



UNIVERSIDAD DE LAMBAYEQUE
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**EFFECTO DE LA *Artemia sp* SOBRE LOS PARAMETROS FISICOS Y
MICROBIOLOGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA
LAGUNA DE ESTABILIZACION, DISTRITO SANTA ROSA 2019.**

PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

Autor:

BACH. JUAN MANUEL ENRRIQUE SHEEN HERNANDEZ

Asesora:

Msc. Flores Mino Betty Esperanza

Línea de Investigación:

Contaminación Ambiental y Biotecnología

Chiclayo, Perú

2019

**EFFECTO DE LA *Artemia sp* SOBRE LOS PARAMETROS FISICOS Y
MICROBIOLOGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA LAGUNA DE
ESTABILIZACION, DISTRITO SANTA ROSA 2019.**

FIRMA DEL ASESOR Y JURADO DE TESIS

Msc. Betty Esperanza Flores Mino
ASESORA

Dr. Antonio Idrogo Idrogo
PRESIDENTE

Msc. Enrique Santos Nauca Torres
SECRETARIO

Msc. Betty Esperanza Flores Mino
VOCAL

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de ver el efecto de la *Artemia sp* como filtrador biológico en aguas contaminadas, tomando en cuenta ciertos parámetros específicamente en los físicos y microbiológicos, de tal forma que se pueda utilizar como un tratamiento alternativo para las aguas residuales de las lagunas de estabilización, ya que la *Artemia sp* es un microcrustaceo filtrador no selectivo, aprovechando esta importante característica se podría aplicar a las lagunas de estabilización. Estas no cuentan con un buen tratamiento de las aguas residuales, para el aprovechamiento de estas aguas a tratar y por ende al no ser tratadas correctamente se están incumpliendo con los límites máximos permisibles para efluentes según el Decreto –D.S N°003-2010-MINAM que es la norma actualmente vigente. Para la realización del proyecto se tiene como objetivo general el evaluar el efecto de la *Artemia sp* sobre los parámetros físicos y microbiológicos de las aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa, para su desarrollo metodológico se siguieron los siguientes pasos el cual consta describir las diferentes fases de crecimiento de la *Artemia sp* in vitro, evaluar los parámetros físicos y microbiológicos en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa antes de aplicar la *Artemia sp*, evaluar las aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa al momento de agregarle la *Artemia sp*, esto con la finalidad de ver el estándar de los parámetros a tratar, para luego evaluar los parámetros físicos y microbiológicos después de la aplicación de la *Artemia sp* en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa luego se comparó los parámetros físicos y microbiológicos antes y después de la aplicación de la *Artemia sp* en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa de esta manera se comprobó su efecto como filtrador biológico no selectivo.

Palabras claves: Efecto, parámetro físico y microbiológico, lagunas de estabilización, *Artemia sp*, in vitro, filtrador biológico.

ABSTRACT

The following research work was carried out in order to see the effect of *Artemia sp* as a biological filter in contaminated water, taking into account certain parameters specifically in physical and microbiological ones, so that it can be used as an alternative treatment for Wastewater from the stabilization lagoons, since *Artemia sp* is a non-selective filter microcrustacean, taking advantage of this important feature could be applied to the stabilization lagoons. These do not have a good treatment of wastewater, for the use of these waters to be treated and therefore not being treated properly they are breaking the maximum permissible limits for effluents according to Decree -DS N ° 003-2010-MINAM which is the norm currently in force. In order to carry out the project, the general objective is to evaluate the effect of *Artemia sp* on the physical and microbiological parameters of the wastewater of the stabilization lagoon, Santa Rosa district, for its methodological development the following steps were followed which consists describe the different growth phases of *Artemia sp* in vitro, evaluate the physical and microbiological parameters in the sample of residual water of the stabilization lagoon, Santa Rosa district before applying *Artemia sp*, evaluate the residual waters of the stabilization lagoon , district Santa Rosa at the time of adding the *Artemia sp*, this in order to see the standard of the parameters to be treated, then evaluate the physical and microbiological parameters after the application of *Artemia sp* in the sample of residual water of the stabilization lagoon, Santa Rosa district then the physical and microbiological parameters were compared to Before and after the application of *Artemia sp* in the sample of residual water of the stabilization lagoon, Santa Rosa district was thus proven its effect as a non-selective biological filter.

Keywords: Effect, physical and microbiological parameter, stabilization lagoons, *Artemia sp*, in vitro, biological filter

INDICE

RESUMEN	III
ABSTRACT.....	IV
I. Introducción.....	1
II. Marco Teórico.....	4
2.1. Antecedentes bibliográficos.....	4
2.2. Bases teórico-científicas	7
2.2.1. Agua residual.	7
2.2.2. Las aguas residuales más comunes corresponden a:.....	7
2.2.2.1. Aguas residuales domésticas (aguas servidas).....	7
2.2.2.2. Aguas residuales industriales (residuos industriales líquidos).....	7
2.2.3. Principales características de las aguas residuales.	7
2.2.3.1. Temperatura.	7
2.2.3.2. Turbidez.	7
2.2.3.3. Color.	8
2.2.3.4. Olor.	8
2.2.3.5. Sólidos Totales.....	8
2.2.3.6. Sólidos suspendidos.....	8
2.2.3.7. Sólidos filtrables.	8
2.2.3.8. Materia Orgánica.....	8
2.2.3.9. Materia inorgánica.	9
2.2.3.10. Características Biológicas.....	9
2.2.3.11. Bacterias.....	9
2.2.3.12. Bacterias anaerobias.....	9
2.2.3.13. Bacterias aerobias.	9
2.2.3.14. Bacterias facultativas.	10
2.2.3.15. Bacterias coliformes.....	10
2.2.3.16. Algas.	10
2.2.4. Artemia sp.....	10
2.2.5. Clasificación taxonómica.....	11
2.2.6. Parámetros para la eclosión de los quistes de Artemia sp.....	13
2.2.6.1. Temperatura.	13
2.2.6.2. Salinidad.	13
2.2.6.3. Oxígeno.....	13
2.2.6.4. Densidad de quistes.....	13

2.2.6.5.	Iluminación.....	13
2.2.6.6.	PH.....	13
2.2.7.	Desarrollo del embrión.....	13
2.2.8.	Alimentación.....	15
2.3.	Definición de términos básicos.....	16
2.3.1.	Agua.....	16
2.3.2.	Agua servida o residual.....	16
2.3.3.	Aguas residuales domésticas.....	16
2.3.4.	Aguas residuales municipales.....	17
2.3.5.	Aguas residuales y vertimientos.....	17
2.3.6.	Aguas servidas tratadas o aguas residuales tratadas.....	17
2.3.7.	Calidad de agua.....	17
2.3.8.	Efecto.....	17
2.3.9.	Evaluación de efectos.....	17
2.3.10.	Clarificación.....	17
2.3.11.	Parámetro.....	17
2.3.12.	<i>Artemia sp.</i>	18
2.4.	Hipótesis.....	18
III.	Materiales y métodos.....	19
3.1.	Variables y operacionalización de variables.....	19
3.2.	Tipo de estudio y diseño de investigación.....	21
3.3.	Población y muestra de estudio.....	21
3.4.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.4.1.	Instrumentos y equipos.....	21
3.4.2.	Materiales.....	21
3.5.	Obtención de la <i>Artemia sp</i> – técnica de eclosión de los nauplios.....	21
3.6.	Toma de muestras de agua.....	23
3.7.	Procesamiento de datos y análisis estadístico.....	23
IV.	Resultados.....	24
V.	Discusión.....	36
VI.	Conclusiones.....	37
VII.	Recomendaciones.....	38
VIII.	Referencias bibliográficas.....	39
IX.	Anexos.....	41
X.	Fotografías de la investigación realizada.....	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del camarón de salmuera o brine shrimp (<i>Artemia sp</i>) ...	11
Tabla 2. Especies y lugar de ubicación del camarón de salmuera o brine shrimp (<i>Artemia sp</i>)	12
Tabla 3. Operacionalización de variables.	20
Tabla 4. Análisis de los parámetros físicos y microbiológicos iniciales del agua residual de la laguna de estabilización, distrito de Santa Rosa.	27
Tabla 5. Evaluación las aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa al momento de agregarle la <i>Artemia sp</i>	28
Tabla 6. Análisis de los parámetros físicos y microbiológicos del agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa con la cantidad de 5g de <i>Artemia sp</i>	29
Tabla 7. Análisis de los parámetros físicos y microbiológicos del agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa con la cantidad de 10g de <i>Artemia sp</i>	29
Tabla 8. Comparación de los análisis en los parámetros del agua residual de las muestras testigo, cantidad de 5g de <i>Artemia sp</i> y cantidad de 10g de <i>Artemia sp</i>	30
Tabla 9. Porcentaje de coliformes totales en las muestras de aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.	33
Tabla 10. Porcentaje de turbidez en las muestras de aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.	34
Tabla 11. Porcentaje de color verdadero en las muestras de aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Eclosión y fases de crecimiento de la <i>Artemia sp</i> in vitro.....	24
Figura 2. Análisis de los parámetros físicos y microbiológicos de las muestras antes y después de aplicar la <i>Artemia sp</i>	30
Figura 3. Análisis de Coliformes totales del agua residual antes y después del tratamiento...31	
Figura 4. Análisis de Turbidez del agua residual antes y después del tratamiento.....	32
Figura 5. Análisis de Color verdadero del agua residual antes y después del tratamiento.	32
Figura 6. Porcentaje de coliformes totales en las muestras.	33
Figura 7. Porcentaje de turbidez en las muestras.	34
Figura 8. Porcentaje de color verdadero en las muestras.	35

I. Introducción

En los últimos años el desarrollo de las industrias y el crecimiento poblacional ha generado significativamente grandes cantidades de diversos residuos, tanto sólidos, líquidos y gaseosos los cuales en su mayoría son acumulados de manera inadecuada, específicamente en el uso del agua en grandes cantidades que ha llevado a una sobre explotación generando efluentes residuales con alto contenido de materia orgánica y la acumulación de estas, las cuales contienen alteraciones con diferentes características biológicas, físicas y químicas generando daños ambientales.

El agua es un recurso natural escaso, indispensable para la vida y el sostenimiento ambiental, que como consecuencia del rápido desarrollo humano y económico del uso inadecuado que se ha hecho de ella como medio de eliminación, ha sufrido un alarmante deterioro. Durante décadas, toneladas de sustancias biológicamente activas, sintetizadas para su uso en la agricultura, la industria, la medicina, etc., han sido vertidas al ambiente sin remediar las posibles consecuencias. El problema de la contaminación, que comenzó hacerse más notable a principios del siglo XIX, cabe agregar el problema de la escasez, aspecto que está adquiriendo proporciones alarmantes a causa del cambio climático y el aumento desertización que está sufriendo el planeta. (Barcelo y Lopez de Alda, 2014)

Una preocupación extendida a nivel mundial, dada la necesidad de descontaminación de los cuerpos de agua y del aprovechamiento al máximo de estas aguas para ser reutilizadas ha sido objeto de estudio, como son los diversos sistemas de tratamiento como lagunas de estabilización, filtros biológicos, lodos activados, sistemas anaerobios, etc. Las lagunas de estabilización se constituyen como el proceso de tratamiento de aguas residuales más usado en los países del tercer mundo tanto por su bajo costo, como por su eficiencia en la disminución de organismos patógenos.

En la actualidad la laguna de estabilización del distrito de Santa Rosa ubicada en el lado izquierdo de la carretera Pimentel – Santa Rosa, de tratamiento primario de las aguas residuales urbanas propiedad de EPSEL S.A., es común observar en la superficie una coloración rosácea, y alta concentración de cloruros, la coloración rosácea en la laguna de estabilización se le atribuye a bacterias que habitan ecosistemas con un elevado contenido de azufre. Se estima que la coloración generado se debe a que la mayoría de pobladores de la caleta Santa Rosa realizan labores de producción de pescado salado y salpreso en sus domicilios y vierten al desagüe domestico restos de sangre y salmuera, con impurezas de calcio, fierro, azufre, cloruros entre otras; lo que genera, en la laguna de estabilización, condiciones propicias para el crecimiento

de bacterias sulfurosas, tal como *Thiopedia rosea*; lo que da a notar una secuencia de defectos en toda la laguna como carencias y deterioro en la estructura, debido a que no cuenta con un sistema adecuado de autodepuración y no tiene la capacidad suficiente para el tratamiento de aguas residuales todo eso como resultado posible de una mala aplicación de los procedimientos de ingeniería e ineficiente operación y mantenimiento.

La disminución de la capacidad amortiguadora de la laguna de estabilización, se ve afectada por el alto contenido de sales del desagüe en las conexiones domiciliarias, a causa del procesamiento de pescado salado realizado por la población sin acceso a los módulos del CEPPAR (Centro de Procesamiento Pesquero Artesanal - Santa Rosa), eliminando sus aguas a la red pública de alcantarillado por lo cual a la laguna de estabilización que finalmente se traduce en un muy bajo nivel de eficiencia en el tratamiento ocasionando problemas ambientales.

Lo nos lleva a formular la siguiente interrogante ¿Cuál es el efecto de la *Artemia sp* sobre los parámetros físicos y microbiológicos en las aguas residuales de lagunas de estabilización, distrito Santa Rosa?, teniendo como objetivo general Evaluar el efecto de la *Artemia sp* sobre los parámetros físicos y microbiológicos de las aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa. Y como objetivos específicos describir las diferentes fases de crecimiento de la *Artemia sp* in vitro, evaluar los parámetros físicos y microbiológicos en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa antes de aplicar la *Artemia sp*, evaluar las aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa al momento de agregarle la *Artemia sp*, evaluar los parámetros físicos y microbiológicos después de la aplicación de la *Artemia sp* en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa. Así mismo comparar los parámetros físicos y microbiológicos antes y después de la aplicación de la *Artemia sp* en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.

Actualmente el funcionamiento de los sistemas naturales se está utilizando cada vez con mayor frecuencia, por lo tanto se quiere lograr una alternativa adecuada para la depuración de aguas residuales en busca de los principios básicos del desarrollo sostenible, es por ello, que el presente proyecto de investigación se realiza con la finalidad de lograr una mejora en la calidad de las aguas contaminadas procedentes de la laguna de estabilización del distrito Santa Rosa, haciendo uso del microorganismo (crustáceo) – *Artemia sp* – para tal fin.

Desde años atrás la laguna de estabilización del distrito de Santa Rosa no realizan un adecuado tratamiento de las aguas residuales que se vierten en las mismas, incumpliendo muchas veces con los límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento

de aguas residuales domesticas o municipales –D.S N°003-2010- MINAM que es la norma actualmente vigentes del mismo modo con la fiscalización ambiental en aguas residuales de la organización de OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental). Que tiene por objeto exponer las nociones básicas referidas a las aguas residuales, abordar brevemente sus diferentes clasificaciones y mencionar a las entidades públicas involucradas en su adecuado manejo y fiscalización ambiental.

En su contenido, se incluyen cifras importantes sobre la generación y el manejo de las aguas residuales en el país. Asimismo, se plantean los principales problemas asociados a éstas. Es oportuno señalar que durante el año 2014, el OEFA priorizará la supervisión de las Entidades de Fiscalización Ambiental (EFA) encargadas de asegurar el adecuado manejo de las aguas residuales en el Perú. Así mismo con el PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES que tiene como objetivo el estandarizar la metodología para el desarrollo del monitoreo de la calidad del agua residual tratada (efluente), de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (PTAR). Además, es aplicable al agua residual cruda (afluente) que ingresa a la PTAR.

Esta investigación en el aspecto académico tiene importancia por la escasa investigación que se tiene de la *Artemia sp* como un potencial biofiltrador y clarificador de ambientes acuáticos, por lo que en el desarrollo de este documento de investigación describe su importancia como filtrador, lo cual servirá para posteriores estudios relacionados con este microcrustaceo. De igual manera en el aspecto ambiental con la información recopilada de este documento de investigación podemos determinar que haciendo uso del microcrustaceo camarón de salmuera *Artemia sp* que tiene como una de sus principales características el de ser filtradores no selectivos, que hace posible la disminución de carga de materia orgánica en suspensión la cual favorece en la reducción de la turbidez y disminución de microorganismos de las aguas contaminadas. Así mismo en el aspecto social es importante debido a que no hay un eficiente tratamiento de estas aguas residuales, se propuso como tratamiento alternativo este proyecto de investigación con la finalidad de que estas aguas residuales sean reutilizadas de manera apropiada para el beneficio y el aprovechamiento de la población como efluentes de canales para riego en terrenos de cultivo.

II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes bibliográficos

Nivel Internacional

Vanhaecke et al. (1984) Citado en Pino y Jorge, (2010) “Ensayo de Artemia: Util herramienta de trabajo para ecotoxicólogos y químicos de productos naturales.”, explica que: Desde el Centro de Referencia *Artemia sp* en Bélgica, luego de un estudio exhaustivo de la literatura científica sobre su uso en estudios de contaminación ambiental, desarrollaron una prueba patrón de toxicidad aguda (a corto plazo) conocida como ARC-TEST o prueba del Centro de referencia de *Artemia sp*. Esta prueba se basa en la determinación de LC50 de 24 hrs de larvas (instantes II-III) de una cepa específica de *Artemia sp*. El procedimiento se sometió a un estudio participativo con centros de investigación en Europa y América para delimitar el grado de estandarización del protocolo experimental propuesto. Al comparar los resultados de este estudio con los alcanzados usando organismos objetivo comúnmente empleados en ensayos toxicológicas, se determinó que la repetibilidad y la reproducibilidad son al menos iguales a las de una demostración a corto plazo con *Daphnia sp*. En algunos casos, los valores obtenidos con *Brachydanio sp*. Aunque la prueba de *Artemia sp* era nueva en dos tercios de los 70 laboratorios participantes, todos se dieron cuenta de que requiere poca experiencia y no consume mucho tiempo, aunque la sensibilidad de la prueba fue relativamente baja, resultado vinculado con la cepa y los compuestos de referencia usados en este estudio.

Sarabia, (2002) “Toxicidad y acumulacion de cadmio en poblaciones de diferentes especies de Artemia.” En este trabajo de investigacion expone que la *Artemia sp* tiene varias propiedades que han facilitado su uso en estudios toxicológicos, como un corto período generacional (aproximadamente 20 días en condiciones óptimas), su fácil manejo, almacenamiento, cultivo y disponibilidad. Estas propiedades coinciden con algunas de las recomendaciones en la selección de organismos para pruebas de toxicidad. Todas estas razones han llevado al uso de *Artemia sp* en toxicología. En el presente caso, hay muchos estudios que han estudiado diferentes aspectos de la toxicidad.

Pino y Jorge, (2010) “Ensayo de Artemia: Util herramienta de trabajo para ecotoxicólogos y químicos de productos naturales.” Declara que en la Prueba ecotoxicologica marina para la protección del medio marino, se requieren métodos de prueba ecotoxicológicos sencillas y confiables para determinar el impacto potencial en la vida marina de las sustancias xenobióticas. Además, la implementación adecuada de las medidas reglamentarias requiere que los métodos toxicológicos utilizados sean confiables y reproducibles.

Redon, (2015) “Parasitismo por Cestodos en *Artemia sp* y su implicación en la invasión biológica de *Artemia franciscana* en la región mediterránea.” Expresa que la *Artemia sp* es un organismo filtrador no selectivo, capaz de absorber partículas entre 1 y 50 micrómetros, su dieta se basa en bacterias y algas unicelulares Halófilas, diminutos protozoos y detritos que se encuentran en el medio acuático, capturados por las corrientes causados con el movimiento rítmico de sus filópodos (150-200 golpes / minuto). Estas partículas alimenticias son atraídas hacia la boca, fluyen a través del sistema digestivo y los restos son eliminados por el ano en forma de cordones fecales. Los nauplios recién eclosionados son alimentados con las reservas de vitelina que se acumulan en el órgano nupal. Cuando estos terminan comienzan el sistema de filtración con las segundas antenas equipadas con sedas largas, mientras crecen los filópodos torácicos.

Sarabia, (2002) “Toxicidad y acumulación de cadmio en poblaciones de diferentes especies de *Artemia*.” Determina que la *Artemia sp* es un crustáceo filtración o fagotrofo forzado. A través de la actividad de filtrado de sus toracópodos atrapa a bacterias, algas unicelulares, diminutos protozoos y detritos del ambiente. Las partículas son desplazadas hacia la entrada bucal y entran al esófago y posteriormente un par de ventrículos globulares, asimilables a un estómago, donde puede darse la actividad digestiva. Seguidamente el alimento entra al tubo intestinal, compuesta por una sola capa de células epiteliales y una membrana peritrófica. Finalmente, los son expulsados por el ano en forma de cadenas de heces de diferente coloración y consistencia dependiendo del alimento que se absorbe.

Cohen, (2006) “Los anostracos, ejemplo de una compleja estrategia de supervivencia.” En este trabajo de investigación define que los anostracos (“camarón de hada” y “camarón de salmuera”) son un grupo basal de crustáceos muy antiguo correspondiente a la clase Branchiopoda, del Cámbrico Superior. Son habitantes comunes de corrientes temporales, principalmente de agua dulce, también salobres y salados, con características físicas y químicas muy cambiantes, con baja diversidad biótica y nutrientes pobres. Su transición del océano a los cuerpos de agua continentales fue facilitada fundamentalmente por el desarrollo de un sistema eficiente de osmorregulación, la presencia de un hábito alimenticio de género filtrador microfágico primario y la aparición de mecanismos de retención metabólica (diapausa y quiescencia) para pasar la fase hostil de su biotopo en su condición de quiste (embrión en criptobiosis). Un largo período de evolución permitió adaptar las adaptaciones necesarias para desarrollar una estrategia de supervivencia compleja. Los principales hábitos alimenticios de Anostraco se consideran el filtración microfágico no selectiva. Por lo tanto, estos animales

ingieren partículas de alimentos de su medio, detritos, microalgas, protistas y bacterias, que se filtran de conformidad a su tamaño.

Guadamuz, (2015) “Evaluación del fungicida VONDOZEB 80WP, utilizando como bioindicadores *Allium cepa*, *Artemia sp.*” Su importancia de la *Artemia sp* especialmente en la fase de nauplios, se emplea para la acuicultura como alimento vivo para el incremento comercial (en incubadoras) en numerosas especies de peces y mariscos. Se usa para tratar varias enfermedades endocrinas y reumáticas. El agua salada o salobre de la arcilla del lago Ursu heliotérmico incluyen hormonas expulsadas por el estrógeno y la progesterona por la *Artemia sp*, que se usan para tratar enfermedades ginecológicas como la infertilidad. La resistencia de estos crustáceos hace que sean perfectos para el estudio de muestras en pruebas de toxicidad. Aunque la *Artemia sp* se usó principalmente en pruebas de toxicidad que implican compuestos bioactivos de esencia de flora, hoy podemos ver su aplicación difundida a otras pruebas que exploran hallar toxicidad en actuales productos naturales, productos metabólicos tóxicos generados por hongos, compuestos metálicos, pesticidas e hidrocarburos.

Nivel Nacional

Flores, (2004) “Efecto de la tasa de crecimiento de *Artemia sp* (Cepa Virrila) sustituyendo parcialmente la dieta agal con diferentes concentraciones de harina de "maca" (*Lepidum meyenii* Walp).” Define que la *Artemia sp* es un filtrador no selectivo forzado, ya que es un crustáceo primitivo, no tiene sustancias de reserva que le garanticen el soporte energético durante largos tiempos de ausencia, siendo la actividad de natación que está directamente relacionada con las actividades de alimentación y respiración. Su alimentación consiste esencialmente de microalgas que se encuentran en medios hipersalinos naturales (algunas especies de *Chateoceros*, *Dunaliella*, *Tretaselmis*, *Oscillatoria*, *Chlorella*, etc.), pero también absorbe partículas de detritos ricos en bacterias halófilas (*Pseudomonas*, *Halobacterium*, *Acinetobacter*, etc.) y también conjuntos de alimentos microparticulados (levadura, salvado de arroz, soja, maíz, etc.) como los que se emplea para cultivos intensivos.

Nivel Local

Salgado, (2001) “La *Artemia* y su cultivo en el Perú.” En esta tesis expone que la *Artemia sp* es un filtrador no selectivo y su alimentación se compone tanto de materia orgánica particulada (por ejemplo, detritos biológicos provenientes de manglares y humedales) como los organismos vivos del tamaño adecuado (microalgas y bacterias). De debido a la falta de depredadores y competidores de alimentos, la *Artemia sp* con frecuencia elabora grandes monocultivos cuya consistencia está básicamente regulada por la disponibilidad de alimentos.

2.2. Bases teórico-científicas

2.2.1. Agua residual.

Agua que contiene residuos provenientes de las descargas de uso público urbano, industrial, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas. (ANA, 2016, p. 111)

Aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, que tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requiere un tratamiento previo. (ANA, 2016, p. 231)

2.2.2. Las aguas residuales más comunes corresponden a:

2.2.2.1. Aguas residuales domésticas (aguas servidas)

Aguas residuales de origen residencial, comercial e institucional que contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana (preparación de alimentos, aseo personal). (ANA, 2016, p. 232)

2.2.2.2. Aguas residuales industriales (residuos industriales líquidos)

Originadas como consecuencia del desarrollo de un proceso productivo, que incluye las provenientes de la actividad minera, agrícola, pesquera, agroindustria, entre otras. (ANA, 2016, p. 233)

2.2.3. Principales características de las aguas residuales.

Estas características de las aguas residuales son parámetros importantes para el tipo de tratamiento, así como para la gestión técnica de la calidad ambiental.

2.2.3.1. Temperatura.

La temperatura de las aguas residuales es mayor que la de las aguas no contaminadas, debido a la energía liberada en las reacciones bioquímicas, que se presentan en la degradación de la materia orgánica. Las descargas calientes son otra causa de este aumento de temperatura. (Medina Muñoz y Barboza Alcantara, 2018, p. 15)

2.2.3.2. Turbidez.

Es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea remitida y no transmitida a través de la suspensión. La turbiedad en el agua puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otras arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica. (Medina Muñoz y Barboza Alcantara, 2018, p. 15)

2.2.3.3. Color.

El color en aguas residuales es causado por sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. En forma cualitativa, el color puede ser usado para estimar la condición general del agua residual. (Medina Muñoz y Barboza Alcantara, 2018, p. 15)

2.2.3.4. Olor.

El olor se produce por el desprendimiento de gases de la descomposición de la materia orgánica presente en el agua residual. Una característica del olor es que cantidades muy pequeñas de determinados compuestos pueden producir niveles elevados de olor; así como las aguas residuales frescas no presentan olores desagradables. (Medina Muñoz y Barboza Alcantara, 2018, p. 15)

2.2.3.5. Sólidos Totales.

Los sólidos totales presentes en el agua residual se clasifican según su tamaño o presentación en sólidos suspendidos y sólidos filtrables. (Silva , 2004)

2.2.3.6. Sólidos suspendidos.

Son las partículas flotantes, como trozos de vegetales, animales, basuras, etc., y aquellas otras que también son perceptibles a simple vista y tienen posibilidades de ser separadas del líquido por medios físicos sencillos. Dentro de los sólidos suspendidos se pueden distinguir los sólidos sedimentables, que se depositarán por gravedad en el fondo de los receptores. Estos sólidos sedimentables, son una medida aproximada de la cantidad de fango que se eliminará mediante sedimentación. (Silva , 2004)

2.2.3.7. Sólidos filtrables.

Esta fracción se compone de sólidos coloidales y disueltos. La fracción coloidal consiste en partículas con un diámetro aproximado que oscila entre 10⁻³ y 1 micra. Esta fracción no puede eliminarse por sedimentación. Los sólidos disueltos se componen de moléculas orgánicas, moléculas inorgánicas e iones que se encuentran disueltos en el agua. Por lo general, se requiere una coagulación seguida de sedimentación para eliminar estas partículas de la suspensión. (Silva , 2004, p. 4,5)

2.2.3.8. Materia Orgánica.

La materia orgánica está compuesta en un 90% por carbohidratos, proteínas, grasas y aceites provenientes de excrementos y orina de seres humanos, restos de alimentos y detergentes. Estos contaminantes son biodegradables, es decir, pueden ser transformados en compuestos más simples por la acción de microorganismos naturales presentes en el agua, cuyo desarrollo se ve favorecido por las condiciones de temperatura y nutrientes de las aguas residuales domésticas. La urea, principal constituyente de la orina, es otro importante

compuesto orgánico del agua residual. En razón de la rapidez con que se descompone, la urea es raramente hallada en un agua residual que no sea muy reciente.

El agua residual contiene también pequeñas cantidades de moléculas orgánicas sintéticas como agentes tensoactivos, fenoles y pesticidas usados en la agricultura. (Silva , 2004, p. 5)

2.2.3.9. *Materia inorgánica.*

Se incluyen en este grupo todos los sólidos de origen generalmente mineral, como son sales minerales, arcillas, lodos, arenas y gravas no biodegradables. (Silva , 2004, p. 6)

2.2.3.10. *Características Biológicas.*

Estas características están definidas por la clase de microorganismos presentes en el agua. (Silva , 2004, pág. 7)

2.2.3.11. *Bacterias.*

Juegan un papel fundamental en la descomposición y estabilización de la materia orgánica. Pueden clasificarse, en base a su metabolismo, en heterótrofas y autótrofas. Las bacterias autótrofas son aquellas que se nutren de compuestos inorgánicos, tomando la energía necesaria para sus biosíntesis a partir de la luz (bacterias fotosintéticas: familia *Thiorhodaceae*, *Chlorobiaceae*) o a partir de ciertas reacciones químicas (bacterias quimiosintéticas: *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*, *Hydrogenomonas*, *Thiotrix*). En el tratamiento biológico de las aguas residuales, las bacterias heterótrofas constituyen el grupo más importante, por su necesidad de compuestos orgánicos para el carbono celular. Las bacterias autótrofas y heterótrofas pueden dividirse, a su vez, en anaerobias, aerobias, o facultativas, según su necesidad de oxígeno. (Silva , 2004, p. 7)

2.2.3.12. *Bacterias anaerobias.*

Son las que consumen oxígeno procedente de los sólidos orgánicos e inorgánicos y la presencia de oxígeno disuelto no les permite subsistir. Los procesos que provocan son anaerobios, caracterizados por la presencia de malos olores. (Silva , 2004, p. 7)

2.2.3.13. *Bacterias aerobias.*

Son aquellas que necesitan oxígeno procedente del agua para su alimento y respiración. El oxígeno disuelto que les sirve de sustento es el oxígeno libre (molecular) del agua, y las descomposiciones y degradaciones que provocan sobre la materia orgánica son procesos aerobios, caracterizados por la ausencia de malos olores. (Silva , 2004, p. 7)

2.2.3.14. Bacterias facultativas.

Algunas bacterias aerobias y anaerobias pueden llegar a adaptarse al medio opuesto, es decir, las aerobias a medio sin oxígeno disuelto y las anaerobias a aguas con oxígeno disuelto. (Silva , 2004, p. 7)

2.2.3.15. Bacterias coliformes.

Bacterias que sirven como indicadores de contaminantes y patógenos. Son usualmente encontradas en el tracto intestinal de los seres humanos y otros animales de sangre caliente. Las bacterias coliformes incluyen los géneros *Escherichia* y *Aerobacter*. (Silva , 2004, p. 7)

2.2.3.16. Algas.

En los estanques de estabilización, son un valioso elemento porque producen oxígeno a través del mecanismo de la fotosíntesis.

Las algas, al igual que sucede con otros microorganismos, requieren compuestos inorgánicos para reproducirse. A parte del anhídrido carbónico, los principales nutrientes necesarios son el nitrógeno y el fósforo. También son muy importantes vestigios de otros elementos (oligoelementos) como hierro, cobre, etc. Las algas pueden presentar el inconveniente de reproducirse rápidamente, debido al enriquecimiento del agua (eutrofización) y crear grandes colonias flotantes originando problemas a las instalaciones y al equilibrio del sistema.

Los tipos más importantes de algas de agua dulce son: verdes (*Chlorophyta*), verdes móviles (*Volvocales euglenophyta*), verdiamarillas o marrón dorado (*Chrysophyta*) y verdiazules (*Cyanophyta*). (Silva , 2004, p. 7,8).

2.2.4. Artemia sp.

Es un crustáceo branquiópodo filtrador obligado no selectivo que vive en lagos y lagunas salobres de interior. El cuerpo de la *Artemia sp* es delgado y alargado, y está cubierto por un caparazón blando. Vive en aguas salinas y debido a su elevado tenor de proteínas (50 a 60%), amplia gama de aminoácidos y ácidos grasos poliinsaturados, es muy empleada como alimento vivo en las actividades de producción hidrobiológica, en acuicultura.

Debido a su enorme capacidad de regular su presión osmótica, la *Artemia sp* soporta niveles de salinidad de más de 220 partes por mil. Es notable también su capacidad de absorber el poco oxígeno disuelto en el agua salina; este atributo se debe a que posee un elevado tenor de un componente que actúa como la hemoglobina en la sangre humana.

Se alimenta de microorganismos como microalgas, bacterias y de materia orgánica particulada, no mayores de 50 micras. Los especialistas en este crustáceo manifiestan que es

un gran convertidor y que su composición está íntimamente relacionada con lo que ingiere o filtra. (O'Higgins, 2009, p. 6)

Su longitud y aspecto varía según la especie o las condiciones ambientales en las que viven (salinidad o características Físico-químicas). Está compuesto de tres partes bien diferenciadas: Cabeza, tórax y abdomen. Su tamaño oscila entre 7 y 12 mm de longitud, llegando a alcanzar hasta 18 mm en la etapa adulta. (Flores, 2004, p. 15)

La cabeza, constituida por cinco segmentos fusionados donde se encuentran cuatro pares de apéndices cefálicos (anténulas, antenas, mandíbulas y maxilas), un par de ojos compuestos pedunculados, un ojo nauplio y un labrum.

El tórax, compuesto de 11 segmentos, cada uno con un par de toracópodos birrameos (apéndices foliáceos) con gran número de setas y que desempeñan funciones de locomoción y filtración del alimento, osmoregulación y respiración.

El abdomen, consta de ocho somitos apodos y el telson, la fusión de los dos primeros segmentos forman el segmento o somito genital donde se ubican ventralmente las estructuras sexuales secundarias (ovisaco impar en la hembra y un par de hemipenes en los machos). El telson terminal presenta dos ramas furcales en medio de las cuales se abre el ano. (Flores, 2004, p. 16).

2.2.5. Clasificación taxonómica.

El género *Artemia*, conocido como camarón de salmuera o brine shrimp, es el crustáceo branquiópodo más ampliamente distribuido en el mundo. Su clasificación taxonómica es la siguiente:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del camarón de salmuera o brine shrimp (*Artemia sp*)

Clasificación taxonómica	
Phylum:	Arthropoda
Subphylum:	Crustacea
Clase:	Branchiopoda
Orden:	Anostraca
Familia:	Artemidae
Género:	<i>Artemia sp</i>

Fuente: (Cisneros, 2002, p. 12,13)

Tabla 2. Especies y lugar de ubicación del camarón de salmuera o brine shrimp (*Artemia* sp)

Especies y lugar de ubicación	
<i>Artemia salina</i> Leach 1819	(Inglaterra)
<i>Artemia franciscana</i> Kellogg 1906	(América)
<i>Artemia tunisiana</i> Bowen-Sterling 1978	(Europa)
<i>Artemia urmiana</i> Gunther 1900	(Lago Urmia, Irán)
<i>Artemia monica</i> Verrill 1869	(Mono Lake, CA, USA)
<i>Artemia persimilis</i> Piccinelli-Prosdocimi 1968	(Argentina)
<i>Artemia partenogenética</i> Bowen-Sterling 1978	(Eurasia y Oceanía)

Fuente: (Cisneros, 2002, p. 14)

La clase Branchiopoda comprende a los crustáceos más primitivos. Caracterizados por un gran número de segmentos en el cuerpo, poseen una serie de apéndices similares con un mínimo de especialización. El sistema nervioso es bastante primitivo. Los apéndices en forma de filopodios, son blandos y aplanados, bordeados por branquias, cubiertos de una cutícula delicada y lo suficiente flexible para permitir la libertad de movimientos sin que haya una segmentación definida.

El orden Anostraca comprende braquiópodos sin caparazón, cuyo cuerpo es alargado y posee por lo menos 20 somites y de 11 a 19 de pares de apéndices torácicos. El abdomen carece de apéndices, terminando en una corta furca caudal. Los ojos compuestos pedunculados están presentes.

La familia Artemidae se caracteriza por la presencia de anténulas filiformes. No presentan apéndices frontales en la parte anterior de la cabeza ni en el segmento basal de las antenas. (Cisneros, 2002, p. 13)

Las poblaciones de *Artemia* se encuentran distribuidas en más de 300 lagos salinos naturales o salinas de construcción artificial a lo largo de todo el mundo. Diferentes cepas geográficas se han adaptado a unas condiciones que fluctúan dentro de un amplio margen de temperatura (6-35° C) y composición iónica del biotopo (aguas ricas en cloruros, sulfatos y carbonatos).

Esta especie se desarrolla perfectamente en agua de mar, sin embargo, debido a que no posee mecanismos de defensa contra los predadores, se convierte en una presa fácil de otras especies carnívoras (peces, crustáceos o insectos). A pesar de ello y por medio de su adaptación fisiológica a biotopos con una elevada salinidad, la *Artemia* ha encontrado un eficaz mecanismo ecológico de defensa contra la predación, así estos animales poseen el sistema osmorregulatorio más eficiente conocido en todo el reino animal; además son capaces de sintetizar eficazmente pigmentos respiratorios(hemoglobina) y poder hacer frente a los bajos

niveles de oxígeno disuelto que existen en los ambientes hipersalinos; finalmente estos animales tienen la capacidad de producir quistes en fase de latencia cuando las condiciones ambientales ponen en peligro la supervivencia de la especie. (Salgado, 2001, p. 23,24)

2.2.6. Parámetros para la eclosión de los quistes de *Artemia* sp.

2.2.6.1. Temperatura.

Se recomienda efectuar la eclosión entre 25 a 30°C. Por debajo de 25°C, la eclosión se hace lenta y por encima de 30 °C, el metabolismo interno se detiene irreversible. En lugares con fluctuaciones térmicas diarias o estacionales será conveniente tener mecanismos que aseguren una temperatura constante dentro de los límites señalados. (Salgado, 2001, p. 31)

2.2.6.2. Salinidad.

Generalmente se utiliza agua de mar (35 ppt), sin embargo con algunas cepas se puede obtener aumentos en la tasa de eclosión, a salinidades menores (hasta 5 ppt). Se puede trabajar la eclosión de los quistes dentro de estos límites. (Salgado, 2001, p. 31)

2.2.6.3. Oxígeno.

Para obtener una eclosión máxima, se debe tener la capacidad de poder mantener un nivel mínimo de oxígeno disuelto de 2 mg/l. Para este nivel, y una densidad de 5 gramos de quistes por litro, se debe asegurar un caudal de aire de 1 litro/minuto por cada 3 litro de capacidad del tanque de eclosión. (Salgado, 2001, p. 31)

2.2.6.4. Densidad de quistes.

Como se ha indicado anteriormente 5 gramos por litro debe ser la densidad máximo de quistes para ser eclosionados. (Salgado, 2001, p. 32)

2.2.6.5. Iluminación.

Se estima que una buena iluminación para el logro de una eclosión adecuada, se logra con una intensidad de 2 000 lux. Esto se consigue colocando dos tubos fluorescentes de 40 watts, en la superficie del tanque de eclosión. (Salgado, 2001, p. 32)

2.2.6.6. PH.

Debe mantenerse entre 7 y 8. Para niveles comerciales de densidades de 5 gramos de quistes por litro, será necesario de agregar 2 gramos por litro de NaHCO₃ (Bicarbonato de sodio), especialmente cuando se trabaja en salinidades bajas. (Salgado, 2001, p. 32).

2.2.7. Desarrollo del embrión.

Tras unas 24 horas, la membrana externa de los quistes se rompe y aparece el embrión rodeado de la membrana de eclosión. Durante las horas siguientes, el embrión abandona completamente la cáscara vacía a la cual permanece todavía unido. (Estado de "sombriilla")

Dentro de la membrana de eclosión se completa el desarrollo del nauplio, sus apéndices comienzan a moverse y en un breve periodo de tiempo la membrana de eclosión se rasga emergiendo el nauplio que nada libremente.

El primer estado larvario (también llamado estado I) mide entre 400 y 500 micras de longitud, tiene un color pardo anaranjado (por acumulación de reservas vitelinas) y posee tres pares de apéndices: el primer par de antenas (también llamadas anténulas y que tienen una función sensorial) el segundo par de antenas (con función locomotora y filtradora) y las mandíbulas (con una función de captación de alimento). Un único ocelo de color rojo también llamado ojo naupliar se encuentra situado en la cabeza entre el primer par de antenas. La cara ventral del animal se encuentra cubierta por un amplio labro que interviene en la toma de alimento (transfiriendo las partículas desde las setas filtradoras hasta la boca). El estado larvario I no se alimenta ya que su aparato digestivo no es todavía funcional (permaneciendo aún cerrados la boca y el ano).

Tras aproximadamente 24 horas, el animal muda al segundo estado larvario (también llamado estado II). Pequeñas partículas alimenticias (tales como células de microalgas, bacterias, detritus) con un tamaño que varía entre 1 y 40 micras son filtradas por el segundo par de antenas, siendo entonces ingeridas por un aparato digestivo ya funcional.

La larva continúa su crecimiento apareciendo diferenciaciones a lo largo de las 15 mudas. Así van apareciendo unos apéndices lobulares pares en la región torácica que se diferenciarán posteriormente en toracópodos, se desarrollan ojos complejos laterales a ambos lados del ojo naupliar. En adelante, se producen importantes cambios tanto morfológicos como funcionales, por ejemplo: las antenas pierden su función locomotriz y se transforman en elementos de diferenciación sexual. Los futuros machos desarrollan unos apéndices curvados y prensiles mientras que las antenas de las hembras degeneran en apéndices sensoriales, los toracópodos están ya completamente formados y presentan 3 partes funcionales: los telopoditos y endopoditos con acciones locomotrices y filtradoras y los exopoditos que actúan como branquias. Los adultos de *Artemia sp* miden hasta 10 mm de longitud en las poblaciones bisexuales y hasta 20 mm en las poblaciones partenogénicas. Los adultos se caracterizan por un cuerpo alargado con dos ojos complejos pedunculados, un aparato digestivo lineal, unas anténulas sensoriales y 11 pares de toracópodos funcionales.

El macho posee un par de piezas prensiles musculosas muy características (segundo par de antenas) en la región cefálica mientras que en la parte posterior del tórax se puede observar un par de penes. La hembra de *Artemia sp* no tiene apéndices distintivos en la región cefálica,

pero puede ser fácilmente reconocido por el saco ovífero o útero que está situado inmediatamente detrás del undécimo par de toracópodos.

Los huevos se desarrollan en dos ovarios tubulares situados en el abdomen, una vez maduros, los oviductos son visibles (también llamados sacos laterales). La precópula de los adultos se inicia cuando el macho sujeta a la hembra entre el útero y el último par de toracópodos, con sus antenas modificadas, curvadas, llamadas "claspers" Las parejas pueden nadar de esta forma durante largo tiempo en lo que se conoce como posición de monta ("paseo nupcial"), para lo cual mueven sus toracópodos de forma sincrónica. La cópula es un rápido acto reflejo: La parte ventral del macho se dobla hacia delante y uno de los penes es introducido en la abertura del útero fertilizando los huevos. En el caso de las hembras partenogénicas la fertilización no tiene lugar y el desarrollo embrionario comienza tan pronto como los huevos han llegado al útero.

Los huevos fecundados se desarrollan normalmente en nauplios nadadores (reproducción ovovovípara) que son depositados por la hembra. En condiciones extremas (salinidad elevada, desde salinidades de 80 ppt en cultivo, bajos niveles de oxígeno) las glándulas de la cáscara, (órganos parecidos a uvas situados en el útero), entran en actividad y acumulan un producto de secreción de color marrón (hematina). Los embriones solo se desarrollan hasta el estado de latencia o diapausa (parada reversible del metabolismo embrionario) y siendo liberados por la hembra (reproducción ovípara).

Los quistes generalmente flotan en las aguas hipersalinas y son llevados hasta las orillas donde se acumulan y se secan. Como resultado de este proceso de deshidratación el mecanismo de diapausa es desactivado permitiendo a los quistes recuperar su posterior desarrollo embrionario, una vez que son hidratados en condiciones óptimas de eclosión.

En condiciones adecuadas esta especie puede vivir varios meses, creciendo de nauplio a adulto en solo 8 días y reproduciéndose a una tasa de hasta 300 nauplios o quistes cada 4 días. (Salgado, 2001, p. 15 - 23).

2.2.8. Alimentación.

Artemia sp es un filtrador no selectivo obligado, por tratarse de un crustáceo primitivo no posee sustancias de reserva que le asegure un sustento energético por largos periodos de carencia, estando la actividad natatoria directamente relacionada con las actividades de su alimentación y respiración.

Su alimento se compone básicamente de microalgas que están presentes en los ambientes naturales hipersalinos (algunas especies de *Chateoceros*, *Dunaliella*, *Tretaselmis*, *Oscillatoria*, *Chlorella*, etc.), pero también ingieren partículas de detritus ricas en bacterias

halofílicas (*Pseudomonas*, *Halobacterium*, *Acinetobacter*, etc.) y toda una serie de alimentos microparticulados (levaduras, salvado de arroz, soja, maíz, etc.) como los que se usan en el caso de cultivos intensivos. (Flores, 2004, p. 17).

El típico aparato filtrador branquiópodo es muy especializado y consta de varios elementos:

- Gran labro glandular que se extiende posteriormente.
- Piezas bucales adaptadas a la manipulación y trituración (mandíbulas tipo ‘roller-grinding’) del bolo alimenticio y su conducción hacia la boca.
- Cámara filtrante delimitada lateral y posteriormente por los toracópodos, que baten constantemente en forma metacrónica, creando corrientes de agua; los nutrientes contenidos en estas corrientes son filtrados a través de las armaduras setosas de los toracópodos. El tamaño de las partículas consumidas depende del tamaño del tamiz que forma el entrecruzamiento de las sedas filtrantes.
- Surco medio esternal, como una canaleta entre las bases de los toracópodos; allí se va formando un bolo alimenticio en forma de cordón, el cual es aglutinado con mucus secretado por glándulas de las bases de los toracópodos y del surco ventral; el cordón mucoso es conducido anteriormente hacia las piezas bucales y la boca para ser triturado e ingerido. (Cohen, 2006, p. 5).

2.3. Definición de términos básicos.

2.3.1. Agua.

Recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la nación (Agua, 2009) (Ley de Recursos Hídricos, 2009).

2.3.2. Agua servida o residual.

Desecho líquido proveniente de las descargas por el uso de agua en actividades domésticas o de otra índole. (Salud, 2005) (D.S. N°023-2005- Vivienda, Artículo 4). Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud.

2.3.3. Aguas residuales domésticas.

Son aquellas de origen residencial, comercial e institucional que contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana. (Agua, 2009) (D.S. N°001- 2010-AG, Artículos 132.1 y 132.2). Reglamento de la Ley N° 29338, Ley De Recursos Hídricos.

2.3.4. Aguas residuales municipales.

Son aquellas aguas residuales domésticas que puedan incluir la mezcla con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial siempre que éstas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado. (Agua, 2009) (D.S. N°001- 2010-AG, Artículos 132.1 y 132.2). Reglamento de la Ley N°29338, Ley de Recursos Hídricos.

2.3.5. Aguas residuales y vertimientos.

Aguas residuales son aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo. (Agua, 2009) (D.S. N°001-2010-AG, Artículo 131.a y b). Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.

2.3.6. Aguas servidas tratadas o aguas residuales tratadas.

Aguas servidas o residuales procesadas en sistemas de tratamiento para satisfacer los requisitos de calidad señalados por la autoridad sanitaria en relación con la clase de cuerpo receptor al que serán descargadas o a sus posibilidades de uso. (D.S. N°023-2005-Vivienda, Artículo 4). Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento.

2.3.7. Calidad de agua.

Se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por actividades poblaciones y/o productivas (Agua, 2009) (Glosario de recursos hídricos – ANA, 2016).

2.3.8. Efecto.

Consecuencia por virtud de una causa. (Ambiente, 2016, p. 8)

2.3.9. Evaluación de efectos.

Análisis e inferencia de las posibles consecuencias en un organismo blanco específico, población o ecosistema, por la exposición a un factor en particular y basado en el conocimiento de la relación causa-efecto. (Ambiente, 2016, p. 9)

2.3.10. Clarificación.

Define como proceso en que las partículas se sedimentan en un gran tanque sin agitación y produce agua más clara como afluente. (Galvan Meras, 2013, p. 71)

2.3.11. Parámetro.

Cualquier elemento, sustancia o propiedad física, química o biológica del efluente líquido de actividades minero-metalúrgicas que define su calidad y que se encuentra regulado por el presente Decreto Supremo. (MINAM, 2010) (D.S. N°010-2010-MINAM, Artículo 3.8).

Aprueba Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de las actividades minero metalúrgicas.

2.3.12. *Artemia sp.*

Artemia sp son camarones minúsculos de cuerpo blando, dotados de apéndices torácicos en forma de hoja, de colores carmelitas y transparentes a la luz; pertenecen al Phylum Arthropoda, clase Crustacea, subclase Branchiopoda (debido a las funciones locomotoras, respiratorias y filtradoras que ejercen) y de orden Anostraca (debido a la ausencia de caparazón rígido). Se conocen comúnmente camarón de salmuera o artemia, también llamado “monos de mar” o “brine shrimp” en inglés. Habita en ecosistemas salinos y salobres, caracterizados por su escasa diversidad biológica y por la casi ausencia de predadores. Los hábitats naturales comprenden salinas, lagos salados, estuarios y humedales salobres.

Las artemias se caracterizan por su gran capacidad de adaptación y tolerancia a muy diversas condiciones ecológicas, pueden desarrollarse a temperaturas entre 6 y 35°C y generalmente se alimentan de algas y bacterias. (Pino y Jorge, 2010, p. 4)

2.4. Hipótesis

Ha: Si se utiliza *Artemia sp* entonces existirá efecto sobre los parámetros físicos y microbiológicos de las aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.

Ho: Si se utiliza *Artemia sp* entonces no existirá efecto sobre los parámetros físicos y microbiológicos de las aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.

III. Materiales y métodos

3.1. Variables y operacionalización de variables

3.1.1. Variables.

VI: Efecto de la *Artemia sp.*

VD: Muestra de agua residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.

3.1.2. Operacionalización.

Tabla 3. Operacionalización de variables.

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Unidad de medida
VI: Efecto de la <i>Artemia sp</i>	La exposición a un factor en particular y basado en el conocimiento de la relación causa-efecto. (Ambiente, 2016, p. 9)	Eclosión de los quistes de <i>Artemia sp</i> en condiciones in vitro.	Temperatura	°C
			Salinidad	g/l
			PH	Valor de pH
			Iluminación	Lux
			Tiempo	24 a 48 h
		Desarrollo de los nauplios y sus fases hasta adultas.	Temperatura	°C
			Salinidad	g/l
			PH	Valor de pH
			Tiempo	13 días
			VD: Muestra de agua residual de la laguna de estabilización en Santa Rosa.	Condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas. (ANA, 2016, p. 245)
Turbidez	UNT			
Parámetros Microbiológico	Bacterias	NMP/ mL		

Fuente: Elaboración del investigador.

3.2. Tipo de estudio y diseño de investigación

Siendo la investigación de tipo descriptiva - aplicada, de diseño experimental de tipo pre experimental.

3.3. Población y muestra de estudio

Población.

El agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa con un volumen de 8487.118 m³.

Muestra.

La muestra para este estudio será la cantidad de 5 litros de agua de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.

3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Instrumentos y equipos.

Balanza analítica digital.

Bomba de aire.

3.4.2. Materiales.

Una botella de polietileno de alta densidad (plástico) 2lt a más.

Sal marina.

Foco de 60 watts (su función como calentador).

Extensión.

Mangueras siliconadas.

Difusores.

11/2 de agua reposada.

Dos peceras.

Linterna.

Paquete de quistes de *Artemias franciscanas*.

3.5. Obtención de la *Artemia sp* – técnica de eclosión de los nauplios.

Existen técnicas estandarizadas que funcionan en forma bastante simple cuando se trata de pequeñas cantidades al nivel de laboratorio, en las cuales se tienen en cuenta los factores abióticos que deben acompañar a la eclosión como se encuentra en la muestra in vitro. Para una eficiente eclosión se tuvo en cuenta los siguientes parámetros: temperatura, salinidad,

oxigenación, iluminación, pH, cantidad de agua para la eclosión y la cantidad de quistes de *Artemia sp.*

Con los materiales presentados se dispuso de un recipiente en este caso de la botella de plástico, recortando la base de la botella dejando tan solo 3/4 desde la tapa hasta la base recortada, se mantuvo a la botella de forma perpendicular teniendo como superficie a la parte recortada, se colocó a una base o mesa donde se realizó la eclosión, teniendo listo el recipiente se vertió el agua reposada, se le agregó la sal marina aproximadamente 32g/L de agua obteniendo una solución salmuera.

Para obtener la temperatura ideal se recomienda efectuar la eclosión entre 25 a 30 °C. Por debajo de 25 °C, la eclosión se hace lenta y por encima de 30 °C, el metabolismo interno se detiene irreversible, para evitar deficiencias en la eclosión se incorporó en el recipiente un foco de bombilla de 60 watts como calentador a una altura promedio lo cual permitió mantener la temperatura a 25 °C, teniendo en cuenta la temperatura exterior manteniendo los límites señalados.

Para obtener una eclosión máxima, se debe tener la capacidad de poder mantener una oxigenación homogénea y constante que se obtuvo de la bomba de aire a través de la manguera a siliconadas y del difusor; colocó el tubo de aeración desde el fondo del recipiente, para poder así asegurar un movimiento turbulento de todos los quistes en la solución.

Se estimó que una buena iluminación para el logro de una eclosión eficiente, se logra con una intensidad de 2 000 lux. Esto se consiguió colocando dos un foco de bombilla de 60 watts, en la superficie del recipiente de eclosión y para su pH se mantuvo entre 7 y 8. Teniendo en cuenta todos estos aspectos se insertó aproximadamente 5 g por litro que debe ser la densidad máxima de quistes para ser eclosionados.

La cosecha se efectuará entre 24 y 48 horas dependiendo de las características de la cepa. Para esto, se detiene la aeración, esperando 5 minutos para que las cáscaras vacías se ubiquen en la superficie del tanque. Para recoger los nauplios, se sugiere oscurecer la parte superior del tanque con una tela o plástico negro, dejando libre la mitad inferior de este. Así, los nauplios se dirigirán hacia el fondo, de donde pueden ser extraídos.

Los nauplios obtenidos como resultado de la incubación de los quistes son transferidos a una de las peceras con las mismas características y de acuerdo con los parámetros de la solución donde se eclosionaron. En los próximos 12 días se observó las fases de nauplio hasta adulto, estando en esta fase se preparó a la *Artemia sp* donde se introdujo a la muestra del agua residual de la laguna de estabilización.

Posteriormente se observó el potencial de la *Artemia sp* en los parámetros físicos y microbiológicos de la muestra del agua residual de la laguna de estabilización, de esta manera por medio de la filtración no selectiva de la *Artemia sp* se determinó la eficacia de esta, donde se desarrolló en el laboratorio de la Universidad de Lambayeque.

3.6. Toma de muestras de agua.

El procedimiento de muestreo está basado en el Protocolo Nacional de la Calidad de los Recursos Hídricos superficiales de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2016.

El muestreo se hizo lo más cercano de la laguna, antes de realizar la toma de muestras se colocó guantes descartables, mascarilla, guardapolvo y casco. Posteriormente se buscó un punto donde fue de fácil acceso, donde la corriente sea homogénea y poco turbulenta. Antes del inicio de toma de muestras se enjuago el recipiente con agua del punto de muestreo, en sentido contrario a la corriente, como mínimo dos veces, luego para la toma de muestras se extendió el brazo y sumergió el recipiente a una profundidad aproximada de 20 a 30 cm desde la superficie en dirección opuesta al flujo de la laguna. Se tapó luego se colocó a las muestras recolectadas sus respectivas etiquetas de identificación.

Los recipientes se almacenaron dentro de una caja térmica (cooler) para su conservación, las muestras recolectadas se analizaron en los parámetros físicos y parámetros microbiológicos (bacterias) (antes de introducir a la *Artemia sp* y determinar su eficiencia en filtración de las muestras), donde se realizó en el laboratorio.

3.7. Procesamiento de datos y análisis estadístico

Para el procesamiento de realización de la información del presente estudio de investigación se utilizó el Software Word 2013, para la elaboración de tablas y gráficos se utilizó la hoja de cálculo Excel 2013, permitiendo plasmar los resultados satisfactoriamente.

IV. Resultados

En el presente capítulo se realizan los resultados obtenidos a través de los instrumentos utilizados en la investigación, los cuales se muestran a continuación teniendo en cuenta los objetivos planteados:

4.1. Describir las diferentes fases de crecimiento de la *Artemia sp* in vitro.

Para poder describir las fases de crecimiento de la *Artemia sp* in vitro se realizó la eclosión de los quistes de *Artemia franciscana* (la cual se utilizó en este proyecto) se logró una eclosión eficiente manejando los parámetros como temperatura, salinidad, oxigenación, iluminación y pH expuestos en este proyecto de investigación y de igual manera los materiales para este fin.

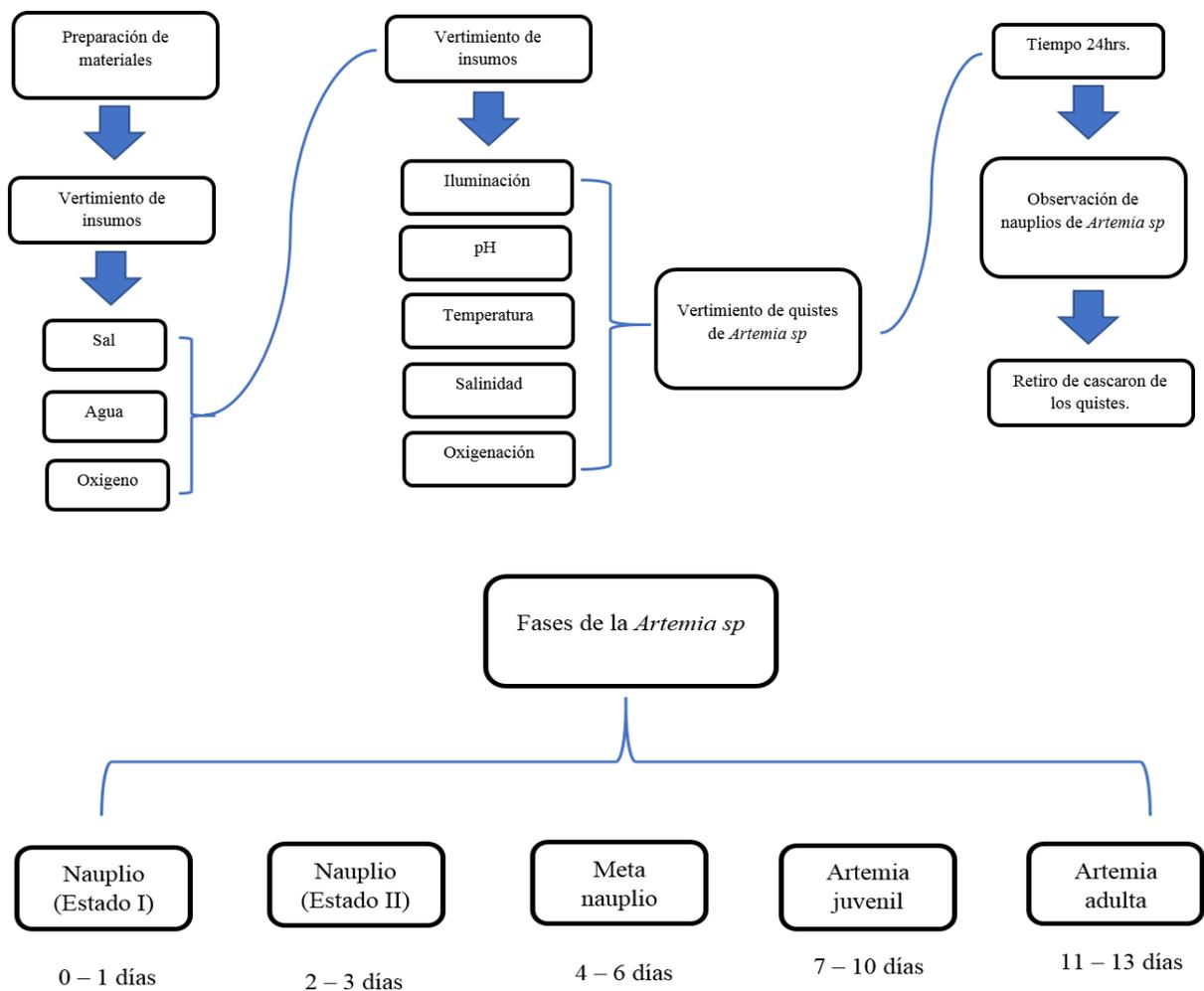


Figura 1. Eclosión y fases de crecimiento de la *Artemia sp* in vitro
Fuente: Elaboración del investigador.

Se utilizó una botella de plástico (polietileno de alta densidad) de 7lt para poder tener una mayor manipulación, se hizo un corte en la base de la botella donde se dispuso 3/4 desde la tapa hasta la base recortada donde se mantuvo de forma perpendicular teniendo como base la tapa y como superficie la parte recortada, se colocó en una base la cual mantuvo a la botella estable. Teniendo lista la botella se preparó 3lt de agua reposada la cual se le agrego respectivamente por litro 32 g. de sal marina utilizando una balanza digital, obteniendo una solución salmuera que fue vertida en la botella.

Con la solución salmuera en la botella se colocó un foco de bombilla de 60 watts (luz amarilla) acondicionándolo a una altura aproximadamente de 20 cm desde la superficie del agua hasta la ampolla del foco de esta manera se obtuvo la temperatura de 26 °C y una iluminación adecuada respectivamente; para su oxigenación se utilizó una manguera siliconada con diámetro de 4-6 mm conectada a un extremo a de la bomba de aire (aireador) y al otro extremo a una piedra difusora introduciendo esta hasta el fondo de la botella la cual permitió que el burbujeo sea homogéneo a su vez se mantuvo un pH promedio entre 7 y 8, de esta manera se logró cumplir eficientemente con los parámetros para la eclosión.

Con los parámetros expuestos se vertió en la botella los quistes (5g) de *Artemia franciscana*; la eclosión se efectuó pasadas las 24 horas después de que se vertiera los quistes, se detuvo la aeración de 3 a 5 minutos para que los cascarones vacíos se ubiquen en la superficie de la botella y posteriormente se cubrió la superficie con una tela oscura y con la linterna se ilumino la base de la botella atrayendo a los nauplios ya que estos tienen fototaxis lo cual son atraídos por la luz, esto se hizo con el fin de recoger los cascarones, de este modo se pudo observar mejor a los nauplios eclosionados.

De igual forma que con los 5g de quistes de *Artemia franciscana* también se realizó la incubación con 10 g de quistes empleando los mismos parámetros.

En su fase de nauplio estado I se observó un color anaranjado pardusco esto porque en este estado acumulan reservas vitelinas, posee tres pares de apéndices las cuales les permiten tener función sensorial, locomotora, filtradora la cual les permite desplazarse en todo su medio y de captación de alimento.

En su fase de nauplio estado II se observó la misma coloración y aumento de los apéndices que se diferencian de los toracópodos sientos estos más visibles.

En su fase de metanauplio se observó el desarrollo más completo de los ojos laterales a ambos lados del ojo naupliar, desarrollo y aumento de los demás apéndices esto le permite ser más rápido en su desplazamiento.

En su fase juvenil se observó los toracópodos están completamente formados los cuales son: los telopoditos y endopoditos que les ayuda en la locomotriz y filtración; los exopoditos los cuales funcionan como branquias.

En su fase adulta se observó su desarrollo completo teniendo una longitud de 1.5 cm aproximadamente teniendo un cuerpo alargado con anténulas sensoriales y 11 pares de toracópodos funcionales pero la diferencia más notable es la morfología tanto del macho como de la hembra, ya que el macho cuenta con un par de pinzas prensiles muy notorias en la zona craneal mientras que en las hembras puede ser fácilmente visible por el saco uterino que está ubicado detrás del último de los toracópodos.

4.2. Se evaluó los parámetros físicos y microbiológicos en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa antes de aplicar la *Artemia sp.*

Se realizó el análisis a los parámetros físicos y microbiológicos en la muestra recolectada de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa antes de la aplicación de la *Artemia sp.*

Tabla 4. *Análisis de los parámetros físicos y microbiológicos iniciales del agua residual de la laguna de estabilización, distrito de Santa Rosa.*

Parámetros	Análisis
Físicos - Microbiológicos	Resultados
	Muestra Testigo
Color Verdadero (UC)	700
Turbidez (NTU)	1575
Coliformes Totales (NMP/mL)	93000

Fuente: Elaboración del investigador.

Se obtuvo en el análisis que el parámetro físico de turbidez y color verdadero tuvieron los siguientes valores 1575 NTU y 700 UC respectivamente, y en el parámetro microbiológico en coliformes totales se obtuvo el valor de 93000 NMP/mL.

Con los valores obtenidos en el análisis de los parámetros físicos y microbiológicos de la muestra inicial antes de aplicar la *Artemia sp.*, se determinara el efecto filtrador de este microcrustaceo en el agua residual, con los valores posteriores en los análisis que se obtuvieron después de la aplicación de la *Artemia sp.* en el agua residual con las cantidades de 5g y 10g respectivamente.

4.3. Se evaluó las aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa al momento de agregarle la *Artemia sp.*

Tabla 5. Evaluación las aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa al momento de agregarle la *Artemia sp.*

Pasos	
1° Vertimiento de la <i>Artemia sp.</i>	Se efectuó de la siguiente manera, teniendo listas las muestras de agua residual de la laguna de estabilización del distrito de Santa Rosa, se hizo una división en la pecera donde se vertió en ambos lados 5lt respectivamente donde se introdujo la <i>Artemia sp</i> en su fase adulta, en el lado izquierdo los 5g de quistes que fueron eclosionados y en el lado derecho 10g de quistes que fueron de igual manera eclosionados hasta su fase final.
2° Desplazamiento y adaptación de la <i>Artemia sp.</i>	Al momento de agregar la <i>Artemia sp</i> se observó el desplazamiento y adaptación de esta en su nuevo ambiente acuático durante las primeras 24 horas, dadas las condiciones en las que se encontraba ya que visiblemente la coloración del agua residual de la laguna de estabilización es blanquecinas rosáceas.
3° Disminución del olor, turbidez y coloración.	Al tercer día el olor de las dos muestras de agua residual disminuyo gradualmente, la turbidez y coloración de igual manera, pudiendo observar en la parte superior de las muestras la disminución en estos parámetros. Al quinto día el olor de las dos muestras de agua residual ya no era perceptible en el ambiente, la turbidez y coloración de igual manera al grado de que era fácil divisar el desplazamiento de la <i>Artemia sp</i> a través del agua residual.
4° Potencial efecto filtrador de la <i>Artemia sp</i>	Al séptimo día las dos muestras de agua residual no presentaban ningún olor y la coloración era transparente por lo que se pudo observar y comprobar el potencial efecto filtrador de la <i>Artemia sp</i> en el agua residual del distrito de Santa Rosa, posteriormente se hizo la recolección de las muestras de agua residual en los recipientes expuestos para los parámetros físicos como también para los microbiológicos a las de 5g y las de 10g de <i>Artemia sp</i> para ser analizadas en el laboratorio correspondiente.

Fuente: Elaboración del investigador.

4.4. Se evaluó los parámetros físicos y microbiológicos después de la aplicación de la *Artemia sp* en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa

Se realizó el análisis a los parámetros físicos y microbiológicos en la muestra recolectada de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa después de la aplicación con las cantidades 5 g y 10 g respectivamente de *Artemia sp*.

Tabla 6. *Análisis de los parámetros físicos y microbiológicos del agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa con la cantidad de 5g de Artemia sp*

Parámetros	Análisis
	Resultados
Físicos - Microbiológicos	Muestra Cantidad 5 g
Color Verdadero (UC)	69
Turbidez (NTU)	67.5
Coliformes Totales (NMP/mL)	460

Fuente: Elaboración del investigador.

Tabla 7. *Análisis de los parámetros físicos y microbiológicos del agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa con la cantidad de 10g de Artemia sp*

Parámetros	Análisis
	Resultados
Físicos - Microbiológicos	Muestra Cantidad 10 g
Color Verdadero (UC)	72
Turbidez (NTU)	77.5
Coliformes Totales (NMP/mL)	79

Fuente: Elaboración del investigador.

Se obtuvo que en el parámetro físico de turbidez y color verdadero tuvieron los siguientes valores 67.5 NTU y 69 UC respectivamente, en el parámetro microbiológico en coliformes totales se logró el valor de 460 NMP/mL esto en la muestra con 5g de *Artemia sp* y en la muestra con 10g de *Artemia sp* se obtuvo que en el parámetro físico de turbidez y color verdadero tuvieron los siguientes valores 77.5 NTU y 72 UC respectivamente, en el parámetro microbiológico en coliformes totales se logró el valor de 79 NMP/mL.

Con los resultados obtenidos en los análisis se demostró que si hay un efecto positivo en cuanto a los parámetros físicos y microbiológicos a los fue expuesta la *Artemia sp* en las muestras de agua residual de la laguna de estabilización del distrito de Santa Rosa, comprobando la eficiencia del microcrustaceo *Artemia sp* como biofiltrador no selectivo.

4.5. Se comparó los parámetros físicos y microbiológicos antes y después de la aplicación de la *Artemia sp* en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.

Se comprobó los parámetros físicos y microbiológicos obtenidos en los análisis de las muestras recolectadas de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa del testigo con las muestras a las que se les aplico la *Artemia sp* con dosis de 5g y 10 g.

Tabla 8. Comparación de los análisis en los parámetros del agua residual de las muestras testigo, cantidad de 5g de *Artemia sp* y cantidad de 10g de *Artemia sp*

Parámetros	Muestras		
	Testigo	Cantidad (5 g)	Cantidad (10 g)
Físicos - Microbiológicos			
Color Verdadero (UC)	700	69	72
Turbidez (NTU)	1575	67.5	77.5
Coliformes Totales (NMP/mL)	93000	460	79

Fuente: Elaboración del investigador.

Se observó la comparación de las tres muestras teniendo como resultado una gran diferencia entre la muestra testigo y las muestras a las que se aplicó la *Artemia sp* la cual se obtuvo gran eficiencia con las dosis aplicadas a las muestras tanto a las de 5g como a las de 10g respectivamente.

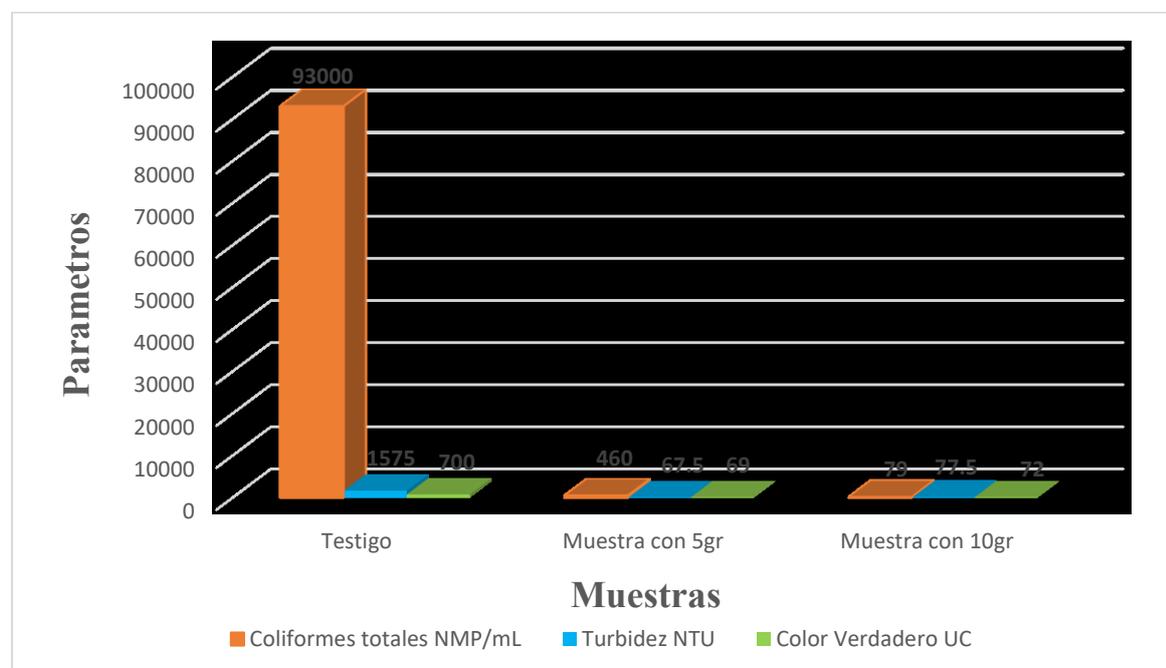


Figura 2. Análisis de los parámetros físicos y microbiológicos de las muestras antes y después de aplicar la *Artemia sp*.

Fuente: Elaboración del investigador.

En la figura 2 se presenta la comparación de los valores de los parámetros físicos y microbiológicos de las muestras (testigo, muestra 5g, muestra 10g) obtenidos del antes y después de la aplicación de la *Artemia sp*, donde en las muestras 5g y 10g a las cuales se les aplico la *Artemia sp* se observa gran eficiencia y reducción en coliformes totales (NMP/mL), turbidez (NTU) y color verdadero (UC) a comparación con la muestra testigo la cual no se le aplico ninguna dosis.

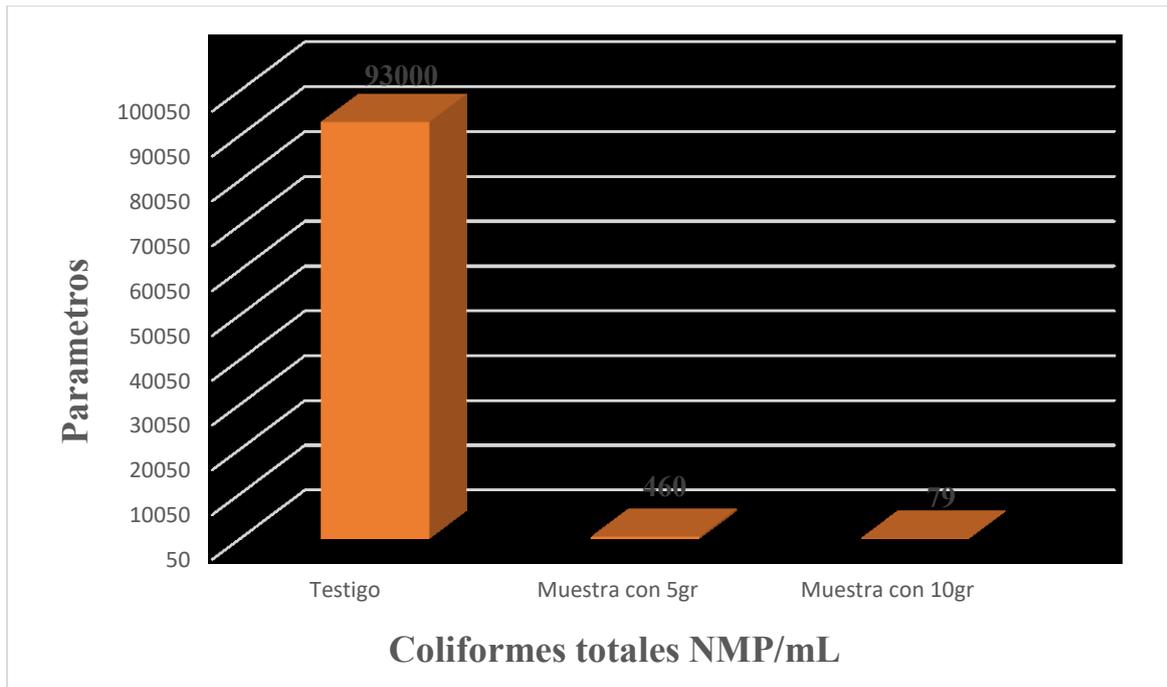


Figura 3. Análisis de Coliformes totales del agua residual antes y después del tratamiento.
Fuente: Elaboración del investigador.

En la figura 3 se observa la comparación de los valores de los parámetros en este caso Coliformes totales (NMP/mL) de las tres muestras (testigo, muestra 5g, muestra 10g) de las cuales se aplicó la *Artemia sp* en las muestras 5g y 10g donde se obtuvo una disminución positiva a comparación con la muestra testigo la cual no se aplicó ninguna dosis.

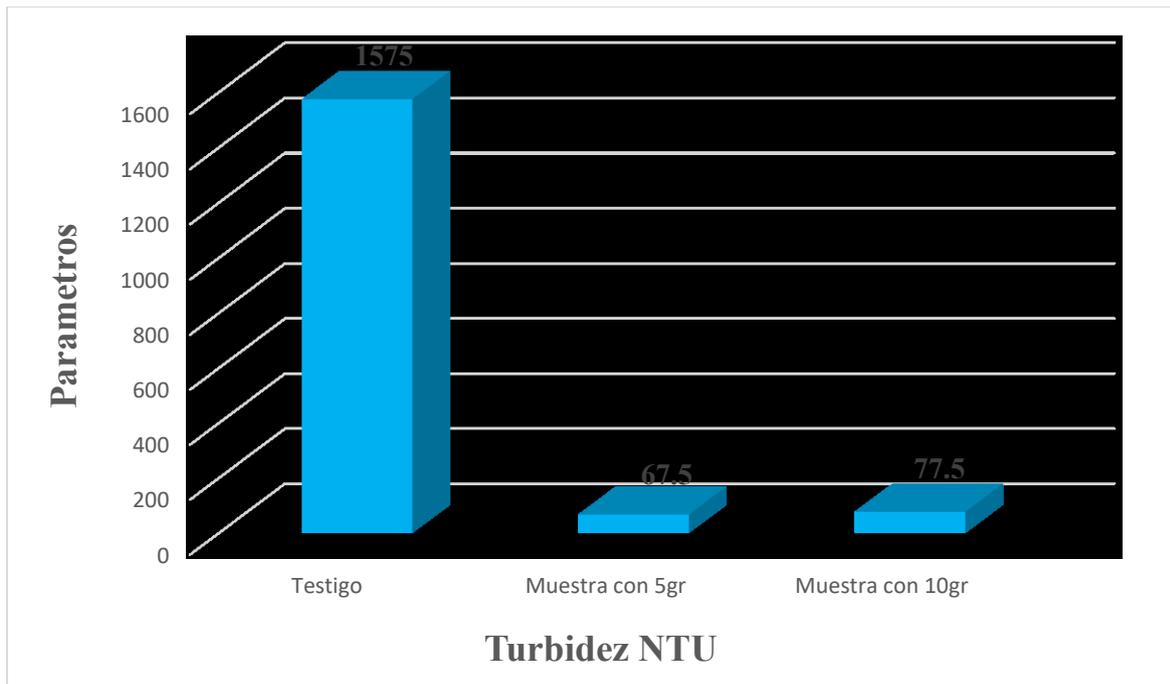


Figura 4. Análisis de Turbidez del agua residual antes y después del tratamiento.
Fuente: Elaboración del investigador.

En la figura 4 se observa la comparación de los valores de los parámetros en este caso Turbidez (NTU) de las tres muestras (testigo, muestra 5g, muestra 10g) de las cuales se aplicó la *Artemia sp* en las muestras 5g y 10g donde se obtuvo una disminución positiva a comparación con la muestra testigo la cual no se aplicó ninguna dosis.

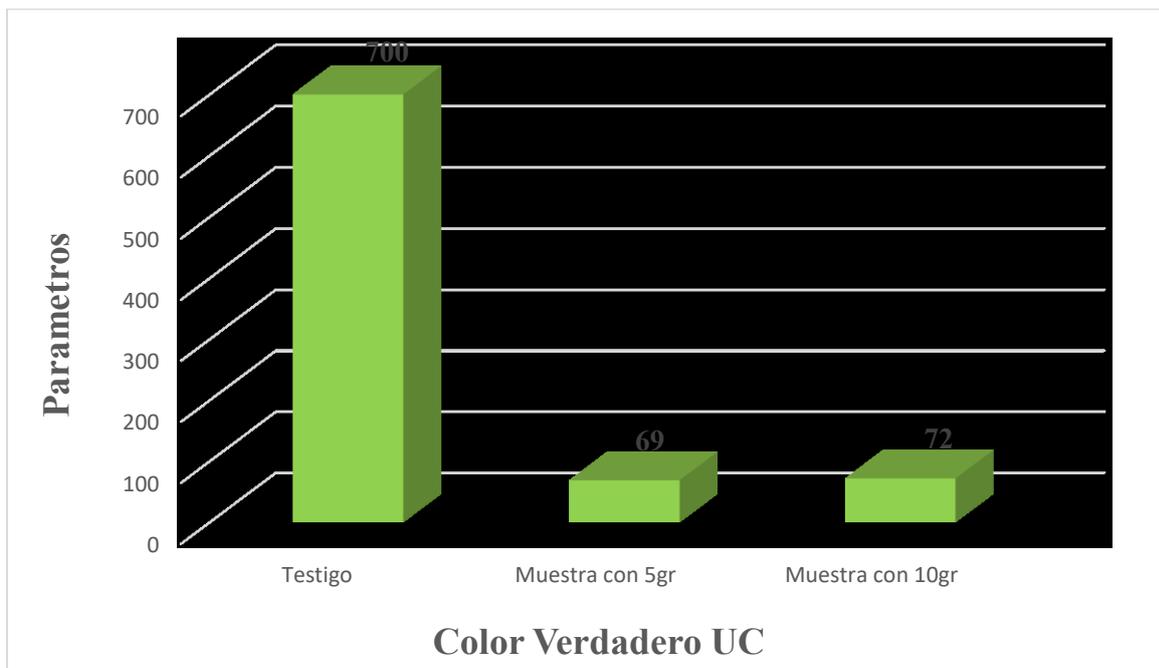


Figura 5. Análisis de Color verdadero del agua residual antes y después del tratamiento.
Fuente: Elaboración del investigador.

En la figura 5 se observa la comparación de los valores de los parámetros en este caso Color verdadero (UC) de las tres muestras (testigo, muestra 5g, muestra 10g) de las cuales se aplicó la *Artemia sp* en las muestras 5g y 10g donde se obtuvo una disminución positiva a comparación con la muestra testigo la cual no se aplicó ninguna dosis.

Tabla 9. Porcentaje de coliformes totales en las muestras de aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.

Muestras	Cantidad de <i>Artemia sp</i> en g	Coliformes Totales (NMP/mL)	Porcentaje (%) de Disminución
Muestra testigo	0	93000	0,00%
Muestra (5 g)	0,5	460	99.51%
Muestra (10 g)	0,10	79	99.91%

Fuente: Elaboración del investigador.

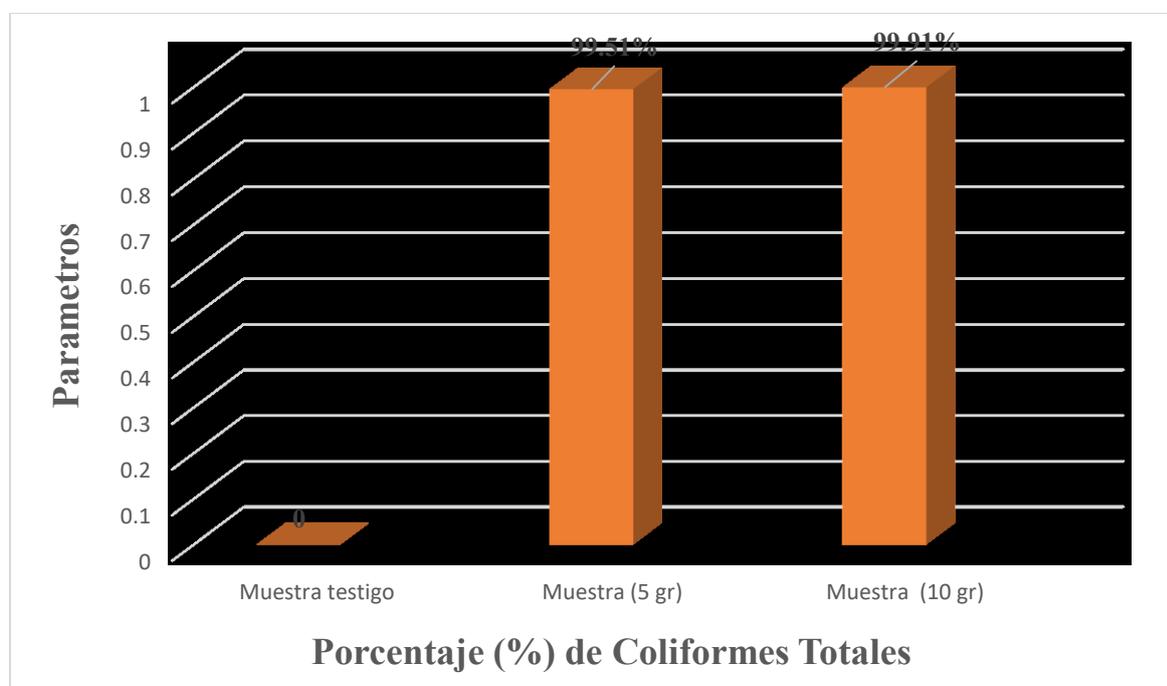


Figura 6. Porcentaje de coliformes totales en las muestras.

Fuente: Elaboración del investigador.

En la tabla 9 y la figura 6 se presenta los porcentajes de eficiencia en la reducción de los parámetros en este caso de Coliformes totales de las muestras (testigo, muestra 5gr, muestra 10gr) a las que se le aplicó la *Artemia sp* en las muestras 5g y 10g donde se obtuvo una remoción considerable de 99.51% y 99.91% respectivamente.

Tabla 10. Porcentaje de turbidez en las muestras de aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.

Muestras	Cantidad de <i>Artemia sp</i> en gr	Turbidez (NTU)	Porcentaje (%) de Claridad
Muestra testigo	0	1575	0,00%
Muestra (5 g)	0,5	67.5	95.72%
Muestra (10 g)	0,10	77.5	95.08%

Fuente: Elaboración del investigador.

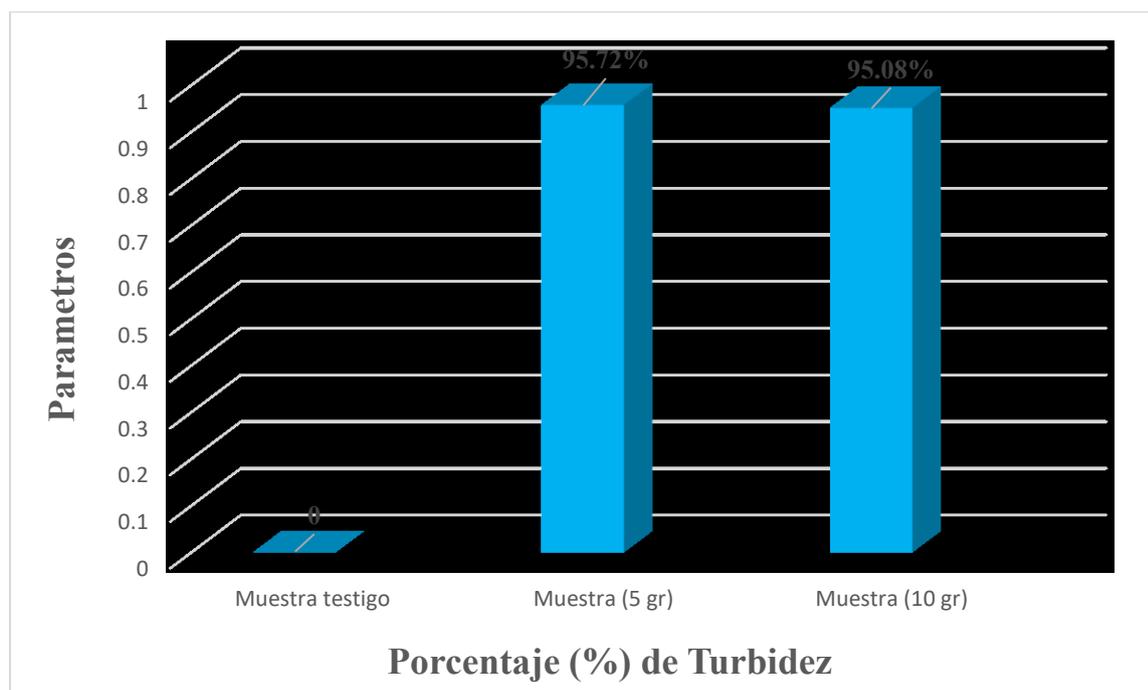


Figura 7. Porcentaje de Turbidez en las muestras.

Fuente: Elaboración del investigador.

En la tabla 10 y la figura 7 se presenta los porcentajes de eficiencia en la reducción de los parámetros en este caso de Turbidez de las muestras (testigo, muestra 5g, muestra 10g) a las que se le aplicó la *Artemia sp* en las muestras 5g y 10g donde se obtuvo una remoción considerable de 95.72% y 95.08% respectivamente.

Tabla 11. Porcentaje de color verdadero en las muestras de aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.

Muestras	Cantidad de <i>Artemia sp</i> en gr	Color Verdadero (UC)	Porcentaje(%) de Claridad
Muestra testigo	0	700	0,00%
Muestra (5 g)	0,5	69	90.15%
Muestra (10 g)	0,10	72	89.72%

Fuente: Elaboración del investigador.

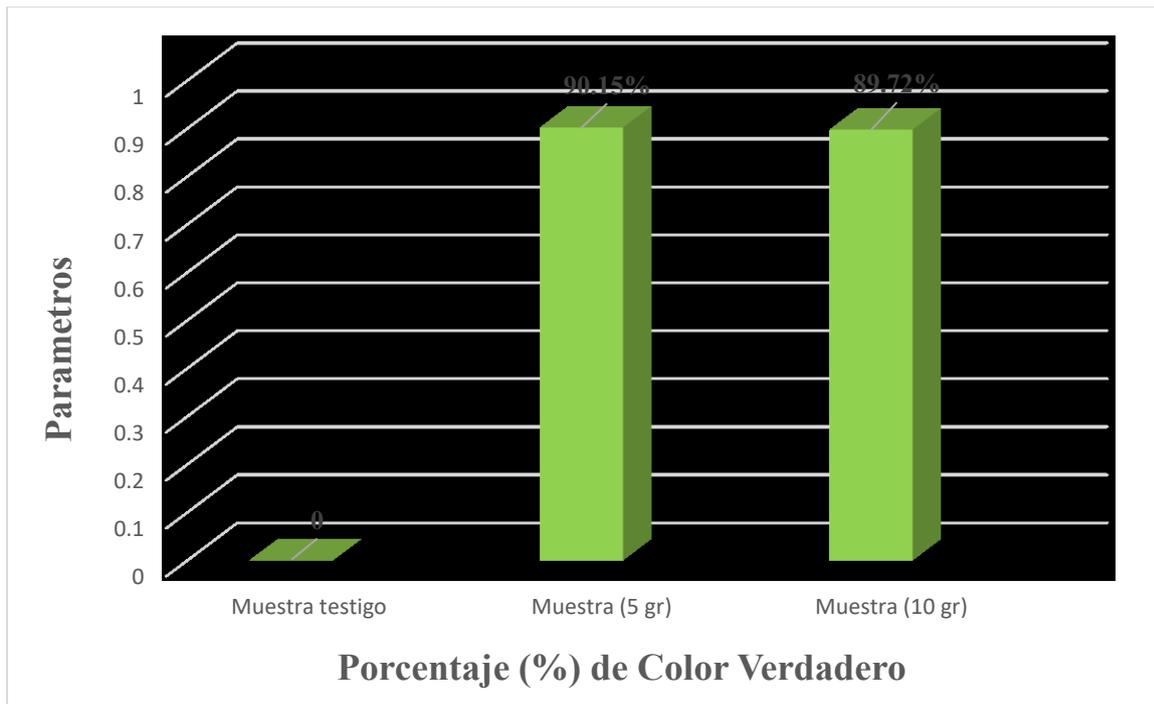


Figura 8. Porcentaje de Color Verdadero en las muestras.

Fuente: Elaboración del investigador.

En la tabla 11 y la figura 8 se presenta los porcentajes de eficiencia en la reducción de los parámetros en este caso de Color verdadero (UC) de las muestras (testigo, muestra 5g, muestra 10g) a las que se le aplicó la *Artemia sp* en las muestras 5g y 10g donde se obtuvo una remoción considerable de 90.15% y 89.72% respectivamente.

V. Discusión

Su importancia de la *Artemia sp* especialmente en la fase de nauplios, se emplea para la acuicultura como alimento vivo para el incremento comercial (en incubadoras) en numerosas especies de peces y mariscos. Se usa para tratar varias enfermedades endocrinas y reumáticas. El agua salada o salobre de la arcilla del lago Ursu heliotérmico incluyen hormonas expulsadas por el estrógeno y la progesterona por la *Artemia sp*, que se usan para tratar enfermedades ginecológicas como la infertilidad. La resistencia de estos crustáceos hace que sean perfectos para el estudio de muestras en pruebas de toxicidad. Aunque la *Artemia sp* se usó principalmente en pruebas de toxicidad que implican compuestos bioactivos de esencia de flora, hoy podemos ver su aplicación difundida a otras pruebas que exploran hallar toxicidad en actuales productos naturales, productos metabólicos tóxicos generados por hongos, compuestos metálicos, pesticidas e hidrocarburos. (Guadamuz, 2015).

Al ser un filtrador no selectivo y teniendo un potencial como tal la *Artemia sp* es más utilizada como alimento vivo en la acuicultura y ensayos de toxicidad lo cual impide su desarrollo y estudios en otros campos de investigación.

Define que la *Artemia sp* es un filtrador no selectivo forzado, ya que es un crustáceo primitivo, no tiene sustancias de reserva que le garanticen el soporte energético durante largos tiempos de ausencia, siendo la actividad de natación que está directamente relacionada con las actividades de alimentación y respiración. Su alimentación consiste esencialmente de microalgas que se encuentran en medios hipersalinos naturales (algunas especies de Chateoceros, Dunaliella, Tretaselmis, Oscillatoria, Chlorella, etc.), pero también absorbe partículas de detritos ricos en bacterias halófilas (*Pseudomonas*, *Halobacterium*, *Acinetobacter*, etc.) y también conjuntos de alimentos microparticulados (levadura, salvado de arroz, soja, maíz, etc.) como los que se emplea para cultivos intensivos. (Flores, 2004).

En cuanto a su alimentación en su desarrollo algunos autores hacen referencia como en este caso que se puede alimentar con levaduras, almidón, suero de soya, etc. Pero se tiene mejores resultados y siendo el más favorable con la espirulina en sus primeras etapas.

Se hicieron las discusiones de estos autores en particular por lo que en los antecedentes de este proyecto de investigación son recurrentes los puntos de biofiltración de la *Artemia sp* y su aprovechamiento como biomasa.

VI. Conclusiones

Se consiguió describir las diferentes fases de crecimiento de la *Artemia sp* in vitro con los parámetros expuestos para la incubación y posteriormente su eclosión de los quiste pasando de nauplio hasta adulto.

Se logró evaluar los parámetros físicos y microbiológicos en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa antes de aplicar la *Artemia sp*, la cual fue analizada obteniendo los valores en turbidez 1575 NTU, color verdadero 700 UC y coliformes totales 93000 NMP/mL.

Se logró evaluar las aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa al momento de agregarle la *Artemia sp*, donde se observó la adaptación, su desplazamiento y efecto positivo al aclarar estas aguas.

Se logró evaluar los parámetros físicos y microbiológicos después de la aplicación de la *Artemia sp* en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa. La cual fue analizada obteniendo los valores en turbidez 67.5 NTU, color verdadero 69 UC y coliformes totales 460 NMP/mL para la cantidad de 5g de *Artemia sp* y para la cantidad de 10 g de *Artemia sp* los valores en turbidez 77.5 NTU, color verdadero 72 UC y coliformes totales 79 NMP/mL.

Se concluyó que al comprobar los análisis de los parámetros físicos y microbiológicos antes y después de la aplicación de la *Artemia sp* en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización del distrito de Santa Rosa, su efecto es positivo y eficiente como biofiltrador no selectivo con mejor resultado la cantidad de 10g de *Artemia sp*.

VII. Recomendaciones

Para una buena incubación y posteriormente una eficiente eclosión al tener bien definidos los rangos de los parámetros en la temperatura, oxigenación, salinidad, pH e iluminación los cuales proporcionan resultados satisfactorios desde la eclosión del nauplio hasta la fase de adulto, en cuanto a la alimentación es favorable la micro alga espirulina.

Se recomienda la investigación de los análisis en parámetros químicos, DBO5, DQO y de más parámetros a estudios similares a este, para determinar su potencial en la disminución de estas en la calidad del agua a tratar.

Verificar la aplicación con mayor cantidad de *Artemia sp*, para determinar si a mayor cantidad se obtienen mejores resultados y es más eficiente el efecto de filtración del agua a tratar, utilizando diferentes metodologías.

Se recomienda la investigación de las propiedades de este microcrustaceo *Artemia sp* como biofiltrador no selectivo el cual tiene potencial para clarificar el agua, ya que solo lo limitan en gran mayoría a ser alimento vivo en la acuicultura.

Se sugiere seguir empleando la *Artemia sp* en estudios posteriores, por lo que tiene un efecto positivo en la clarificación del agua, teniendo en cuenta que se podría utilizar otros biofiltradores y comprobar su eficiencia.

VIII. Referencias bibliográficas

- (ANA), A. N. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hidricos Superficiales*. Lima - Peru: ANA.
- Agua, A. N. (2009). *Ley de recursos hidricos*. Lima.
- Ambiente, M. d. (2016). *Glosario de Terminos Sitios Contaminados* . Lima : Direccion General de Calidad Ambiental .
- ANA, A. N. (2016). *Glosario de Recursos Hidricos*. Lima .
- Barcelo, L. d., & Lopez de Alda, M. J. (2014). *Contaminacion y calidad quimica del agua: el problema de los contaminantes emergentes* . Barcelona .
- Cisneros, R. (2002). *Produccion semi-intensiva de biomasa de Artemia franciscana Kellog 1906 (cepa Virrila, Perú) utilizando diferentes dietas*. Lima.
- Cohen, R. (2006). *Los anostracos, ejemplo de una compleja estrategia de supervivencia* . Buenos Aires .
- Flores, J. (2004). *Efecto de la tasa de crecimiento de Artemia sp (Cepa Virrila) sustituyendo parcialmente la dieta agal con diferentes concentraciones de harina de "maca"(Lepidum meyenii Walp)*. Lima.
- Galvan Meras, F. J. (2013). *Diccionario Ambiental y de Asignaturas Afines* . Mexico.
- Guadamuz, G. (2015). *Evaluacion del fungicida VONDOZEB 80WP, utilizando como bioindicadores Allium cepa, Artemia sp*. Managua .
- Medina Muñoz, C., & Barboza Alcantara, E. (2018). *EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACION CONSTRUIDAS EN LOCALIDADES REPRESENTATIVAS EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, PERIODO 2015*. Lambayeque.
- MINAM. (2010). *Prueba limites maximos permisible para la descarga de efluentes liquidos en las actividades minero metalurgicas*. Lima.
- O'Higgins, P. d. (2009). *Resultados y Lecciones en Produccion del Crustaceo Artemia en Salina* . Region de O'Higgins Chile : Ministerio de Agricultura .
- Pino, O., & Jorge, F. (2010). *Ensayo de Artemia: Util herramienta de trabajo para ecotoxicologos y quimicos de productos naturales*. La Habana, Cuba .
- Redon, S. (2015). *Parasitismo por Cestodos en Artemia sp y su implicacion en la invacion biologica de Artemia franciscana en la region mediterranea*. Valencia .
- Salgado, I. (2001). *La Artemia y su cultivo en el Perú*. Piura .
- Salud, M. d. (2005). *Reglamento de organizacion y funciones del ministerio de Salud*. Lima.

Sarabia, R. (2002). *Toxicidad y acumulacion de cadmio en poblaciones de diferentes especies de Artemia* . Valencia.

Silva , J. (2004). *Evaluacion y rediseño del sistema de lagunas de estabilizacion de la Universidad de Piura*. Piura.

IX. Anexos

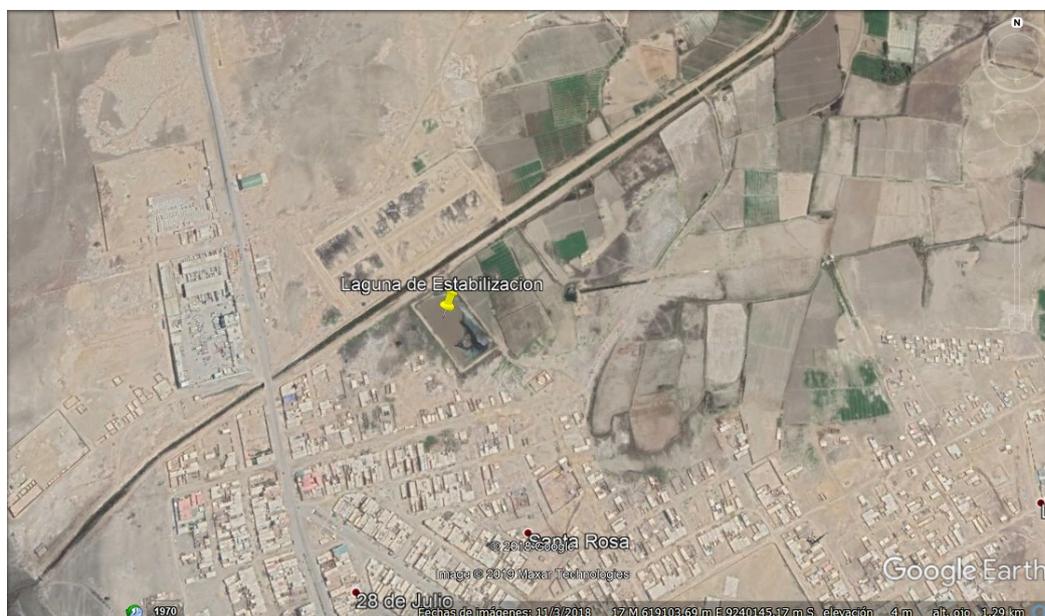
Anexo 1. Ubicación del distrito de Santa Rosa.

Santa Rosa se ubica a orillas del mar, al Suroeste de la ciudad de Chiclayo, ubicado a 6km. de Pimentel, es la despensa de pescado del departamento de Lambayeque. Sus límites son:

Límites	
Norte	Distrito de Pimentel
Este	Distrito de Monsefu y la Victoria
Sur	Distrito de Monsefu
Oeste	Océano Pacífico.

Fuente: Elaboración Propia.

Mapa de la Laguna de Estabilización distrito de Santa Rosa – Lambayeque



Fuente: Google Earth Pro

Anexo 2. Coordenadas de la Laguna de Estabilización, distrito Santa Rosa – Lambayeque.

E	S	Elevación	Altura del ojo
618971.89 m	9240143.51 m	4 metros	1.29 Km

Fuente: Google Earth

Anexo 3. Matriz de Consistencia.

Titulo	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Tipo De Investigación	Población Y Muestra
EFEECTO DE LA <i>Artemia sp</i> SOBRE LOS PARAMETROS FISICOS Y MICROBIOLOGICOS DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION DE SANTA ROSA 2019.	¿Cuál es el efecto de la <i>Artemia sp</i> sobre los parámetros físicos y microbiológicos en las aguas residuales de Lagunas de Estabilización Santa Rosa?	General	Ha: Si se utiliza <i>Artemia sp</i> entonces existirá efecto sobre los parámetros físicos y microbiológicos de las aguas residuales de la Laguna de Estabilización de Santa Rosa.	VI:	Descriptiva - aplicada, de diseño experimental de tipo pre experimental.	Población
		Específicos		Describir las diferentes fases de crecimiento de la <i>Artemia sp</i> in vitro.		El agua residual de la Laguna de Estabilización de Santa Rosa.
		Evaluar los parámetros físicos y microbiológicos en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa antes de aplicar la <i>Artemia sp</i> .		Muestra		
		Evaluar las aguas residuales de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa al momento de agregarle la <i>Artemia sp</i> .		5 litros de agua de las Lagunas de Estabilización de Santa Rosa.		
		Evaluar los parámetros físicos y microbiológicos después de la aplicación de la <i>Artemia sp</i> en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.	Ho: Si se utiliza <i>Artemia sp</i> entonces no existirá efecto sobre los parámetros físicos y microbiológicos de las aguas residuales de la Laguna de Estabilización de Santa Rosa.	VD:		
		Compara los parámetros físicos y microbiológicos antes y después de la aplicación de la <i>Artemia sp</i> en la muestra de agua residual de la laguna de estabilización, distrito Santa Rosa.		Agua residuales de la laguna de estabilización de Santa Rosa.		

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 4. Decreto emitido por la Universidad de Lambayeque.



UNIVERSIDAD DE
LAMBAYEQUE

DECRETO N° 211 -2019- UDL/FCI
Chiclayo, 04 de diciembre de 2019

VISTO:

La solicitud de cambio título de proyecto de tesis: Efecto de la Artemia sp sobre los parámetros físicos y microbiológicos de las aguas de la Laguna de Estabilización de Santa Rosa 2019, presentado por el tesista Juan Manuel Enrique Sheen Hernández, aduciendo que el título de proyecto, según DECRETO N° 149-2019- UDL/FCI, se ha cambiado por reestructuración del mismo.

POR CUANTO:

El informe presentado se sujeta a los requisitos y procedimientos establecidos en el reglamento de grados y títulos de la Universidad de Lambayeque.

DECRETO:

1. Aprobar el cambio título del proyecto de investigación: Efecto de la Artemia sp sobre los parámetros físicos y microbiológicos de las aguas de la Laguna de Estabilización de Santa Rosa 2019, por Efecto de la Artemia sp sobre los parámetros físicos y microbiológicos de las aguas residuales de la Laguna de Estabilización, Distrito Santa Rosa 2019, presentado por el tesista Juan Manuel Enrique Sheen Hernández, presentado por el tesista Juan Manuel Enrique Sheen Hernández.
2. Designar como Asesor de Jurado de Tesis al Prof. Betty Esperanza Flores Mino
3. Designar como Jurado de Tesis a:

Profesor Antonio Idrogo Igrogo	Presidente
Profesor Enrique Santos Nauca Torres	Secretario
Profesor Betty Esperanza Flores Mino	Vocal y Asesor
4. La Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental dará cumplimiento a lo establecido en el presente Decreto.
5. Dar a conocer el presente decreto al Director de Escuela, al asesor, miembros del jurado y a los interesados.



Mg. Enrique Santos Nauca Torres
Decano de Facultad de Ciencias de Ingeniería (e)

Anexo 5. Análisis de la muestra testigo.



INFORME DE ENSAYO N° 0049-2019

Emitido en Chiclayo, 18 de Noviembre de 2019.

Número de Solicitud de Ensayo : 0055 - 2019

Solicitante : EFECTO DE LA Artemia sp.
EN PARÁMETROS FÍSICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Dirección de la Empresa : -

RUC : -

Servicio Solicitado : Ensayos físicos y microbiológicos

Nombre del Producto : Agua Residual

Cantidad de muestra : 500 mL

Presentación de muestra : Frascos de vidrio y plástico

Lugar, Fecha de recepción : Laboratorio LYCNOR S.A.C., 11/11/2019

Condiciones de recepción : Em cadaena de frío, 4.4 °C

Lugar de Muestreo : Laguna de Estabilización Santa Rosa

Fecha de Inicio de Ensayo : 11/11/2019

Fecha de Término de Ensayo : 15/11/2019

Anexo 6. Análisis de la muestra testigo.



ANÁLISIS	Físicos - Microbiológico	
Fecha de Muestreo	11/11/2019	
Código de Cliente	TESTIGO	
Código de Laboratorio	5519203	
PARÁMETRO	Resultado	Unidad
Color Verdadero	700	UC
Turbidez	1575	NTU
Coliformes Totales (NMP)	93000	NMP/mL

MÉTODOS DE ENSAYO APLICADOS

DETERMINACIONES	METODO DE ENSAYO	LD
Color*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23 nd Ed. 2017: Color. Spectrophotometric	4 UC
Turbidez*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130B, 23 nd Ed. 2017 Turbidity Nephelometric Method	N.A
Coliformes Totales (NMP) *	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 9221 B. 23nd Ed. 2017	<1.8 NMP/100mL

* Los métodos indicados no han sido acreditados por DA-INACAL

CONDICIONES DE USO DEL INFORME DE ENSAYOS:

- El muestreo y el transporte de la muestra hasta su ingreso a Laboratorios y Certificaciones del Norte SAC son responsabilidad del solicitante.
- El presente informe de ensayo es válido sólo para la cantidad recibida, objeto de análisis no pudiendo extenderse los resultados a otra unidad.
- Queda terminantemente prohibida la reproducción parcial o total del presente Informe de Ensayos sin conocimiento y la autorización de Laboratorios y Certificaciones del Norte S.A.C.
- Cualquier enmienda en el documento lo invalida.
- Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
- El presente informe de ensayos es válido exclusivamente para los requisitos indicados, no pudiendo señalarse implícita o explícitamente a otras características que no se indican.
- LYCNOR SAC no conserva muestras de dirimencia.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por el INACAL - DA.

Cinthy J. Llanos Olivera
Mblga. Cinthya J. Llanos Olivera
Responsable de Microbiología
C.B.P. 9842



Modesto Zapata Salazar
INGENIERO INDUSTRIAL
REG. CIP. 104215

FIN DEL DOCUMENTO

Anexo 7. Análisis de la muestra del agua residual con cantidades de 5gr. y de 10gr. de Artemia sp.



INFORME DE ENSAYO N° 0050-2019

Emitido en Chiclayo, 26 de Noviembre de 2019.

Número de Solicitud de Ensayo : 0056 - 2019

Solicitante : EFECTO DE LA Artemia sp.
EN PARÁMETROS FÍSICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Dirección de la Empresa : -

RUC : -

Servicio Solicitado : Ensayos físicos y microbiológicos

Nombre del Producto : Agua Residual

Cantidad de muestra : 1000 mL

Presentación de muestra : Frascos de vidrio y plástico

Lugar, Fecha de recepción : Laboratorio LYCNOR S.A.C., 20/11/2019

Condiciones de recepción : EN cadena de frío, 4.6 °C

Lugar de Muestreo : Laguna de Estabilización Santa Rosa

Fecha de Inicio de Ensayo : 20/11/2019

Fecha de Término de Ensayo : 24/11/2019

Anexo 8. Análisis de la muestra del agua residual con cantidades de 5gr. y de 10gr. de Artemia sp



ANÁLISIS	Físicos - Microbiológico		
Fecha de Muestreo	20/11/2019		
Código de Cliente	MUESTRA #1		
Código de Laboratorio	5619204		
PARÁMETRO		Resultado	Unidad
Color Verdadero		69	UC
Turbidez		67.5	NTU
Coliformes Totales (NMP)		460	NMP/mL

ANÁLISIS	Físicos - Microbiológico		
Fecha de Muestreo	20/11/2019		
Código de Cliente	MUESTRA # 2		
Código de Laboratorio	5619205		
PARÁMETRO		Resultado	Unidad
Color Verdadero		72	UC
Turbidez		77.5	NTU
Coliformes Totales (NMP)		79	NMP/mL

MÉTODOS DE ENSAYO APLICADOS

DETERMINACIONES	METODO DE ENSAYO	LD
Color*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23 nd Ed. 2017: Color. Spectrophotometric	4 UC
Turbidez*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130B, 23 nd Ed. 2017 Turbidity Nephelometric Method	N.A
Coliformes Totales (NMP) *	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 9221 B. 23nd Ed. 2017	<1.8 NMP/100mL

* Los métodos indicados no han sido acreditados por DA-INACAL

CONDICIONES DE USO DEL INFORME DE ENSAYOS:

- El muestreo y el transporte de la muestra hasta su ingreso a Laboratorios y Certificaciones del Norte SAC son responsabilidad del solicitante.
- El presente informe de ensayo es válido sólo para la cantidad recibida, objeto de análisis no pudiendo extenderse los resultados a otra unidad.
- Queda terminantemente prohibida la reproducción parcial o total del presente Informe de Ensayos sin conocimiento y la autorización de Laboratorios y Certificaciones del Norte S.A.C.
- Cualquier enmienda en el documento lo invalida.
- Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
- El presente informe de ensayos es válido exclusivamente para los requisitos indicados, no pudiendo señalarse implícita o explícitamente a otras características que no se indican.
- LYCNOR SAC no conserva muestras de dirimencia.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por el INACAL – DA.


Mblga. Cinthya J. Llanos Olivera
Responsable de Microbiología
C.B.P. 9842




Modesto Lapata Lalaqui
INGENIERO INDUSTRIAL
REG. CIP. 104215

FIN DEL DOCUMENTO

X. Fotografías de la investigación realizada



Fotografía 1.



Fotografía 2.



Fotografia 3.



Fotografia 4.



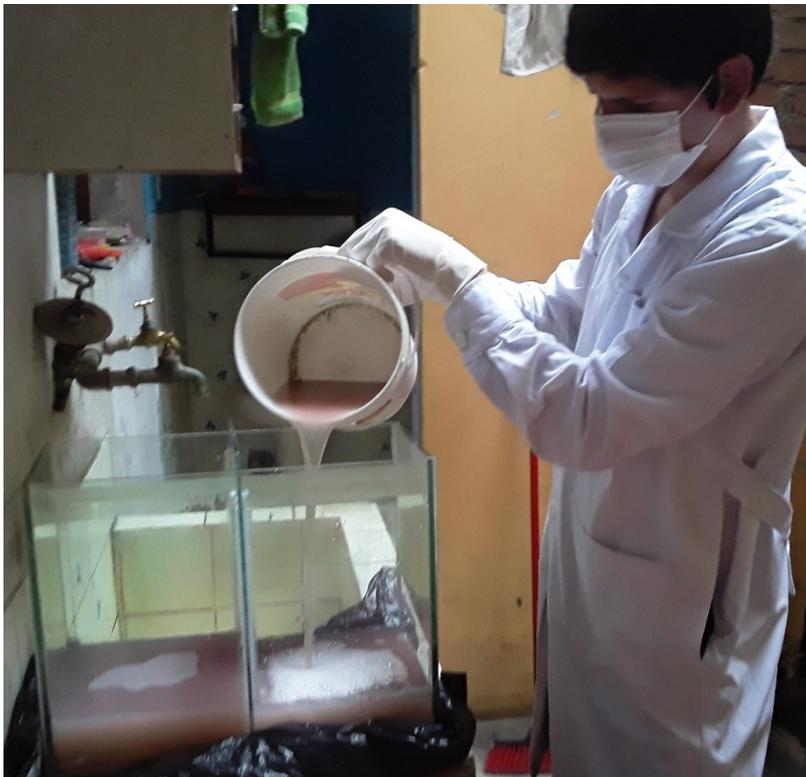
Fotografia 5.



Fotografia 6.



Fotografia 7.



Fotografia 8



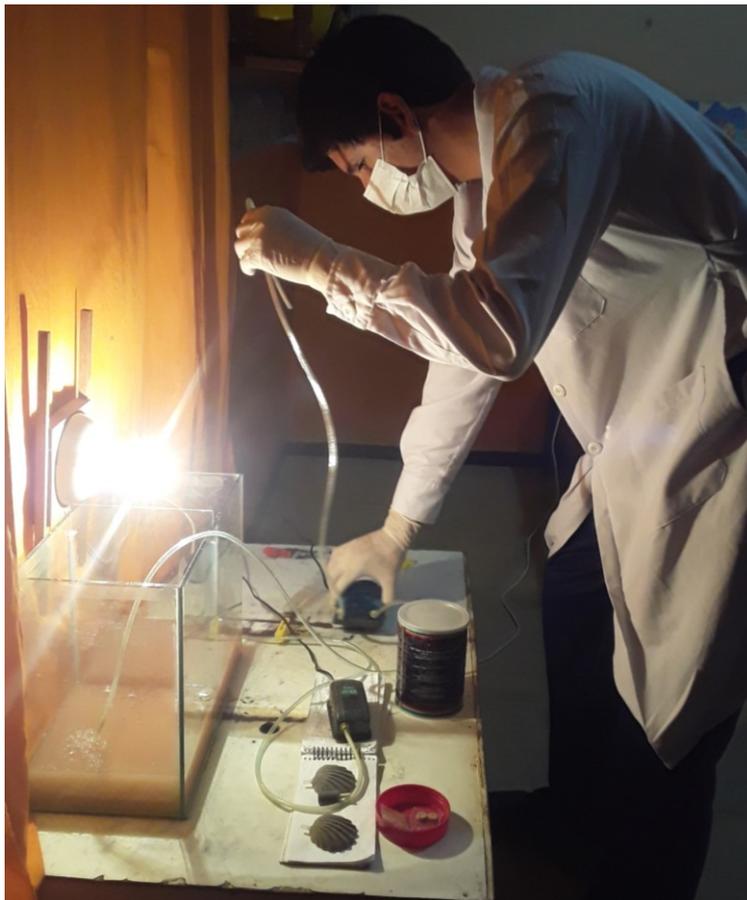
Fotografia 9



Fotografia 10



Fotografía 11



Fotografía 12



Fotografia 13



Fotografia 14



Fotografia 15



Fotografia 16



Fotografia 17



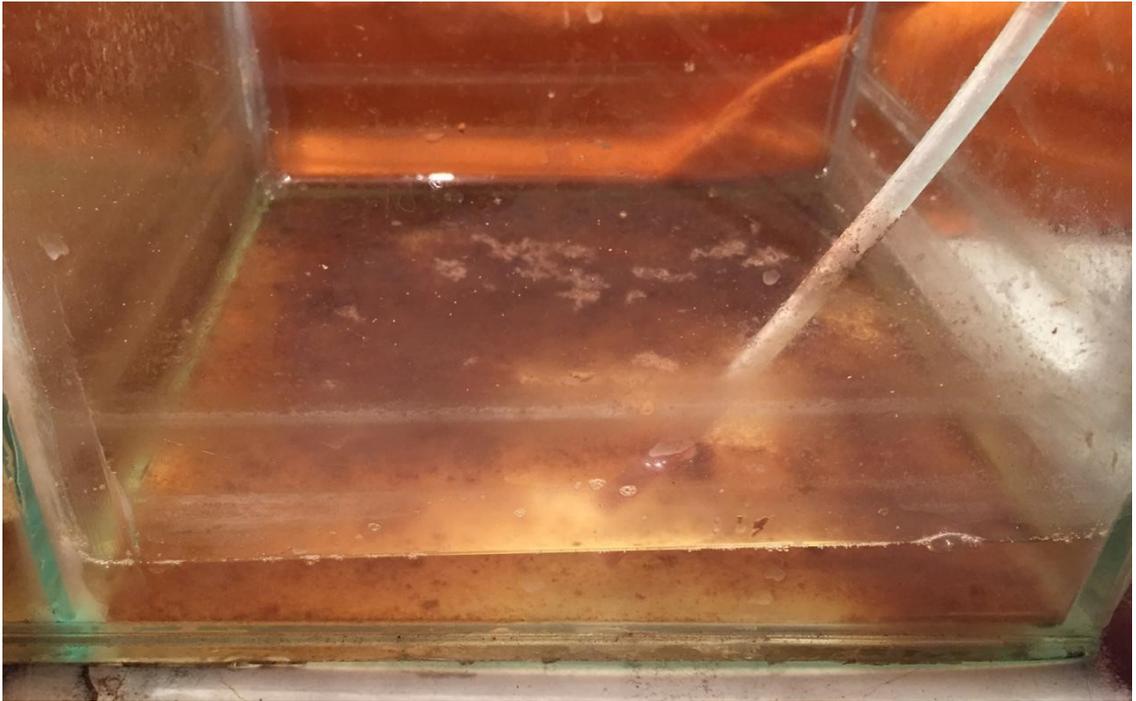
Fotografia 18



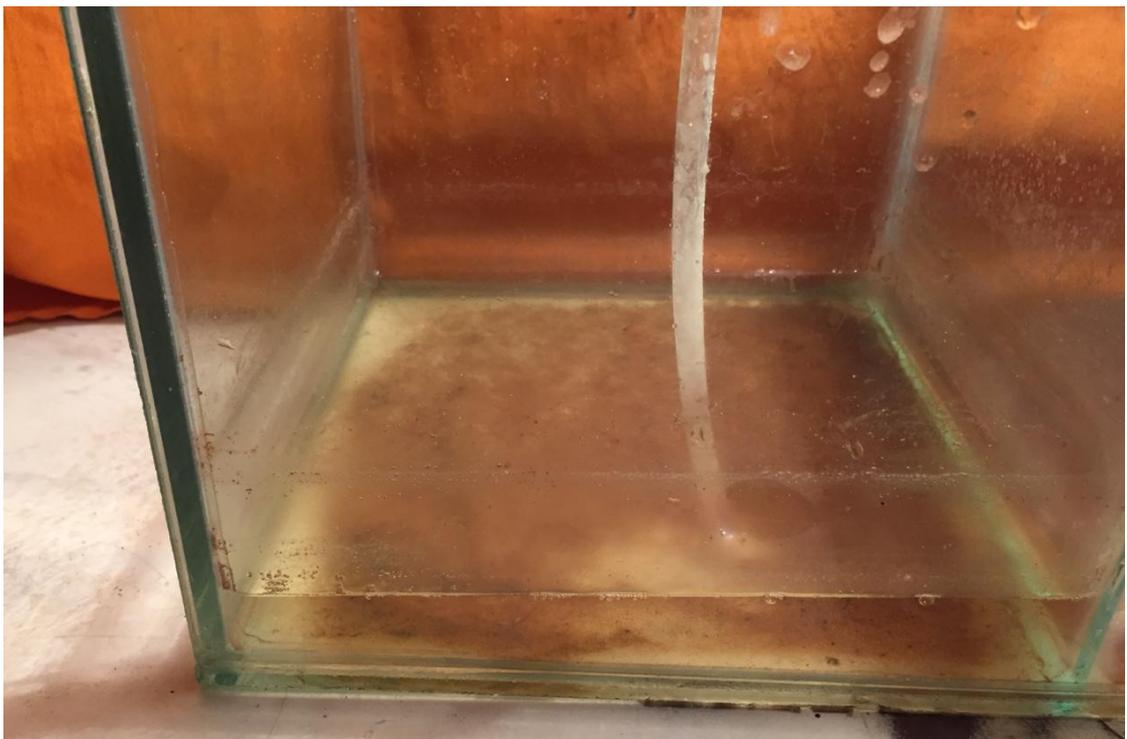
Fotografia 19



Fotografia 20



Fotografia 21



Fotografia 22