de Piura (UDEP) – Tesis para optar el Grado de Master en Gestión y Auditorías Ambientales.

GRIFFIN, Guy E. (1984), manual de tratamiento de aguas negras (EE. UU).

GUERRA, Cristian (2012), “Utilización de Tecnología Innovadora Biodegradable 100% Ecológica con Productos Bioquímicos – Enzimáticos para Tratamiento de Agua Residuales Utilizables para el Riego de Parques y Jardines en el distrito de Miraflores – provincia y departamento de Arequipa”- Universidad de Arequipa – Tesis para obtener grado de licenciado en Ingeniería Industrial.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio María del Pilar (2010) – Metodología de la Investigación, Quinta edición. Ingeniería de Aguas Residuales Tomo 1 Pág. 73.

MEDRANO Vargas, William (2001), “Evaluación de la Calidad de Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Alba Rancho (semapa) confines de Riego”- Universidad de Cuenca – Ecuador, Tesis Maestría Profesional en “Levantamiento de Recursos Hídricos”.

QUIROZ Pedraza, Pedro Alexis (2009), “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para riego en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos” - Universidad Nacional Mayor de San Marcos – tesis optar el título profesional de Ingeniero Químico.

Revista Eternit (2010), Manual de Biodigestores.

SANZ Escribano, David (2007), “Estudio de Viabilidad de la Reutilización de las Aguas Residuales Depuradas de una Planta Petroquímica mediante Tecnología de Membrana” – Universidad Politécnica de Valencia – España, Tesis de Máster Oficial en Seguridad Industrial y Medio Ambiente.

VILLEGAS Echeverri, Luis Carlos ANDI – manual de caracterización de aguas residuales industriales (Colombia).

ANEXOS:

1. PARÁMETRO FÍSICO - QUÍMICO

ENSAYOS	MUESTRAS/RESULTADOS			
	PTO 01	PTO 02	PTO 03	PYO 04
Grasas y Aceites (mg/l)				
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)				
demanda Química de Oxígeno (mg/l)				
pH (1,00 Und. De pH)				
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)				
Sulfatos (mg/l)				
Temperatura (C°)				
Materia orgánica (mg/l)				
Turbidez (NTU)				
Solidos Disueltos Totales (mg/l)				

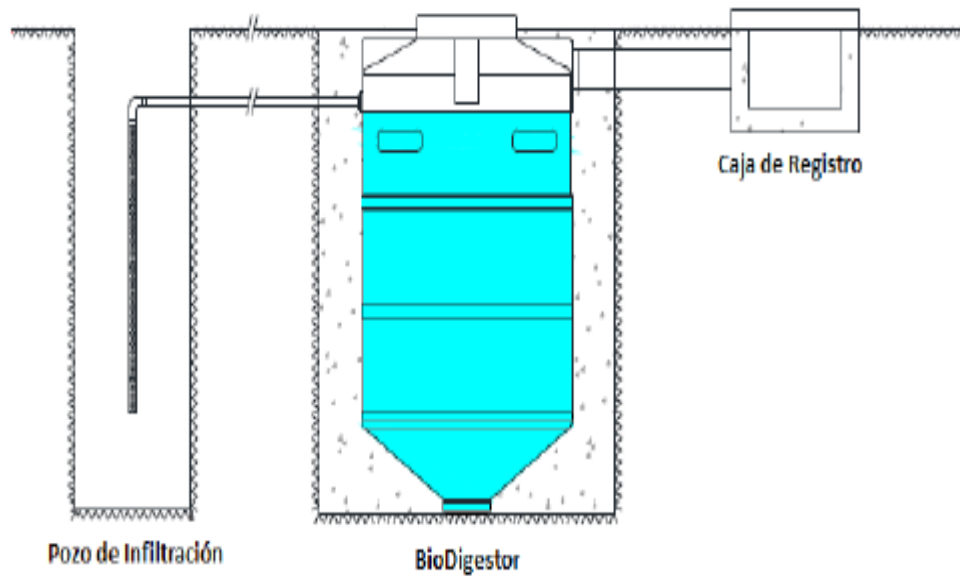
2. PARÁMETRO QUÍMICO - ORGÁNICO

ENSAYOS	MUESTRAS/RESULTADOS			
	PTO 01	PTO 02	PTO 03	PTO 04
COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml)				
COLIFORMES FECALES (NMP/100ml)				

TURBIEDAD	NTU											
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml											
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml											

REGISTRÓ DE DATOS DE APLICACIÓN DE BACTERIAS DEGRADADORAS

Figura. 01 Función del Biodigestor



Fuente. Eternit Biodigestores

Foto. 01 Biodigestor parte Interna



Fuente. GFC EIRL

Foto. 02

Biodigestor enterrado



Fuente. GFC EIRL

Foto.03

Medición de pH



Fuente. GFC EIRL

Foto. 06

Medida de pH



Fuente. GFC EIRL

Yo, Gabriel Ernesto Borrero Carrasco, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo Filial Piura, revisor (a) de la tesis titulada "tratamiento de las aguas residuales salientes de biodigestores para uso en áreas verdes de la ciudad de Talara", del (de la) estudiante Dioses Navarro Grover Junior, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Piura, 16 de Noviembre de 2022



ING. MBA GABRIEL ERNESTO BORRERO CARRASCO
DOCENTE DE ESCUELA INGENIERIA INDUSTRIAL
CIP N° 89222
gborreroc@ucvvirtual.edu.pe

Revisó	Vicerrectorado de Investigación/ DEVAC /Responsable del SGC	Aprobó	Rectorado
--------	---	--------	------------------