



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

TEMA:

AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL RESERVORIO DE AGUAS RESIDUALES, BARRIO 10 DE AGOSTO, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2014 - 2015

Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Ingenieros en Medio Ambiente

AUTORES:

Izurieta Chicaiza Diana Karolina

Villacrés Páez Andrés Patricio

DIRECTOR

M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

LATACUNGA – ECUADOR
2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Izurieta Chicaiza Diana Karolina y Villacrés Páez Andrés Patricio; declaramos que el trabajo descrito con el tema “**AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL RESERVORIO DE AGUAS RESIDUALES, BARRIO 10 DE AGOSTO, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2014 – 2015**”, es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentada en ningún grado o calificación profesional, y que he consultado en diferentes fuentes bibliográficas que se incluyen en este documento, la cual se realizó bajo la dirección del Master Patricio Clavijo.

Atentamente:

Izurieta Chicaiza Diana Karolina

C.I. 050361845-6

Villacrés Páez Andrés Patricio

C.I. 050348398-4

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Master Patricio Clavijo, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la Presente Tesis de Grado: **“AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL RESERVORIO DE AGUAS RESIDUALES, BARRIO 10 DE AGOSTO, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2014 – 2015”** de autoría de los Señores Izurieta Chicaiza Diana Karolina y Villacrés Páez Andrés Patricio, de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente. **CERTIFICO:** Que ha sido prolijamente realizada. Por tanto, autorizo la presentación; la misma que está de acuerdo a las normas establecidas en el REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, vigente.

.....
M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

DIRECTOR DE TESIS

“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

LATACUNGA-COTOPAXI-ECUADOR

CERTIFICACIÓN

En calidad de miembros del tribunal, para el acto de Defensa de Tesis de los Señores Izurieta Chicaiza Diana Karolina y Villacrés Páez Andrés Patricio con el Tema: **“AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL RESERVORIO DE AGUAS RESIDUALES, BARRIO 10 DE AGOSTO, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2014 – 2015”** Certificamos que el presente trabajo de investigación está de acuerdo a las normas establecidas en el REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI vigente.

Atentamente

.....
Ing. Renán Lara L.
PRESIDENTE

.....
Ing. Eduardo Cajas C.
MIEMBRO

.....
M.Sc. Tania Vizcaino C.
OPOSITOR

AGRADECIMIENTO

A mi madre Rosa por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Juan Carlos por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A un ángel muy importante Mamita María que desde el cielo me cuidas y me guías a cada instante de mi vida.

A mis hermanos Gabriel, Carlos, María y Valeria por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A mi sobrino Jadelito por brindarme su amor incondicional.

Mis abuelitos Agustín y Manuela por quererme y apoyarme siempre.

A mis tíos y primos por apoyarme en este largo camino y siempre estar ahí.

A mis amigos, por los buenos momentos compartidos en la vida universitaria.

A mis maestros a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y debo agradecer de manera especial y sincera al M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos por aceptarnos para realizar esta tesis bajo su dirección, su apoyo y confianza en nuestro trabajo, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino al brindarnos su gran amistad.

Diana Karolina Izurieta Chicaiza

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a dios y a mis padres.

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por darme la inteligencia de seguir adelante iluminando mi mente y por haber puesto en mi camino a personas de gran corazón que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo un apoyo y ejemplo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar son los héroes más grandes ya que ellos con gran fortaleza han sabido sacarnos adelante a mí y a mis hermanos. Es por ello que ahora he podido alcanzar mi gran meta y hacer mi sueño realidad obtener mi título.

Los amo con mi vida

Diana Karolina Izurieta Chicaiza

AGRADECIMIENTO

El primer lugar quiero agradecer el siguiente trabajo de tesis a Dios por haberme guiado en cada paso estudiantil, dándome la sabiduría y la fuerza necesaria cuando creía que no podía más.

Al M.Sc. Patricio Clavijo que desinteresadamente colaboró con su experiencia, conocimiento y dedicación cada paso de este trabajo de tesis, un Dios le pague de corazón.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me abrió las puertas de su alma mater para cumplir uno de mis sueños

A mis AMIGOS que de una u otra forma me aconsejaron, ayudaron y me dieron el empuje para culminar esta etapa de mi vida.

Andrés Patricio Villacrés Páez

DEDICATORIA

Mi tesis va dedicada con todo cariño a ti mamita Mary y papito Pato que me dieron la vida, que me han apoyado en cada paso que he dado, me han brindado la mejor herencia “La educación”. Sé que hemos tenido varios problemas por mi carácter pero aun así no me han dejado solo. Su guía ha hecho de mí una persona buena, dedicada y con ganas de ser el mejor. Los amo con todo mi corazón y tengan por seguro que seguiré siendo su orgullo.

A mis hermanos panzones Stalin y David que de igual manera han estado conmigo en las buenas y malas, han sido mis alcahuetes en muchas formas los quiero mucho y sé que ustedes a mí.

Ustedes mi familia siempre serán lo más importante que me pudo haber regalado Dios cuando nací. Los amo con mi vida

Andrés Patricio Villacrés Páez

ÍNDICE

PORTADA.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	III
CERTIFICACIÓN.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
ÍNDICE.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	14
OBJETIVOS.....	16
RESUMEN.....	17
ABSTRACT.....	19
CAPÍTULO I.....	21
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	21
1.1. El Agua.....	21
1.1.1. Definición.....	21
1.2. Contaminación del Agua.....	25
1.2.1. Definición.....	25
1.2.2. Fuentes de Contaminación.....	26
1.2.3. Principales Contaminantes del Agua.....	26
1.3. Agua Residual.....	28
1.3.1. Definición.....	28
1.3.2. Fuentes de Generación.....	29

1.3.3.	Clasificación de Aguas Residuales.....	30
1.4.	Microorganismos Biorremediadores.....	32
1.4.1.	Microorganismos Utilizados en el Tratamiento de Aguas Residuales.....	32
1.4.2.	Siembra y Cultivo de Microorganismos.....	37
1.4.2.1.	Condiciones Generales Para el Cultivo de Microorganismos...	37
1.4.2.2.	<i>Tipos de medios de cultivo.</i>	41
1.4.2.3.	Medios de cultivo comunes.....	47
1.4.3.	Pruebas para la Identificación de Bacterias	53
1.5.	Aspectos Legales.....	55
1.5.1.	Constitución Política del Ecuador	55
1.5.2.	Ley de Aguas	56
1.5.3.	Texto Unificado de la Legislación Secundario del Ministerio del Ambiente	62
1.6.	Marco Conceptual	68
CAPÍTULO II.....		73
2.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	73
2.1.	Zona de Estudio.....	73
2.2.	Línea Base.....	73
2.2.1.	Criterios metodológicos.	74
2.3.	Medio Físico	74
2.3.1.	Clima	74
2.3.2.	Temperatura	75
2.3.3.	Precipitación	76
2.3.4.	Humedad relativa.....	77
2.4.	Medio Biótico	78
2.4.1.	Flora.....	79
2.4.2.	Fauna	80
2.5.	Metodología.....	81
2.5.1.	Protocolo de Muestreo de Agua Residual.....	81

2.5.1.1. Calidad Actual del Agua Residual del Reservorio	83
2.5.2. Protocolo de Recuento de Escherichia coli y Pseudomona aeruginosa.....	85
2.5.2.1. Identificación de Microorganismos Presentes en el Agua del Reservorio.....	86
2.5.3. Siembra de Escherichia coli y Pseudomona aeruginosa	88
2.5.4. Aislamiento de Escherichia coli y Pseudomona aeruginosa.....	88
2.5.4.1. Materiales.....	88
2.5.4.2. Reactivos	89
2.5.4.3. Método.....	89
2.5.5. Obtención de un cultivo puro.....	89
2.5.5.1. Materiales.....	89
2.5.5.2. Reactivos	90
2.5.5.3. Método.....	90
2.5.6. Inoculación de las Cepas de Escherichia coli y Pseudomona aeruginosa.....	91
2.5.7. Resultado del Ensayo Realizado con dos Tipos de Microorganismos	93
CAPÍTULO III.....	98
3. PROPUESTA.....	98
3.1. Objetivo.....	98
3.2. Introducción.....	98
3.3. Desarrollo del tema	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
CONCLUSIONES.....	104
RECOMENDACIONES	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
Bibliografía Citada	107
Bibliografía Consultada.....	108
Linkografía	109
ANEXOS	112

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 COMPOSICIÓN TÍPICA DEL AGUA RESIDUAL URBANA SEGÚN EL NIVEL DE CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS CONTAMINANTES.....	31
TABLA N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS DE ACUERDO A SU TEMPERATURA ÓPTIMA DE CRECIMIENTO.....	34
TABLA N° 3 . COORDENADAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	73
TABLA N° 4 UBICACIÓN ESTACIÓN METEOROLÓGICA AEROPUERTO LATACUNGA	74
TABLA N° 5 TEMPERATURA	75
TABLA N° 6 PRECIPITACIÓN	76
TABLA N° 7 HUMEDAD RELATIVA.....	77
TABLA N° 8 FLORA IDENTIFICADA	79
TABLA N° 9 FAUNA IDENTIFICADA	80
TABLA N° 10 PLAN DE MUESTREO DEL AGUA RESIDUAL PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA INICIAL.....	81
TABLA N° 11 CALIDAD ACTUAL DEL AGUA RESIDUAL DEL RESERVORIO	83
TABLA N° 12 FACTORES A CONSIDERAR PARA LA TOMA DE MUESTRAS PARA EL RECuento DE BACTERIAS	85
TABLA N° 13 RESULTADO DEL RECuento DEL <i>ESCHERICHIA COLI</i> Y <i>PSEUDONOMA AERUGINOSA</i>	87
TABLA N° 14 RESULTADOS DEL ENSAYO	94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO N° 1. NATURALEZA BIPOLAR DEL AGUA.	24
GRAFICO N° 2. CLASIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS	33
GRAFICO N° 3 TEMPERATURA	76
GRAFICO N° 4 PRECIPITACIÓN.....	77
GRAFICO N° 5 HUMEDAD RELATIVA	78
GRAFICO N° 6 . ENSAYOS DE REMEDIACIÓN.....	91
GRAFICO N° 7. ENSAYO CON <i>ESCHERICHIA COLI</i>	92
GRAFICO N° 8. ENSAYO CON <i>PSEUDOMONA AERUGINOSA</i>	92
GRAFICO N° 9 . ENSAYO CON <i>COCTEL</i>	93
GRAFICO N° 10. PORCENTAJE DE REMEDIACIÓN DE ACEITES Y GRASAS	95
. GRAFICO N° 11. PORCENTAJE DE REMEDIACIÓN DE COLIFORMES TOTALES.....	96
GRAFICO N° 12. PORCENTAJE DE REMEDIACIÓN DEL NITRÓGENO TOTAL.....	97
GRAFICO N° 13. UBICACIÓN, PLANTA, CORTE Y CUADRO DE AREAS	100

INTRODUCCIÓN

Estamos viviendo en la era del Agua, en donde al ser un recurso tan importante para la vida, todas las acciones están siendo dirigidas a su protección y mejora, este valioso elemento vital para la existencia humana, de su uso adecuado depende la salud, alimentación y producción agrícola.

La contaminación hídrica es uno de los grandes problemas que afecta a la salud y supervivencia de la población, y este es una dificultad generalizada que debe ser tratada desde la fuente misma, el barrio 10 de Agosto ubicado en el Cantón Pujilí no cuentan con un sistema de tratamiento para las aguas residuales y esta es descargada directamente hacia el reservorio del lugar, posteriormente se utiliza el agua para las necesidades de la comunidad siendo la mayor de estas el riego agrícola.

Las aguas del reservorio están constituidas principalmente por aguas de abastecimiento luego de haber pasado por las diferentes actividades que se realizan a diario por los habitantes de algunos barrios del Cantón Pujilí.

En el Capítulo I se hace referencia principalmente a lo teórico que fortalece la investigación referente a los temas de interés que posteriormente servirá para guiar la elaboración de los siguientes Capítulos.

El Capítulo II se describe la metodología que se utilizó en la investigación y que se usó para el desarrollo metodológico y sistemático, teniendo una lógica para encontrar las herramientas y dirección adecuada, además se realizaron observaciones cualitativas y cuantitativas de los resultados de los diferentes análisis realizados.

Y finalmente, en el Capítulo III se realizó la propuesta de remediación del reservorio de aguas residuales del barrio 10 de agosto utilizando bacterias biorremediadoras, con la finalidad de que autoridades del Cantón Pujilí, dirigentes del barrio 10 de Agosto y moradores del mismo puedan acceder a un recurso con unos bajos índices de contaminación.

OBJETIVOS

Objetivo General

Aislar microorganismos para la solución de problemas contaminantes utilizando métodos de laboratorio en cultivo de microorganismos del reservorio de aguas residuales del Barrio 10 de agosto, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, periodo 2014-2015.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la calidad de agua del reservorio del barrio 10 de Agosto mediante análisis microbiológico de laboratorio.
- Aislar y cultivar microorganismos mediante la utilización de métodos de laboratorio en cultivos de agar.
- Elaborar una propuesta para la solución de problemas de aguas residuales en el reservorio del barrio 10 de Agosto utilizando bacterias remediadoras

RESUMEN

“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

Tema:

AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL RESERVORIO DE AGUAS RESIDUALES, BARRIO 10 DE AGOSTO, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2014 – 2015

AUTORES:

Izurieta Chicaiza Diana Karolina

Villacrés Páez Andrés Patricio

La presente investigación se realizó en el reservorio de aguas residuales del barrio 10 de Agosto del cantón Pujilí en la provincia de Cotopaxi, con el objetivo de dar solución a problemas contaminantes por el uso del agua en sus cultivos y el mal olor que genera. Para la investigación se identificó y aisló microorganismos existentes en el reservorio, dando como resultado 30 ufc/100 ml de *Escherichia coli* y 68 ufc/100 de *Pseudomona aeruginosa*. Se procedió a realizar tres ensayos: los tres contenían 50 Lt del agua residual, al primero se inoculó 5ml de *Escherichia coli*, el segundo 5 ml de *Pseudomona aeruginosa* y al tercero una mezcla de las dos bacterias que llamaremos cóctel. Como resultados de la investigación se obtuvo que la *Escherichia coli* redujo la

contaminación en Aceites y Grasas en un 23,07%, Coliformes Totales un 97,08% y Nitrógeno Total un 69,11%. En lo que respecta a *Pseudomona aeruginosa* en Aceites y Grasas se redujo la contaminación en un 23,07%, Coliformes Totales un 97,16% y una reducción de 75,25% en Nitrógeno Total. Con el cóctel en Aceites y grasas se redujo un 23,07% la contaminación, un 89,25%, en los Coliformes Totales y en el Nitrógeno Total se redujo un 72,18%. La bacteria que tuvo mayor efectividad en la remediación del agua residual fue la *Pseudomona aeruginosa*, por lo que se propone usarla en la remediación del reservorio del barrio 10 de Agosto que tiene un volumen de 61344m³ por lo que se necesitará 6134,4 L de *Pseudomonas aeruginosa*.

ABSTRACT

THEME: ISOLATION OF MICROORGANISMS FOR TROUBLESHOOTING IN WASTEWATER RESERVOIR, 10 DE AGOSTO NEIGHBORHOOD, PUJILÍ CANTON, COTOPAXI PROVINCE DURING 2014-2015 PERIOD.

AUTHORS:

Izurieta Chicaiza Diana Karolina

Villacrés Páez Andrés Patricio

This research was conducted in wastewater reservoir of 10 de Agosto Neighborhood in Pujilí Canton, Cotopaxi Province, with the aim of solving pollution problems in the water usage for their crops and odor generated.

It was identified and isolated microorganisms in the reservoir, resulting 30 cfu/100 ml *Escherichia coli* and 68 cfu/100 of *Pseudomonas aeruginosa*. The researcher proceeded to perform three trials: three contained 50 L of wastewater, the first was inoculated with 5ml of *Escherichia coli*, the second with 5ml of *Pseudomonas aeruginosa* and the third a mixture of the two bacteria that will be known as cocktail.

As a result of the investigation the researcher found that *Escherichia coli* reduced contamination into oils and fats in 23.07%, Total Coliform in 97.08% and Total Nitrogen in 69.11%. Regarding to *Pseudomonas aeruginosa* in oils and fats it was reduced the pollution by 23.07%, Total Coliform in 97.16% and Total Nitrogen in 75.25%. With cocktail in oils and fats it was reduced the pollution by 23.07%, Total Coliform in 89.25% and Total Nitrogen in 72.18%.

According to results, *Pseudomonas aeruginosa* was the bacteria most effective into wastewater remediation; so it is proposed to use in the reservoir remediation of 10 de Agosto neighborhood which have 61344m³ as volume, therefore it will be needed 6134.4L of *Pseudomonas aeruginosa*.

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los temas seleccionados proporcionaran una visión sintética del problema de la contaminación del agua, a la vez que plantean posibles salidas y soluciones desde la perspectiva bibliográfica la misma que la llevaremos a la práctica.

1.1. El Agua

1.1.1. Definición

Según BARBA. (2002). **El agua es una de las sustancias más difundidas y abundantes en el planeta tierra. Es parte integrante de la mayoría de los seres vivos tanto animales como vegetales, y está presente en cantidad de minerales.p.1.**

Según UNESCO. (2009). Las generalidades del agua son:

El agua (del latín aqua) es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos

subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. El agua es un elemento común del sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes. Puede ser encontrada, principalmente, en forma de hielo; de hecho, es el material base de los cometas y el vapor que compone sus colas.

Desde el punto de vista físico, el agua circula constantemente en un ciclo de evaporación o transpiración (evapotranspiración), precipitación, y desplazamiento hacia el mar. Los vientos transportan tanto vapor de agua como el que se vierte en los mares mediante su curso sobre la tierra, en una cantidad aproximada de 45.000 km³ al año. En tierra firme, la evaporación y transpiración contribuyen con 74.000 km³ anuales al causar precipitaciones de 119.000 km³ cada año.

Se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce es usada para agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20% del consumo mundial, empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo doméstico absorbe el 10% restante.

Según ROMERO J. (2002).

El agua es uno de los recursos naturales más fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo.

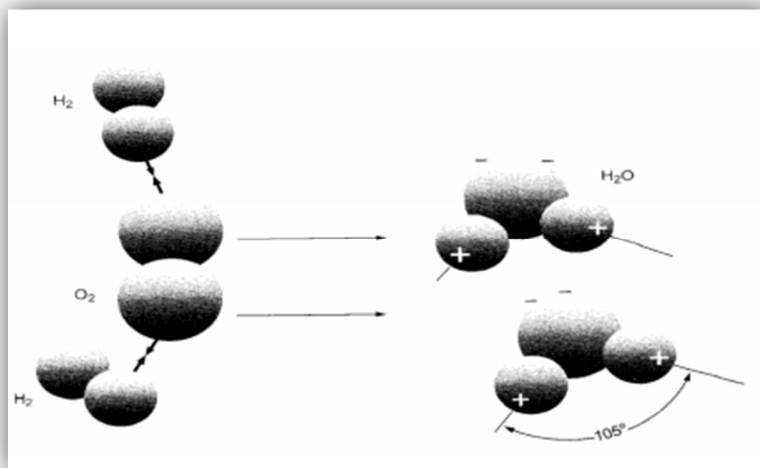
El agua o dihidruro de oxígeno es un líquido incoloro, inodoro e insaboro, esencial para la vida animal y vegetal, solvente universal compuesto molarmente por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. En la práctica,

llamamos agua a las soluciones y suspensiones acuosas de sustancias orgánicas e inorgánicas como las que constituyen la lluvia, el mar los lagos y los ríos.

Entre las propiedades del agua se destacan:

- ✓ Punto de fusión: 0°C
- ✓ Punto de ebullición: 100 °C
- ✓ Densidad relativa: 1,0 a 4°C
- ✓ Densidad: 1,0 kg/L a 4°C
- ✓ Masa molecular o mol = 18 g. Como existen tres isótopos de hidrógeno y tres de oxígeno, se pueden tener dieciocho diferentes masas moleculares para el agua.
- ✓ En la molécula de agua, los dos átomos de hidrogeno están localizados sobre el mismo lado del átomo de oxígeno, con sus enlaces separados 105°
- ✓ La molécula de H₂O es una molécula fuertemente dipolar, debido a la carga positiva del hidrogeno y a la carga negativa del oxígeno; está cargada positivamente del lado del hidrogeno y cargada negativamente del lado del oxígeno, característica que hace que las moléculas se aglomeren. El hidrogeno de una molécula atrae el oxígeno de una molécula vecina, creando un enlace molecular conocido como enlace de hidrogeno.

GRAFICO N° 1. NATURALEZA BIPOLAR DEL AGUA.



FUENTE: JAIRO ROMERO (CALIDAD DEL AGUA 2002)

- ✓ El agua, por su carácter dipolar, tiene el poder de rodear un ion cargado positivamente con la parte negativa de su molécula o de rodear un anión con la parte positiva. De esta manera puede aislar el ion de los demás que lo rodean, neutralizar las fuerzas de atracción que hacen que mantenga su estructura sólida y así disolver e ion; por ello se le llama solvente universal.
- ✓ El agua se mantiene líquida en un intervalo conveniente de temperatura.
- ✓ El agua es un solvente ionizante.
- ✓ El agua es una de las sustancias con mayor calor específico, razón por la cual su capacidad calorífica es muy grande; es decir, se requiere mucho calor para calentarla y mucho frío para enfriarla. La capacidad calorífica, calor específico del agua o cantidad de calor atmosférico es de 1 cal/g °C o 4,186 J/g °C. Debido a su enlace da hidrogeno, el agua exhibe una tensión superficial alta y permite si elevación dentro de un tubo capilar.

- ✓ Es transparente a los rayos solares en una región conveniente de espectro.

- ✓ Interviene en equilibrios ácido base y en los de óxido reducción.

- ✓ Siendo uno de los compuestos más abundantes de la naturaleza que cubre aproximadamente las tres cuartas partes de la superficie de la tierra. Sin embargo, en contra de lo que pudiera parecer, diversos factores limitan la disponibilidad de agua para uso humano. Más del 97% del agua total del planeta se encuentra en los océanos y otras masas salinas, y no están disponibles para casi ningún propósito. Del 3% restante, por encima del 2% se encuentra en estado sólido, hielo, resultando prácticamente inaccesible. Por tanto, podemos terminar diciendo que para el hombre y sus actividades industriales y agrícolas, sólo resta un 0,62 % que se encuentra en lagos, ríos y agua subterráneos. La cantidad de agua disponible es ciertamente escasa, aunque mayor problema es aún su distribución irregular en el planeta.

1.2. Contaminación del Agua

1.2.1. Definición

Según OROZCO. C, PÉREZ. A, GONZÁLES. M, RODRÍGUEZ. F, ALFAYATE. J. (2003). **La contaminación del agua consiste en una modificación generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para animales domésticos y la vida natural .p.63.**

Según la Ley de Aguas Española: **Contaminar es la acción o efecto de introducir materias o formas de energía o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, implique una alteración perjudicial de su calidad en relación con sus usos posteriores o su función ecológica.**

Según PRIETO.C (2004). “Es el daño o alteración del agua por efecto de productos extraños”.p.71.

1.2.2. Fuentes de Contaminación

Según GARCÍA. (2002).Las principales fuentes de contaminación son:

a) Fuentes naturales: Dependiendo de los terrenos que atraviesa el agua puede contener componentes de origen natural procedentes del contacto con la atmósfera y otros compuestos y el suelo mezclándose con minerales (Ej. Sales minerales, calcio, magnesio, hierro etc.).p.1.

b) Fuentes artificiales: Producidas por el ser humano en actividades industriales, agrícolas y domésticas. El desarrollo industrial ha provocado la presencia de ciertos componentes que son peligrosos para el medio ambiente y para los organismos.p.1.

1.2.3. Principales Contaminantes del Agua

Según ECHARRI L (1998). “Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar en los siguientes ocho grupos:

a) Microorganismos patógeno: Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo

las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños. Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua.

b) Desechos orgánicos: Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, OD, en agua, o la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno).

c) Sustancias químicas inorgánicas: En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

d) Nutrientes vegetales inorgánicos: Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.

e) **Compuestos orgánicos:** Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

f) **Sedimentos y materiales suspendidos:** Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, rías y puertos.

1.3. Agua Residual

1.3.1. Definición

Según OSORIO. (2010). “Se puede definir como agua residual aquella que procede del empleo de un agua natural o de la red un uso determinado. Eliminar un agua residual se conoce como vertido.”p.1

Según TRAPOTE. (2013). **Las aguas que se vierten al alcantarillado de un núcleo urbano, están constituidas por agua a la que se ha incorporado vertidos de las viviendas, locales comerciales, establecimientos industriales así como las aguas de escorrentía superficial y de drenaje.p.16**

1.3.2. Fuentes de Generación

Según: METCALF y EDDY. (1995). Las fuentes de generación de las aguas residuales son:

- ✓ Aguas residuales domésticas, procedentes de zonas residenciales o similares.
- ✓ Infiltraciones y aportaciones incontroladas, son aguas que entran de forma directa o indirecta en la red de alcantarillado y no se conoce demasiado su composición.
- ✓ Aguas pluviales, que son aguas resultantes de las escorrentías superficiales, con contaminantes en metales pesados.
- ✓ Las zonas residenciales y los centros comerciales constituyen las principales fuentes de generación de aguas residuales urbanas, por lo tanto, la cantidad de agua residual depende directamente de la cantidad de población, por ello es muy típico hacer una determinación del caudal del agua residual en función de la población equivalente.
- ✓ El caudal de agua residual es variable a lo largo del día, y también a lo largo del año.

1.3.3. Clasificación de Aguas Residuales

Según TRAPOTE. (2013). La clasificación de las aguas residuales son:

a) Aguas blancas o pluviales

Son aguas procedentes de drenajes o de escorrentía superficial. Se caracterizan por grandes aportaciones intermitentes y escasa contaminación. Sus caudales, en una superficie a las medias de los vertidos domésticos, comerciales e industriales. Las cargas contaminantes se incorporan al agua al atravesar la lluvia a la atmósfera, o por el lavado de superficies y terrenos.

b) Aguas negras o urbanas

Son las aguas procedentes de los vertidos de la actividad humana, doméstica, comercial, industrial, agrícola, etc. Sus caudales son menores y más continuos que los de las aguas pluviales y su contaminación mucho mayor.

c) Aguas grises

Son aguas procedentes de las bañeras, lavabos, lavadoras y lavaplatos, con escasa contaminación y que con tratamientos simples pueden volver a reutilizarse fácilmente. Estas aguas pueden conducirse por un solo conducto o por conductos separados.

**TABLA N° 1 COMPOSICIÓN TÍPICA DEL AGUA RESIDUAL URBANA
SEGÚN EL NIVEL DE CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS
CONTAMINANTES**

COMPOSICIÓN TÍPICA DEL AGUA RESIDUAL URBANA			
PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN (mg/l)		
	Fuerte	Media	Débil
Sólidos Totales (ST)	1200	720	350
Sólidos en suspensión (SS)	350	220	100
Sólidos disueltos (SD)	850	500	250
Demanda bioquímica de Oxígeno a 5 días (DBO ₅)	400	220	110
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1000	500	250
Carbono Orgánico Total (COT)	290	160	80
Nitrógeno total (Nt)	85	40	20
Fosforo total	15	8	4
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad	200	100	50
Grasas	150	100	50

FUENTE: METCALF & EDDY. (2005)

1.4. Microorganismos Biorremediadores

Según PRESCOTT, HARLEY, KLEI. (1999).”Los microorganismos no se originan espontáneamente a partir de la materia inerte, sino a partir de otros microorganismos”.p.09.

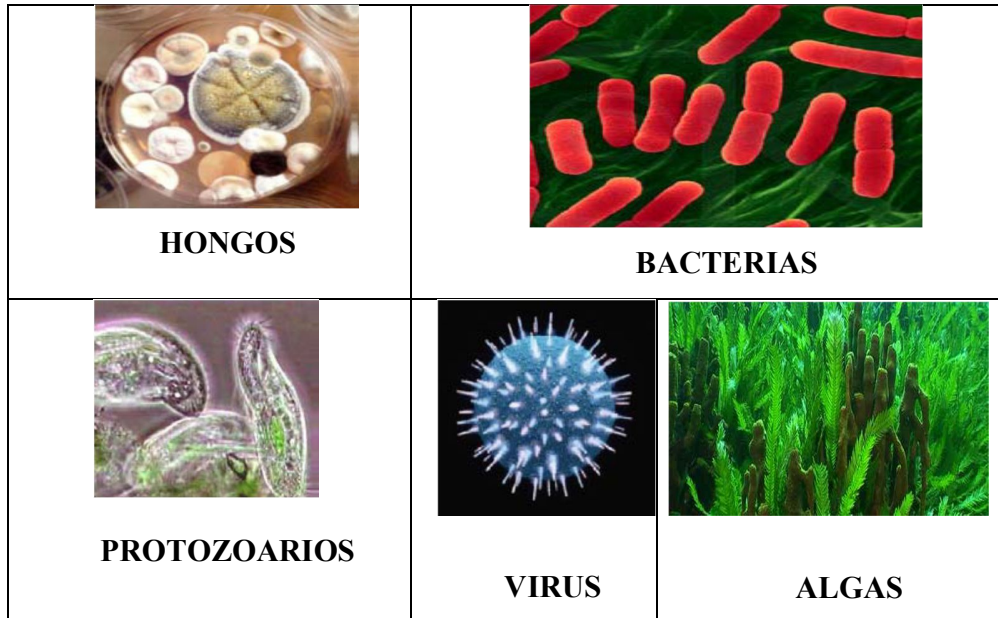
Según PRESCOTT, HARLEY, KLEI. (1999).**Los microorganismos son responsables de muchos de los cambios que se observa en la materia orgánica e inorgánica por ejemplo la fermentación y los ciclos de elementos que se encuentran en la naturaleza.p.10.**

1.4.1. Microorganismos Utilizados en el Tratamiento de Aguas Residuales

Según CLOETE. (1997).**Las aguas residuales contiene una gran variedad de microorganismos. Se estima que existen alrededor de 5 millones de especies de microorganismos en el ambiente, de los cuales 3500 son bacterias, 90.000 son hongos, 1000.000 son protistas y 4.000 son virus. Los microorganismos transforman los compuestos orgánicos, contribuyen a la depuración de los desechos en ambientes acuáticos y terrestres.p.24.**

Según ESPELLMAN. (2003). Los microorganismos se clasifican de acuerdo a su estructura y características en:

GRAFICO N° 2. CLASIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS



FUENTE: ESPELLMAN (2003)

a) **Bacterias:** Las bacterias son protistas unicelulares. Utilizan la materia orgánica disuelta como alimento, y en general pueden ser encontradas en cualquier medio en el que exista alimento disponible. Su modo de reproducción es por fisión binaria, aunque algunas especies se reproducen sexualmente o por germinación. Existen miles de clasificaciones de bacterias pero todas caen dentro de tres clasificaciones generales en relación a su forma: esféricas, cilíndricas y helicoidales. Son muy variables en tamaño, y su rango está de los 0.5 a los 15 micrones ($1\text{micrón}=10^{-6}\text{ metros}=10^{-4}\text{ cm}$). El material de la bacteria constituye un 80% agua y un 20% material seco. De este material seco el 90% es material orgánico y el 10% restante es material inorgánico. Una fórmula química propuesta para la parte orgánica de la bacteria es $C_{60}H_{87}O_{23}N_{12}P$. La parte inorgánica constituye: fósforo, azufre, sodio, calcio, magnesio, potasio y hierro, en ese orden de composición decreciente. En ausencia de alguno o algunos de estos elementos la bacteria está limitada en su crecimiento o no sobrevive.

TABLA N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS DE ACUERDO A SU TEMPERATURA ÓPTIMA DE CRECIMIENTO.

Tipo de microorganismo	TEMPERATURA	
	Rango de temperatura °C	Temperatura óptima °C
Crio-fílica	-2-30	12-18
Mesofílica	20-45	25-40
Termofílica	45-75	55-65

FUENTE: ESPELLMAN (2003)

La temperatura y el pH juegan un papel vital en el medio ambiente en que se encuentra la bacteria, lo cual también es sumamente importante para otras especies microscópicas. Se ha observado que la actividad de las bacterias se duplica por cada 10°C de incremento en la temperatura hasta que se alcanza un límite de temperatura en el cual la bacteria ya no sobre vive. De acuerdo al rango de temperatura en el cual la bacteria tiene su máximo desarrollo, las bacterias pueden ser clasificada como: clorofílicas, mesofílicas y termofílicas. Su clasificación está de acuerdo a la TABLA N° 2 El pH de la solución también es determinante en el desarrollo y crecimiento de los microorganismos. La mayoría de los microorganismos pueden tolerar ambientes de pH mayor a 9.5 o menor a 4.0, pero el rango óptimo de pH para que las bacterias comunes cumplan apropiadamente sus funciones es de 6.5 a 7.5.

b) **Hongos:** En ingeniería de tratamiento de aguas los hongos son considerados protistas multicelulares, heterotróficos, no fotosintéticos. Los hongos son estrictamente aeróbicos. Tienen la capacidad de crecer en condiciones de poca humedad y pueden tolerar un medio ambiente con bajos

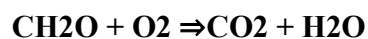
valores de pH, aunque su rango óptimo de pH es 5.6. Los requerimientos de nitrógeno son bajos y son de aproximadamente la mitad de los que requieren las bacterias comunes. Esta habilidad para sobrevivir a bajos valores de pH y con cantidades relativamente limitadas de nitrógeno, los hacen sumamente importantes en el tratamiento biológico de algunas aguas de origen industrial.

c) **Algas:** Las algas son protistas unicelulares o multicelulares, autotróficos y fotosintéticos. La presencia de algas en las aguas es indeseable ya que producen malos olores y sabores en el agua de consumo. Interfieren en los procesos de filtración, y al darle coloración al agua disminuyen sus características estéticas. En lagunas de oxidación, las algas son valiosas debido a que producen oxígeno a través del proceso de fotosíntesis. Por la noche, cuando no hay disponible luz para la fotosíntesis, emplean el oxígeno disponible para la respiración. Las reacciones bioquímicas simplificadas de los procesos bioquímicos que ocurren en la fotosíntesis y en la respiración son las siguientes:

Fotosíntesis



Respiración



En el medio ambiente acuático y como consecuencia de las reacciones anteriores, este proceso metabólico causa una variación diurna y nocturna del oxígeno disuelto. La habilidad de las algas para producir oxígeno es de vital importancia para la ecología del medio ambiente de las aguas. Para que una laguna de oxidación aeróbica o facultativa opere adecuadamente, se requiere de las algas, que son la fuente de oxígeno para las bacterias aeróbicas heterotróficas. Esta relación simbiótica entre las bacterias y las algas, es el

mecanismo a través del cual las aguas residuales pueden ser depuradas en lagunas de oxidación. Debido a que las algas utilizan el dióxido de carbono en la actividad fotosintética, es posible que el agua alcance altos valores de pH. Si se alcanzan altos valores de pH, la alcalinidad tiende a ser alcalinidad de hidróxidos y carbonatos y si además en el agua es alta la concentración de calcio, se puede rebasar el valor de la constante de producto de solubilidad del carbonato de calcio, y este precipita. Esta remoción del carbonato por precipitación evita que el pH se siga incrementando. De la misma forma a como ocurre con el oxígeno disuelto, existe una variación en el valor del pH. Durante el día, las algas consumen dióxido de carbono lo cual tiende a incrementar el valor del pH; por la noche, las algas producen CO₂ lo cual resulta en una disminución en el pH. El resultado neto, en un sistema bien equilibrado es un valor más o menos constante en el valor del pH, que es requisito para el proceso de depuración de las aguas. También, como los demás organismos, las algas requieren de compuestos inorgánicos para su reproducción. Los principales elementos requeridos de este tipo son nitrógeno y fósforo. Otros elementos traza o micronutrientes también son esenciales; entre estos se encuentran: hierro, cobre y molibdeno. En lagos y lagunas naturales, el crecimiento excesivo de las algas es indeseable, por lo que uno de los procesos avanzados de tratamiento de aguas residuales, es la eliminación del nitrógeno o fósforo, o los dos en forma conjunta, para evitar la proliferación de este material. También la remoción de los micronutrientes requeridos para su crecimiento y reproducción, es una alternativa para el control de las algas.

d) **Protozoarios:** Los protozoarios son protistas microscópicos que por lo regular son unicelulares y que además poseen movilidad, lo cual realizan generalmente por medio de un flagelo o cola. La mayoría de los protozoarios son aeróbicos heterotróficos, aunque algunos de ellos son anaeróbicos. Los protozoarios son de mayor tamaño que las bacterias y consumen estas como

fuerza de energía. De hecho, los protozoarios consumen en los efluentes finales de las aguas tratadas, la materia orgánica residual y las bacterias que se puedan encontrar en dicho efluente.

e) **Virus:** Un virus es la más pequeña estructura biológica conteniendo toda la información necesaria para su propia reproducción. Los virus son tan pequeños que solo pueden ser vistos con microscopio electrónico. Son parásitos obligados, por lo cual siempre requieren de un organismo huésped en el cual sobrevivir. Una vez estabilizados en el huésped dirigen toda su compleja maquinaria a la producción de nuevas partículas de virus. Eventualmente, la célula huésped se rompe liberando nuevas partículas de virus, las cuales se van a infectar nuevas células. Muchos virus que producen enfermedades en el hombre también se encuentran en las heces fecales de éste, por lo que en ingeniería de tratamiento de aguas residuales es necesario el control.

1.4.2. Siembra y Cultivo de Microorganismos

Según NEGRONI. (2009). “Sembrar un microorganismo es colocarlo en ambiente artificial apropiado para que lleve a cabo su metabolismo, su desarrollo y su reproducción”

1.4.2.1. Condiciones Generales Para el Cultivo de Microorganismos.

El desarrollo adecuado de los microorganismos en un medio de cultivo se ve afectado por una serie de factores de gran importancia y que, en algunos casos, son ajenos por completo al propio medio.

Según Granados, R. Villaverde, C. (2003). Las condiciones generales para un cultivo son:

a) Disponibilidad de nutrientes adecuados

Un medio de cultivo adecuado para la investigación microbiológica ha de contener, como mínimo, carbono, nitrógeno, azufre, fósforo y sales inorgánicas. En muchos casos serán necesarias ciertas vitaminas y otras sustancias inductoras del crecimiento. Siempre han de estar presentes las sustancias adecuadas para ejercer de donantes o captadores de electrones para las reacciones químicas que tengan lugar.

Todas estas sustancias se suministraban originalmente en forma de infusiones de carne, extractos de carne o extractos de levadura. Sin embargo, la preparación de estas sustancias para su aplicación a los medios de cultivo provocaba la pérdida de los factores nutritivos lábiles.

Actualmente, la forma más extendida de aportar estas sustancias a los medios es utilizar peptona que, además, representa una fuente fácilmente asequible de nitrógeno y carbón ya que la mayoría de los microorganismos, que no suelen utilizar directamente las proteínas naturales, tienen capacidad de atacar los aminoácidos y otros compuestos más simples de nitrógeno presentes en la peptona.

Ciertas bacterias tienen necesidades nutritivas específicas por lo que se añade a muchos medios, sustancias como: suero, sangre, líquido ascítico, etc. Igualmente pueden ser necesarios ciertos carbohidratos y sales minerales como las de calcio, magnesio, manganeso, sodio o potasio y sustancias promotoras del crecimiento, generalmente de naturaleza vitamínica.

Muy a menudo se añaden al medio de cultivo ciertos colorantes, bien como indicadores de ciertas actividades metabólicas o bien por sus capacidades de ejercer de inhibidores selectivos de ciertos microorganismos.

b) Consistencia adecuada del medio

Partiendo de un medio líquido podemos modificar su consistencia añadiendo productos como albúmina, gelatina o agar, con lo que obtendríamos medios en estado semisólido o sólido.

Los medios solidificados con gelatina tienen el gran inconveniente de que muchos microorganismos no se desarrollan adecuadamente a temperaturas inferiores al punto de fusión de este solidificante y de que otros tienen la capacidad de licuarla.

Actualmente los medios sólidos son de uso universal, por su versatilidad y comodidad, pero hay también gran cantidad de medios líquidos cuyo uso está ampliamente extendido en el laboratorio.

c) Presencia (o ausencia) de oxígeno y otros gases

Gran cantidad de bacterias pueden crecer en una atmósfera con tensión de oxígeno normal. Algunas pueden obtener el oxígeno directamente de variados sustratos. Pero los microorganismos anaerobios estrictos sólo se desarrollarán adecuadamente en una atmósfera sin oxígeno ambiental. En un punto intermedio, los microorganismos microaerófilos crecen mejor en condiciones atmosféricas parcialmente anaerobias (tensión de oxígeno muy reducida), mientras los anaerobios facultativos tienen un metabolismo capaz de adaptarse a cualquiera de las citadas condiciones.

d) Condiciones adecuadas de humedad

Un nivel mínimo de humedad, tanto en el medio como en la atmósfera, es imprescindible para un buen desarrollo de las células vegetativas microbianas en los cultivos. Hay que prever el mantenimiento de estas condiciones mínimas en las estufas de cultivo a 35-37 °C proporcionando una fuente adecuada de agua que mantenga la humedad necesaria para el crecimiento de los cultivos y evitar así que se desecue el medio.

e) Luz ambiental

La mayoría de los microorganismos crecen mucho mejor en la oscuridad que en presencia de luz solar. Hay excepciones evidentes como sería el caso de los microorganismos fotosintéticos.

f) pH

La concentración de iones hidrógeno es muy importante para el crecimiento de los microorganismos. La mayoría de ellos se desarrollan mejor en medios con un pH neutro, aunque los hay que requieren medios más o menos ácidos. No se debe olvidar que la presencia de ácidos o bases en cantidades que no impiden el crecimiento bacteriano pueden sin embargo inhibirlo o incluso alterar sus procesos metabólicos normales.

g) Temperatura

Los microorganismos mesófilos crecen de forma óptima a temperaturas entre 15 y 43°C. Otros como los psicrófilos crecen a 0°C y los termófilos a 80°C o incluso a temperaturas superiores (hipertemófilos). En líneas generales, los patógenos humanos crecen en rangos de temperatura mucho más cortos, alrededor de 37°C, y los saprófitos tienen rangos más amplios.

h) Esterilidad del medio

Todos los medios de cultivo han de estar perfectamente estériles para evitar la aparición de formas de vida que puedan alterar, enmascarar o incluso impedir el crecimiento microbiano normal del o de los especímenes inoculados en dichos medios. El sistema clásico para esterilizar los medios de cultivo es el autoclave (que utiliza vapor de agua a presión como agente esterilizante)

1.4.2.2. Tipos de medios de cultivo.

Según GAMAZO, C. LÓPEZ, I. DÍAS, R. (2005). Los tipos de medio de cultivo son:

a) Según su utilidad práctica:

Medios para aislamientos primarios:

✓ **Para usos generales:** no selectivos, para cultivo de una amplia variedad de organismos difíciles de hacer crecer. A menudo están enriquecidos con materiales como: sangre, suero, Hemoglobina, FX, FV, glutamina, u otros factores accesorios para el crecimiento de las bacterias (Agar Sangre, Schaeadler, etc).

✓ **Selectivos:** (pueden ser de moderada o de alta selectividad) se añaden sustancias que inhiban el crecimiento de ciertos grupos de bacterias, permitiendo a la vez el crecimiento de otras. Variando las sustancias añadidas, se varía el tipo y grado de selectividad (Mac Conkey, Kanamicina-Vancomycin).

✓ **Enriquecidos:** ralentizan/suprimen el crecimiento de la flora competitiva normal potenciando el cultivo y crecimiento deseado (Selenito, medio con Vitamina K).

✓ **Para aislamientos especializados:** formulaciones nutritivas especiales que satisfacen requerimientos de grupos específicos de bacterias, ayudando a su identificación (Lowenstein).

b) Según su estado físico (consistencia).

✓ **Medios líquidos:** Son los que se presentan en este estado, denominándose por esta razón caldos. El medio líquido más utilizado es el llamado caldo nutritivo, compuesto principalmente de extracto de carne, peptona y agua. Se utiliza fundamentalmente cuando se pretende la obtención de una suspensión bacteriana de una determinada concentración.

✓ **Medios sólidos:** Se preparan a partir de los medios líquidos, agregándoles un agente gelificante. Los más utilizados son la gelatina y el agar. Gelatina: Es una proteína animal obtenida de los huesos. Tiene el inconveniente de que es hidrolizada por muchas bacterias, y además su uso está muy limitado porque su punto de fusión es bajo (licúa a temperatura ambiente) razón por la que no puede utilizarse para cultivos a 37°C, que es la temperatura óptima de crecimiento para muchos microorganismos. Agar-agar: Es un polímero de azúcares obtenido de algas marinas. Se trata de una molécula insoluble en agua pero soluble en agua caliente; una solución al 1,5% p/v forma un gel firme entre 32 y 39°C y no se funde por debajo de 85°C. Funde a 90°C y solidifica una vez fundido alrededor de los 45°C. Tiene el inconveniente de que introduce compuestos orgánicos indefinidos que pueden falsear los resultados de las necesidades nutritivas de un microorganismo. Aunque el agar es una mezcla de polisacáridos, Araki, en 1937, los dividió en dos grupos: - agarosa, con poco

sulfato, libre de ácido pirúvico, y- agarpectina, con mucho sulfato y gran cantidad de cenizas. La proporción de agarosa a agarpectina en el agar varía según el alga de origen. El agar puede utilizarse para diferentes fines, aunque los más importantes son: agar comercial para la industria alimenticia, agar bacteriológico, agares purificados y agarosa, utilizada para electroforesis en gel. Aproximadamente la mitad de todo el agar que se produce, se utiliza en trabajo microbiológico, por lo que es importante la ausencia de metales tóxicos.

✓ **Medios semisólidos:** Se preparan a partir de los medios líquidos, agregando a éstos un agente solidificante en una proporción menor que para preparar medios sólidos. Uno de sus usos es la investigación de la movilidad de las bacteria

c) **Según su utilización.**

✓ **Medios comunes:** Son aquellos que poseen los componentes mínimos para que pueda producirse el crecimiento de bacterias que no necesiten requerimientos especiales. El medio más conocido de este grupo es el agar nutritivo o agar común, que resulta de la adición de agar al caldo nutritivo. Otros representantes de este grupo son el agar tripticase de soja, el agar Columbia, etc.

✓ **Medios de enriquecimiento:** Son aquellos que, además de las sustancias nutritivas normales, incorporan una serie de factores indispensables para el crecimiento de microorganismos exigentes. Este enriquecimiento se hace por adición de sangre u otros productos biológicos (sangre, suero, leche, huevo, bilis, etc.) que aportan dichos factores. En ocasiones es posible añadir suplementos artificiales a los medios para producir un enriquecimiento del mismo (p. ej. Polivitex, Isovitalex, etc.) el gonococo, por ejemplo, necesita

cistina y cisteína para su crecimiento. Estas sustancias son aportadas por la sangre calentada adicionada al medio de cultivo (agar chocolate).

✓ **Medios selectivos:** Son medios utilizados para favorecer el crecimiento de ciertas bacterias contenidas en una población polimicrobiana. El fundamento de estos medios consiste en facilitar nutricionalmente el crecimiento de una población microbiana específica. Un ejemplo de medio selectivo es el caldo selenito, que se utiliza para favorecer el crecimiento de salmonellas y frenar el del resto de enterobacterias.

✓ **Medios inhibidores:** Cuando las sustancias añadidas a un medio selectivo impiden totalmente el crecimiento de una población microbiana, se denomina inhibidor. Los medios inhibidores podrían considerarse como una variante más restrictiva de los medios selectivos. Los medios inhibidores se consiguen habitualmente por adición de sustancias antimicrobianas o de cualquier otra que inhiba completamente el desarrollo de una población determinada. Un medio inhibidor es el MacConkey que permite el crecimiento de los gérmenes Gram negativos e impide el crecimiento de los Gram positivos.

✓ **Medios diferenciales:** Se utilizan para poner en evidencia características bioquímicas que ayuden a diferenciar géneros o especies. La adición de un azúcar fermentable o un sustrato metabolizable se utilizan para este fin. El medio MacConkey es un medio diferencial porque permite distinguir los gérmenes que fermentan la lactosa de aquellos que no lo hacen. También lo son el C.L.E.D. (lactosa +/lactosa -), el agar sangre (tipo de hemólisis), el SS (que es doblemente diferencial), etc.

✓ **Medios de identificación:** Son los destinados a comprobar alguna cualidad específica que puede servirnos para reconocer la identidad de un microorganismo. Estos medios han de poseer los elementos necesarios para

asegurar el crecimiento de los microorganismos, el sustrato específico que vaya a ser metabolizado y el indicador que nos muestre el resultado. El agar Kligler, el medio de Simmons y en general, cualquier medio al que se le haya añadido un elemento diferencial de un microorganismo, son medios utilizados en identificación. Actualmente están apareciendo en el mercado una gran cantidad de medios específicos de identificación para ciertos microorganismos, con lo cual se consigue simultáneamente abaratar el costo y reducir el tiempo de identificación. Son ejemplos de esto último los medios CPS ID3 o Uriline ID (Biomérieux), utilizados para identificar los gérmenes urinarios más importantes a partir de la placa de cultivo gracias a la utilización de sustratos cromogénicos específicos.

✓ **Medios de multiplicación:** Sirven para obtener una gran cantidad de células a partir de un microorganismo ya aislado. Se emplean en la obtención de vacunas, en la investigación y en la industria. Los medios más adecuados para la multiplicación suelen ser líquidos. El caldo-infusión cerebro-corazón (BHI), es un ejemplo típico de estos medios.

✓ **Medios de conservación:** Se utilizan para conservar una cepa que, por diversas razones nos interese mantener. Fundamentalmente se utilizan como controles de calidad de las pruebas y reactivos utilizados en el laboratorio de Microbiología. En el laboratorio se pueden conservar las cepas de tres formas:

- haciendo pases periódicos de placa a placa,
- mediante liofilización de una suspensión bacteriana, y
- congelando las cepas en leche descremada estéril al 0,1%.

✓ **Medios de transporte:** Se usan para el transporte de muestras clínicas que no pueden sembrarse inmediatamente. Su utilización debe hacerse introduciendo la torunda con la que se obtuvo la muestra en el interior del

medio (generalmente en un tubo). Son ejemplos típicos de este grupo los medios de Stuart-Amies, Cary-Blair, etc.

d) **Según a su composición.**

Según las sustancias que entren a formar parte en su composición, los medios de cultivo pueden ser clasificados en:

✓ **Medios complejos:** Fueron los primeros utilizados, y los más empleados se preparan a partir de tejidos animales, y más raramente de vegetales. Su composición no es exactamente definida, y por consiguiente no es rigurosamente constante. Esto puede tener ciertos inconvenientes en condiciones experimentales, donde la reproductibilidad no podrá ser exacta. En la práctica corriente estos medios dan excelentes resultados y son los más empleados.

✓ **Medios sintéticos:** Son aquellos que contienen en su composición exclusivamente sustancias químicas conocidas y disueltas en agua destilada en proporciones determinadas, resultando un medio de composición perfectamente definida.

✓ **Medios semisintéticos:** El gran número de factores de crecimiento exigidos para ciertos gérmenes hace que la fabricación de un medio sintético para estos gérmenes sea imposible o demasiado cara. En este caso se aportan los factores de crecimiento bajo la forma de un extracto orgánico complejo (extracto de levadura, extracto de tejidos, etc.). Ciertos gérmenes no crecen en ningún medio por muy enriquecido que esté éste, haciéndolo exclusivamente en células vivas con unas características determinadas. Ejemplos de este tipo son, aparte de los virus, las Chlamydias, Rickettsias, etc.

e) **Según su origen:**

✓ **Naturales:** son los preparados a partir de sustancias naturales de origen animal o vegetal como ser extractos de tejidos o infusiones y cuya composición química no se conoce exactamente.

✓ **Sintéticos:** son los medios que contienen una composición química definida cuali y cuantitativamente. Se utilizan para obtener resultados reproducibles.

✓ **Semisintéticos:** son los sintéticos a los que se les añaden factores de crecimiento bajo una forma de un extracto orgánico complejo, como por ejemplo el extracto de levadura.

1.4.2.3. Medios de cultivo comunes.

Según GAMAZO, C. LÓPEZ, I. DÍAS, R. (2005). Los tipos de medio de cultivo comunes son:

✓ **Agar nutritivo:** Este medio es bastante bueno para el cultivo de gérmenes que no presentan exigencias particulares. No es diferencial

✓ **Agar sangre:** Es un medio enriquecido que se utiliza además para la investigación de los diversos tipos de hemólisis (α , β ó γ). Se utiliza para el crecimiento de estreptococos. Para la preparación del agar sangre se puede utilizar el agar nutritivo enriquecido con cloruro sódico o un preparado enriquecido con otras sustancias como Columbia o el tripticase de soja. La adición de sangre a un medio de cultivo no proporciona las sustancias que están en el interior de los hematíes, pero sí puede añadir factores inhibidores del crecimiento bacteriano presentes en el suero. Este es un inconveniente que

puede solucionarse calentando la sangre para romper los eritrocitos y para que se destruyan las sustancias inhibitoras, que son termolábiles. La sangre utilizada como aditivo a estos medios suele ser sangre de carnero diluida al 5%, pero en algunas ocasiones es necesario utilizar sangre de otras especies (caballo, conejo, humana), pues facilitan las reacciones hemolíticas o contienen determinados factores de enriquecimiento o no poseen sustancias inhibitoras del crecimiento de determinados gérmenes.

✓ **Agar chocolate:** El agar chocolate se obtiene calentando la sangre antes de adicionarla a la media base. Por esta razón el agar chocolate contiene hemoglobina, que aporta al medio un importante elemento para el crecimiento: el factor X o hemina termoestable. El agar chocolate es un medio destinado principalmente al aislamiento de Neisserias (gonococos y meningococos) y Haemophilus, pero en él pueden crecer muchos otros microorganismos exigentes. El agar chocolate puede convertirse quizás en uno de los medios más enriquecidos si añadimos una mezcla de factores de crecimiento no contenidas en la sangre. Estas mezclas, denominadas de forma diferente según las casas comerciales (Polivitex, Isovitalex, etc.) contienen más de una docena de compuestos que confieren a este medio unas cualidades nutritivas extraordinarias. Por adición de uno o varios antibióticos pueden lograrse medios inhibidores o selectivos para el crecimiento de determinados microorganismos. Un ejemplo clásico es el Thayer-Martin, utilizado para el aislamiento del gonococo y que no es otra cosa que un agar chocolate enriquecido al cual se ha añadido una mezcla de tres antibióticos específicos que impedirán el crecimiento del resto de la flora acompañante.

✓ **Agar MacConkey:** Es un medio utilizado para el aislamiento e identificación de enterobacterias. Es un medio inhibidor de los gérmenes Gram positivos por su contenido en cristal violeta y selectivo para enterobacterias por su contenido en sales biliares. En su composición lleva un azúcar (lactosa) y un

indicador (rojo de metilo) que lo convierten en un medio diferencial. Los gérmenes que fermenten la lactosa producen una acidificación del medio que hacen aparecer de color rojo fuerte a las colonias resultantes. Las colonias lactosa negativas serán incoloras, apareciendo del mismo color que el medio subyacente (naranja).

✓ **Agar C.L.E.D.:** El medio C.L.E.D. (Cistina Lactosa Electrólito Deficiente) está recomendado para el recuento e identificación presuntiva de los microorganismos de las vías urinarias. Su bajo contenido en electrolitos evita la invasión de los cultivos por *Proteus*. La presencia de lactosa en su composición le confiere el carácter de medio diferencial, aunque la interpretación sea diferente al anterior medio por la incorporación de otro indicador: el azul de bromotimol. Las colonias lactosa positivas aparecerán de color amarillo y las lactosa negativas lo harán con un color verdoso, blanco o azulado.

✓ **Agar S.S.:** El agar SS es un medio selectivo empleado para el aislamiento de *Salmonella* y *Shigella* a partir de muestras fecales. El medio contiene sales biliares y verde brillante para impedir el crecimiento de coliformes y gérmenes Gram positivos. La presencia de lactosa y rojo de metilo nos permiten diferenciar las colonias que fermentan la lactosa (rosas o rojas) de las que no lo hacen (incoloras). Las especies de *Salmonella* y *Shigella* no fermentan nunca la lactosa por lo que este medio es excelente para descartar todas las colonias que no cumplan este requisito. El agar SS es doblemente diferencial, porque además de indicarnos el comportamiento de los gérmenes con relación a la lactosa, nos muestra los gérmenes que son capaces de producir ácido sulfhídrico, que se manifiesta como un precipitado de color negro en el centro de la colonia. Así, una colonia incolora y con un punto negro central es sospechosa de *Salmonella*, y será exclusivamente a estas colonias a quienes se hagan las pruebas bioquímicas confirmatorias de esta especie. El agar SS es un medio muy inhibitorio que a veces impide incluso el crecimiento de ciertas

especies de Salmonella y sobre todo de Shigella. Por esta razón debe utilizarse siempre junto con otro medio menos inhibidor como el Hektoen.

✓ **Agar Hektoen:** Es un medio más diferencial y menos selectivo que el agar SS. Se utiliza para facilitar el aislamiento de las enterobacterias. La presencia de tres azúcares (lactosa, sacarosa y salicilina) permiten ampliar el poder diferencial de este medio. Este medio es capaz de detectar los gérmenes formadores de SH₂, igual que el SS. Las cualidades del agar Hektoen se deben a su riqueza en peptonas y azúcares, que neutralizan el efecto inhibidor de las sales biliares respecto a ciertos gérmenes de cultivo delicado (Shigella en particular). El crecimiento de Salmonella es excelente, igual que el de Shigella, obteniéndose colonias más numerosas y voluminosas que en los medios selectivos usuales. La inhibición tiene lugar, esencialmente, sobre E. coli y en menor medida sobre Proteus y Citrobacter. Hay que señalar que el vibrión colérico crece bien en este medio.

✓ **C.P.S. ID3. :** Medio cromogénico desarrollado por Biomerieux, que permite la identificación de E. coli, P. mirabilis y E. faecalis, con la simple visualización del cambio de color de la colonia sobre el medio (rojo burdeos, azul marrón). La identificación solo requiere la adición de un reactivo para confirmar o descartar la especie sospechada. Otros microorganismos diferentes requieren los sistemas de identificación habituales (API, p. ej) Granada, Islam o New GBS: Medios utilizados para detección de Streptococcus agalactiae, mediante la utilización de un sustrato cromogénico específico de este microorganismo.

✓ **Agar Mueller-Hinton:** Es el medio universalmente aceptado para la realización de los antibiogramas o pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos.

- ✓ **Agar Trypticase de soja:** Es un medio utilizado para el crecimiento de gérmenes exigentes, como Brucella, Neisseria o Streptococcus. Es un medio muy enriquecido, pero no es diferencial. Caldo tioglicolato con resazurina: Es un medio recomendado para controles de esterilidad. Permite el cultivo de aerobios, anaerobios y microaerófilos. Tiene un bajo potencial redox que, al aumentar, se manifiesta por un color rosa del medio.

- ✓ **Agar Chapman:** Es un medio selectivo para el aislamiento de estafilococos. Su elevado contenido en cloruro sódico permite la inhibición de la mayoría de los otros gérmenes. La presencia de manitol y rojo fenol convierten a este medio en diferencial: así se puede identificar presuntivamente el Staphylococcus aureus, ya que este germen crece bien en medios salados y fermenta el manitol (colonias amarillas).

- ✓ **Agar Baird-Parker:** Permite el crecimiento de estafilococos coagulasa positivos, a la vez que los diferencia del resto.

- ✓ **Medio de Loeffler:** Es un medio específico para el cultivo de Corynebacterium diphtheriae.

- ✓ **Agar Desoxicolato Citrato Lactosa Sucrosa (DCLS):** Similar al agar SS. Es un medio diferencial e inhibidor a la vez.

- ✓ **Agar Kligler:** Medio específico para pruebas de identificación de enterobacterias. Aunque de él hablaremos con más detenimiento en el capítulo de pruebas de identificación bacteriana, podemos ir adelantando que se trata de un medio diferencial que permite conocer el comportamiento del microorganismo ante dos azúcares (glucosa y lactosa), investigar la formación de gas y comprobar si el microorganismo puede producir sulfato ferroso a partir del tiosulfato sódico.

- ✓ **Agar Levine o EMB (Eosina azul de metileno):** Se utiliza para aislamiento de enterobacterias, pues impide el crecimiento de Gram positivos y diferencia muy bien a *E. coli*, cuyas colonias adquieren un color negruzco con un brillo metálico característico. Caldo selenito-F: Se utiliza exclusivamente para enriquecimiento de *Salmonellas*.

- ✓ **Agar Cetrimida. Agar King:** Permiten el crecimiento de *Pseudomonas*, inhibiendo Gram positivos y la mayoría de enterobacterias. El segundo pone además de manifiesto la pigmentación fluorescente de *Pseudomonas* bajo luz UV.

- ✓ **Agar Schaedler:** Es un medio con sangre y vitamina K muy adaptado para el cultivo de anaerobios.

- ✓ **Agar Gardnerella:** Agar con sangre humana más una mezcla de antibióticos que permiten la observación de colonias beta hemolíticas características de *Gardnerella vaginalis*.

- ✓ **Campyloesel:** Se utiliza para el aislamiento de *Campylobacter* intestinales creciendo a 42° C en microaerofilia.

- ✓ **Agar BCYE (Buffer Charcoal Yeast Extract):** Se utiliza para el aislamiento de bacterias del género *Legionella*.

- ✓ **Löwenstein-Jensen:** Este medio se utiliza para el cultivo de *Mycobacterium tuberculosis*. Contiene verde malaquita para inhibir parcialmente el crecimiento de otras bacterias. El huevo se utiliza como sustancia de enriquecimiento.

1.4.3. Pruebas para la Identificación de Bacterias

Según FERNÁNDEZ, A. GARCÍA, C. SÁEZ, J. y VALDEZATE, S. (2010). **Permiten determinar las características metabólicas de las bacterias objeto de identificación. Algunas de estas pruebas son técnicas rápidas, ya que evalúan la presencia de una enzima preformada y su lectura varía entre unos segundos hasta unas Pocas horas.p.8.**

a) Pruebas que se utilizan en la identificación preliminar, con lectura inmediata.

✓ **Catalasa:** La catalasa es un enzima presente en la mayoría de los microorganismos que poseen citocromos. Las bacterias que sintetizan catalasa hidrolizan el peróxido de hidrogeno en agua y oxigeno gaseoso que se libera en forma de burbujas. El principal objetivo de esta prueba es separar *Micrococacceae* (positiva) de *Streptococcus spp.* y *Enterococcus spp.* (negativa).

✓ **Oxidasa:** Esta prueba sirve para determinar la presencia de enzimas oxidadas. La reacción de la oxidasa se debe a la presencia de un sistema citocromooxidasa que activa la oxidación del citocromo el cual es reducido por el oxígeno molecular produciéndose agua o peróxido de hidrógeno según la especie bacteriana. El oxígeno actúa por tanto como aceptor final de electrones en la cadena transportadora de electrones. Por lo general, el sistema citocromooxidasa solo se encuentra en las bacterias aerobias, algunas anaerobias facultativas y, excepcionalmente, en alguna microaerófila (*Vibrio fetus*), pero las bacterias anaerobias estrictas carecen de actividad oxidasa

b) Pruebas rápidas, con lectura en menos de 6h:

✓ **Hidrólisis del hipurato:** Demuestra la capacidad de algunas bacterias para hidrolizar el hipurato de sodio ácido benzoico y glicina por la acción de la enzima hipuricasa. Como indicador de la reacción se utiliza ninhidrina. Esta prueba se utiliza en la identificación de *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Gardnerella vaginalis* y *Streptococcus agalactiae*

✓ **LAP:** Se utiliza para la detección de la enzima leucina aminopeptidasa (LAP) y es una de las pruebas para la identificación de cocos grampositivos catalasa negativa; diferencia específicamente los géneros *Aerococcus* y *Leuconostoc* de *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, y *Pediococcus*.

c) Pruebas lentas, con lectura de 18 a 48 horas:

✓ **Oxido-Fermentación:** Mediante esta prueba se va a determinar si la utilización de los hidratos de carbono por parte de un microorganismo se realiza por vía oxidativa (proceso aeróbico, presencia de oxígeno) o por vía fermentativa (proceso anaeróbico, ausencia de oxígeno).

✓ **Reducción de nitratos:** Sirve para determinar la capacidad de un organismo de reducir el nitrato en nitritos. Se utiliza para asignar bacterias a la familia Enterobacteriaceae, en la diferenciación de *Moraxella catarrhalis* del género Neisseria y en la identificación de bacilos grampositivos aerobios.

✓ **Rojo de metilo:** El rojo de metilo es un indicador de pH. Actúa entre pH 4,2 y 6,3 variando desde rojo (pH 4,2) a amarillo (pH 6,3). Mediante esta prueba se comprueba la capacidad de un microorganismo de producir y mantener estables los productos terminales ácidos de la fermentación de la

glucosa por la vía de la fermentación ácido- mixta. Se utiliza como parte de la identificación a nivel de especie de los bacilos entéricos gramnegativos.

- ✓ **Agar hierro de Kligler:** Mediante esta prueba se puede determinar:
- La capacidad de un microorganismo de metabolizar un hidrato de carbono específico (en este caso glucosa, lactosa o ambas) incorporado en un medio de crecimiento básico.
 - Producción o no de gases: CO₂ e H₂ como productos finales del metabolismo de los hidratos de carbono.
 - Producción de ácido sulfhídrico (SH₂). El medio de Kligler contiene como hidratos de carbono la glucosa y la lactosa. Existe otro medio, el triple sugariron (TSI) que posee un tercer hidrato de carbono, la sacarosa

1.5. Aspectos Legales

Con el propósito de tener un sustento legal en el cual se desarrollara la investigación, se hace referencia a los Criterios legales ambientales para la descarga de efluentes.

1.5.1. Constitución Política del Ecuador

Sección Sexta

Agua

Art 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y

zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

1.5.2. Ley de Aguas

CAPÍTULO VI GARANTÍAS PREVENTIVA

Sección Segunda Objetivos de Prevención y Control de la Contaminación del Agua

Artículo 79. Objetivos de prevención y conservación del agua.

La Autoridad Única del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para cumplir los siguientes objetivos:

- a) Garantizar el derecho humano al agua para el buen vivir o Sumak Kawsay, los derechos reconocidos a la naturaleza y la preservación de todas las formas de vida, en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación;

- b) Preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad;

c) Controlar y prevenir la acumulación en suelo y subsuelo de sustancias tóxicas, desechos, vertidos y otros elementos capaces de contaminar las aguas superficiales o subterráneas;

d) Controlar las actividades que puedan causar la degradación del agua y de los ecosistemas acuáticos y terrestres con ella relacionados y cuando estén degradados disponer su restauración;

e) Prohibir, prevenir, controlar y sancionar la contaminación de las aguas mediante vertidos o depósito de desechos sólidos, líquidos y gaseosos; compuestos orgánicos, inorgánicos o cualquier otra sustancia tóxica que alteren la calidad del agua o afecten la salud humana, la fauna, flora y el equilibrio de la vida;

f) Garantizar la conservación integral y cuidado de las fuentes de agua delimitadas y el equilibrio del ciclo hidrológico; y,

g) Evitar la degradación de los ecosistemas relacionados al ciclo hidrológico.

Artículo 80 Vertidos: prohibiciones y control.

Se consideran como vertidos las descargas de aguas residuales que se realicen directa o indirectamente en el dominio hídrico público. Queda prohibido el vertido directo o indirecto de aguas o productos residuales, aguas servidas, sin tratamiento y lixiviados susceptibles de contaminar las aguas del dominio hídrico público.

La Autoridad Ambiental Nacional ejercerá el control de vertidos en coordinación con la Autoridad Única del Agua y los Gobiernos Autónomos Descentralizados acreditados en el sistema único de manejo ambiental.

Es responsabilidad de los gobiernos autónomos municipales el tratamiento de las aguas servidas y desechos sólidos, para evitar la contaminación de las aguas de conformidad con la ley.

Artículo 81 Autorización administrativa de vertidos.

La autorización para realizar descargas estará incluida en los permisos ambientales que se emitan para el efecto. Los parámetros de la calidad del agua por ser vertida y el procedimiento para el otorgamiento, suspensión y revisión de la autorización, serán regulados por la Autoridad Ambiental Nacional o acreditada, en coordinación con la

Autoridad Única del Agua.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el ámbito de su competencia y dentro de su jurisdicción emitirán la autorización administrativa de descarga prevista en esta Ley con sujeción a las políticas públicas dictadas por la

Autoridad Ambiental Nacional.

CAPÍTULO VII OBLIGACIONES DEL ESTADO PARA EL DERECHO HUMANO AL AGUA

Sección Primera De las Obligaciones y la Progresividad

Artículo 83 Políticas en relación con el agua.

Es obligación del Estado formular y generar políticas públicas orientadas a:

- a) Fortalecer el manejo sustentable de las fuentes de agua y ecosistemas relacionados con el ciclo del agua;
- b) Mejorar la infraestructura, la calidad del agua y la cobertura de los sistemas de agua de consumo humano y riego;
- c) Establecer políticas y medidas que limiten el avance de la frontera agrícola en áreas de protección hídrica;
- d) Fortalecer la participación de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades en torno a la gestión del agua;
- e) Adoptar y promover medidas con respecto de adaptación y mitigación al cambio climático para proteger a la población en riesgo;
- f) Fomentar e incentivar el uso y aprovechamiento eficientes del agua, mediante la aplicación de tecnologías adecuadas en los sistemas de riego; y,
- g) Promover alianzas público comunitarias para el mejoramiento de los servicios y la optimización de los sistemas de agua.

Artículo 84 Obligaciones de corresponsabilidad.

El Estado en sus diferentes niveles de gobierno es corresponsable con usuarios, consumidores, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades del cumplimiento de las siguientes obligaciones:

- a) Reducir la extracción no sustentable, desvío o represamiento de caudales;

- b) Prevenir, reducir y revertir la contaminación del agua;
- c) Vigilar y proteger las reservas declaradas de agua de óptima calidad;
- d) Contribuir al análisis y estudio de la calidad y disponibilidad del agua;
- e) Identificar y promover tecnologías para mejorar la eficiencia en el uso del agua;
- f) Reducir el desperdicio del agua durante su captación, conducción y distribución;
- g) Adoptar medidas para la restauración de ecosistemas degradados;
- h) Apoyar los proyectos de captación, almacenamiento, manejo y utilización racional, eficiente y sostenible de los recursos hídricos; y,
- i) Desarrollar y fomentar la formación, la investigación científica y tecnológica en el ámbito hídrico

Sección Segunda De los Usos del Agua

Artículo 86 Agua y su prelación.

De conformidad con la disposición constitucional, el orden de prelación entre los diferentes destinos o funciones del agua es:

- a) Consumo humano
- b) Riego que garantice la soberanía alimentaria;
- d) Caudal ecológico; y,

c) Actividades productivas.

El agua para riego que garantice la soberanía alimentaria comprende el abrevadero de animales, acuicultura y otras actividades de la producción agropecuaria alimentaria doméstica; de conformidad con el Reglamento de esta Ley

Sección Segunda De los Usos del Agua

Artículo 88 Uso.

Se entiende por uso del agua su utilización en actividades básicas indispensables para la vida, como el consumo humano, el riego, la acuicultura y el abrevadero de animales para garantizar la soberanía alimentaria en los términos establecidos en la Ley.

Artículo 89 Autorización de uso.

El uso del agua de acuerdo con la definición del artículo anterior contará con la respectiva autorización otorgada de conformidad con esta Ley, su Reglamento y la planificación hídrica.

La autorización para el uso del agua para consumo humano y riego para soberanía alimentaria, abrevadero de animales y acuicultura, confiere al usuario de esta, de manera exclusiva, la capacidad para la captación, tratamiento, conducción y utilización del caudal al que se refiera la autorización.

Artículo 90 Condiciones para el otorgamiento de autorizaciones de uso del agua.

Previo al otorgamiento de autorizaciones para el uso del agua, la Autoridad Única del

Agua verificará el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- a) Que se respete el orden de prelación establecido en la Constitución y esta Ley;
- b) Que se haya certificado, la disponibilidad del agua en calidad y cantidad suficientes. Respecto de la calidad del agua la Autoridad Única del Agua implementará los procesos de certificación de manera progresiva;
- c) Que los estudios y proyectos de infraestructura hidráulica necesarios para su utilización hayan sido aprobados previamente por la Autoridad Única del Agua;
- d) Que el beneficiario se responsabilice por la prevención y mitigación de los daños ambientales que ocasione, y se obligue a contribuir al buen manejo del agua autorizada; y,
- e) Que la utilización del agua sea inmediata o en un plazo determinado para el destino al que fue autorizado de acuerdo con el informe técnico respectivo

1.5.3. Texto Unificado de la Legislación Secundario del Ministerio del Ambiente

LIBRO VI

Criterios de la calidad de aguas de uso agrícola o de riego

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de

cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación.

TABLA 6. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA AGUAS DE USO AGRÍCOLA

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN-	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05

Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr6	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	Ph		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco Secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coliformes Totales	nmp/100 ml		1 000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	cero
Zinc	Zn	mg/l	2,0

Fuente: TULSMA

Además de los criterios indicados, la Entidad Ambiental de Control se utilizará también las siguientes guías para la interpretación de la calidad del agua para riego y deberá autorizar o no el uso de agua con grado de restricción severo o moderado:

TABLA 7. PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	*GRADO DE RESTRICCIÓN			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
Salinidad (1):					
CE (2)	Milimhos/cm	0,7	0,7	3,0	3,0
SDT (3)	mg/l	450	450	2000	2000
Infiltración (4):					
RAS=0 - 3 y CE		0,7	0,7	0,2	0,2
RAS=3 - 6 y CE		1,2	1,2	0,3	0,3
RAS=6 - 12 y CE		1,9	1,9	0,5	0,5
RAS=12 - 20 y CE		2,9	2,9	1,3	1,3
RAS=20 - 40 y CE		5,0	5,0	2,9	2,9
Toxicidad por ión específico (5):					
- Sodio:					
Irrigación superficial RAS (6)		3,0	3,0	9	9,0

Aspersión	meq/l	3,0	3,0		
Cloruros					
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0	10,0	10,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0		
- Boro	mg/l	0,7	0,7	3,0	3,0
Efectos misceláneos (7):					
- Nitrógeno (N- NO3)	mg/l	5,0	5,0	30,0	30,0
- Bicarbonato (HCO3)	meq/l	1,5	1,5	8,5	8,5
pH	Rango normal	6,5 -8,4			

Fuente: TULSMA

*Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

(1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.

(2) Conductividad eléctrica del agua: regadío (1 milimhos/cm=1000 micromhos/cm).

(3) Sólidos disueltos totales.

- (4) Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo.
- (5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos.
- (6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada.
- (7) Afecta a los cultivos susceptibles.

1.6. Marco Conceptual

Las siguientes definiciones fueron extraídas del: Diccionario de Términos Ambientales, Biotecnología Ambiental y Métodos de Análisis Microbiológicos de los Alimentos

Agar nutritivo: Es un medio de cultivo usado normalmente como rutina para todo tipo de bacteria. Es muy útil porque permanece sólido incluso a relativas altas temperaturas. Además, el crecimiento bacteriano en este agar lo hace en la superficie, por lo que se distinguen mejor las colonias pequeñas

Aguas grises: Las aguas grises o usadas son las resultan del uso doméstico, tales como el lavado de utensilios y de ropa así como el baño de las personas.

Aguas pluviales: Son las aguas provenientes de las lluvias que escurren superficialmente por el terreno.

Aguas residuales domésticas: Son las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.

Aguas residuales industriales: Son todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizadas para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas, ni aguas de corriente pluvial.

Aguas residuales urbanas: Son las aguas residuales domésticas o la mezcla de las mismas con aguas residuales industriales y/o aguas de escorrentía pluvial.

Aguas servidas: Aguas de desechos de diferentes usos, sea industrial urbano etc. Que pueden estar contaminadas.

Aislamiento: Fenómeno que se presenta cuando existen factores que no hacen posible el intercambio entre los organismos. O sea es cuando el individuo se queda solo, sin ninguna perspectiva para desarrollarse y evolucionar.

Aerobio: Organismo que necesita de oxígeno para vivir.

Aerobiosis: Condición bajo la cual las reacciones químicas de los organismos se realizan indispensablemente en presencia de oxígeno

Bacciforme: Que tiene parecido o forma de baya.

Bacilo: Denominación de carácter puramente morfológico aplicado en bacteriología a toda bacteria cuya forma es alargada, recordando el aspecto de un bastón pequeño.

Bacterias: Término genérico que cubre el conjunto de los micro-organismos unicelulares con núcleo desprovisto de membrana, con cromosoma único, generalmente con una pared exterior y capaz de multiplicarse por escisiparidad. Microorganismo unicelular procariota. Son los seres más primitivos y resistentes que habitan la Tierra. Ocupan todos los hábitats conocidos, desde los hielos de la Antártida hasta las profundidades de los océanos. Especies vivientes caracterizadas por ser unicelulares y producir cambios en su estructura, capaces de ser cultivadas y reproducidas por un elemento orgánico no vivo.

Bacterias heterótrofas: Son las que cierran el ciclo de la materia en los ecosistemas al degradar cualquier sustancia orgánica a sus elementos inorgánicos originales.

Bacteria coliformes: Bacterias que se encuentran en el intestino humano o en el de otras especies. La más conocida es Escherichia coli. Se usan en los análisis de calidad de las aguas pues su presencia indica contaminación con heces fecales. La Organización Mundial de la Salud recomienda un recuento de cero colonias por cada cien mil ml de agua para beber

Bacterias nitrificantes: Son los autótrofos que realizan cambios importantes en los suelos al fijar en ellos el nitrógeno atmosférico.

Barrera química: Capa interior de un tanque fabricada con resinas especiales de mayor resistencia a la corrosión de los productos químicos. Su espesor y composición variará en función del líquido a contener, su concentración y temperatura.

Biodegradable: Sustancia que se descompone o desintegra con relativa rapidez en compuestos simples por algunas formas de vida como: bacterias, hongos, gusanos e insectos.

Biodegradabilidad: Susceptibilidad de una sustancia o material a ser degradado por microorganismos, especialmente es referida a la tasa de descomposición química de detergentes y plaguicidas por bacterias o factores ambientales naturales.

Biodegradabilidad del agua residual: Es la relación entre la DBO5 y la DQO. Deduciendo de este índice si el agua a depurar es de origen doméstico o industria

DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días): Concentración en masa de oxígeno (O₂) disuelto consumido bajo condiciones específicas (5 días a 20° C con o sin inhibición de la nitrificación) por oxidación biológica de la materia orgánica y/o inorgánica del agua. Unidades: mg/l.

Depuración biológica: El objetivo del proceso biológico es la eliminación, estabilización o transformación de la materia orgánica, presente en las aguas residuales como sólidos no sedimentables. Esta acción se logra por la acción de los microorganismos mediante dos acciones complementarias: metabólica y fisico-química.

DQO (Demanda Química de Oxígeno): Concentración en masa de oxígeno (O₂) equivalente a la cantidad de dicromato consumido cuando una muestra de agua es tratada con este oxidante bajo condiciones definidas. Unidades: mg/l.

Eutrofización: Es el enriquecimiento de nutrientes en el agua, especialmente de los compuestos de nitrógeno y/o fósforo, que provoca un crecimiento acelerado de algas y especies vegetales superiores, con el resultado de trastornos no deseados en el equilibrio entre organismos presentes en el agua y en la calidad del agua a la que afecta.

Microorganismos patógenos: Los microorganismos patógenos son organismos que no pueden ser observados si no es con la ayuda de un microscopio, y que causan enfermedades en los seres humanos. En el agua tienen unas características que los diferencian de los contaminantes químicos, por ejemplo, son organismos vivos que no se disuelven en el agua sino que coagulan o se anexas a sustancias coloidales o sólidos en suspensión que están presentes en el agua

Nitratos: Compuestos químicos utilizados como fertilizantes en la agricultura. Son una fuente importante de contaminación difusa. En concentraciones altas pueden provocar daños a la salud, especialmente a los niños.

Tratamiento adecuado: Es el tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante cualquier proceso y/o sistema de depuración en virtud del cual se obtiene una calidad de vertido dentro de los parámetros establecidos por la Confederación Hidrográfica a la que pertenece.

Ufc: Unidades Formadoras de Colonias

CAPÍTULO II

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Zona de Estudio

La zona de estudio es el reservorio de aguas residuales del barrio 10 de agosto del cantón Pujilí.

TABLA N° 3 . COORDENADAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

COORDENADAS		ALTURA (m.s.n.m)
ESTE	NORTE	
E 17758309	N 9894184	2923
E 17758377	N 9894206	2922
E 17758301	N 9894317	2923

ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRES, 2015

2.2. Línea Base

2.2.1. Criterios metodológicos.

La línea base tiene como objeto definir el medio físico, biótico y socioeconómico existente en el sitio del reservorio.

De esta forma comprende la realización de un diagnóstico de la situación ambiental actual.

2.3. Medio Físico

2.3.1. Clima

El clima de una determinada región se define como el conjunto de características atmosféricas encontradas en dicha región, incluyendo la temperatura, la precipitación, la humedad, vientos y nubosidad.

La línea base meteorológica ha sido desarrollada sobre la información contenida y disponible en la Dirección General de Aviación Civil, se debe indicar que dentro de la información que se dispone de la DAC, se estableció a la Estación Meteorológica Aeropuerto- Latacunga como la más cercana al reservorio de aguas residuales.

La ubicación de la estación meteorológica es:

**TABLA N° 4 UBICACIÓN ESTACIÓN METEOROLÓGICA
AEROPUERTO LATACUNGA**

NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (MSNM)
Aeropuerto	00° 54.4 S	78° 37.0' W	2792

Latacunga			
-----------	--	--	--

FUENTE: DAC, - ESTACIÓN METEOROLÓGICA-AEROPUERTO-LATACUNGA
(PERIODO 2008-2012)

ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

2.3.2. Temperatura

La temperatura de aire es la media de la cantidad de calor que posee la masa de aire en la zona de estudio, la temperatura del aire está estrechamente ligada con la cantidad de energía radiante; por lo que la latitud determina la insolación de la zona, es así que el área por estar localizada en una zona ecuatorial, recibe una importante incidencia solar por unidad de superficie.

De los registros meteorológicos de temperatura del año 2008 al 2012, se analiza que la temperatura media mensual promedio en el sector es 14,1 °C.

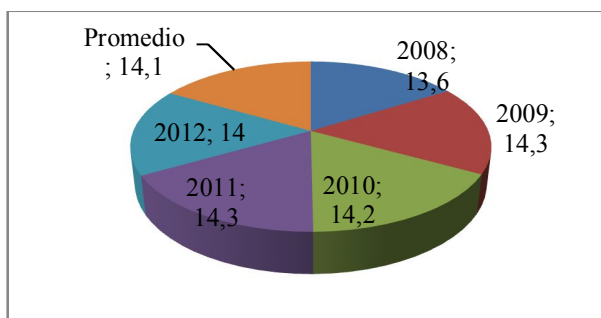
TABLA N° 5 TEMPERATURA

ESTACIÓN METEOROLÓGICA AEROPUERTO - LATACUNGA						
Años	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio
°C	13,6	14,3	14,2	14,3	14,0	14,1

FUENTE: DAC, - ESTACIÓN METEOROLÓGICA-AEROPUERTO-LATACUNGA
(PERIODO 2008-2012)

ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

GRAFICO N° 3 TEMPERATURA



FUENTE: DAC, - ESTACIÓN METEOROLÓGICA-AEROPUERTO-LATACUNGA
(PERIODO 2008-2012)

ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

2.3.3. Precipitación

La precipitación anual, constituye un parámetro importante en lo concerniente al análisis de la autodepuración natural de la atmósfera de un sitio determinado, considerando que este fenómeno natural produce el lavado de los contaminantes atmosféricos. De los datos obtenidos para el periodo establecido, la media multianual es de 296,1 mm, registrándose en el año 2009 el promedio más alto de precipitación.

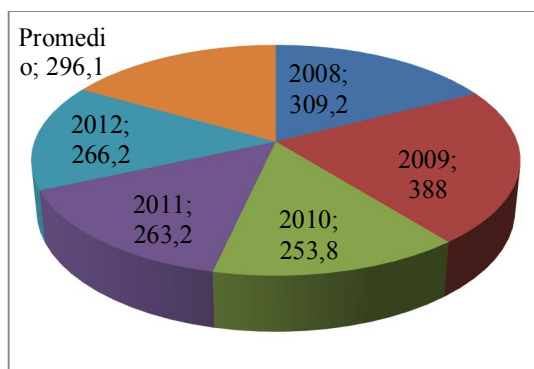
TABLA N° 6 PRECIPITACIÓN

ESTACIÓN METEOROLÓGICA AEROPUERTO – LATACUNGA						
Años	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio
mm	309,2	388	253,8	263,2	266,2	296,1

FUENTE: DAC, - ESTACIÓN METEOROLÓGICA-AEROPUERTO-LATACUNGA
(PERIODO 2008-2012)

ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

GRAFICO N° 4 PRECIPITACIÓN



FUENTE: DAC, - ESTACIÓN METEOROLÓGICA-AEROPUERTO-LATACUNGA
(PERIODO 2008-2012)

ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

2.3.4. Humedad relativa

La humedad relativa es la relación en tanto por ciento entre la humedad absoluta (peso en gramos del vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire) y la cantidad de vapor que contendrían el metro cúbico de aire si estuviese saturado a cualquier temperatura. La humedad relativa para el periodo registrado alcanza un valor promedio multianual de 73,4%.

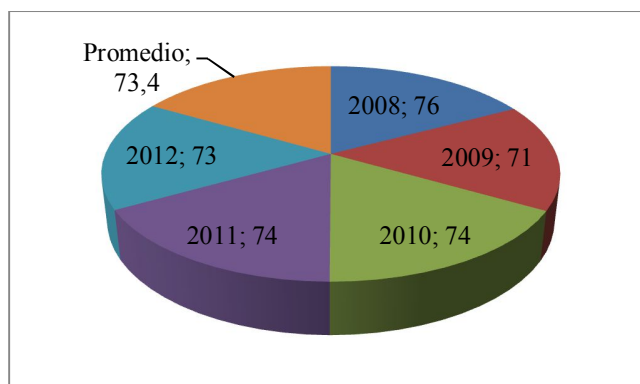
TABLA N° 7 HUMEDAD RELATIVA

ESTACIÓN METEOROLÓGICA AEROPUERTO – LATACUNGA						
Años	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio
%	76	71	74	74	73	73,4

FUENTE: DAC, - ESTACIÓN METEOROLÓGICA-AEROPUERTO-LATACUNGA
(PERIODO 2008-2012)

ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

GRAFICO N° 5 HUMEDAD RELATIVA



FUENTE: DAC, - ESTACIÓN METEOROLÓGICA-AEROPUERTO-LATACUNGA
(PERIODO 2008-2012)

ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

2.4. Medio Biótico

Se realiza a continuación un Diagnostico biótico del Área de Influencia del reservorio de aguas residuales que se encuentra en Pujilí, en la provincia de Cotopaxi. En el paisaje se evidencia zonas de uso humano, espacios de remanente vegetación nativa andina, procesos de sucesión secundaria, áreas de cultivo y concentraciones poblacionales, carreteras, etc. A pesar de esta intervención la zona pertenece y mantiene características climáticas y biogeográficas particulares de formaciones naturales propias de los andes.

El área del reservorio de aguas residuales, se encuentra en el cantón Pujilí, dentro de la provincia de Cotopaxi. Pertenece a la zona bioclimática bosque seco Montano – Bajo, a la formación vegetal Matorral Húmedo Montano (Sierra, 1999) y corresponde al piso zoogeográfico Templado o valles interandinos (Albuja, 1980) sistemas naturales característicos de la región norte y centro de los andes ecuatorianos.

2.4.1. Flora

Mediante visitas de campo se han identificado las siguientes especies

TABLA N° 8 FLORA IDENTIFICADA

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Cabuya negra	<i>Agave americana</i>
Capulí	<i>Prunus serotina subsp.</i>
Chilca	<i>Baccharis latifoli</i>
Diente de León	<i>Taraxacum officinale</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus urograndis</i>
Espino blanco	<i>Crataegus monogyn</i>
Frejol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Hierba mora	<i>Solanum nigrescens</i>
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>
Maíz	<i>Zea mays L.</i>
Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i>
Pino	<i>Pinus pinaster aiton</i>
Tuna	<i>Opiunta tuna</i>
Trébol blanco	<i>Trifoliumrepens</i>
Verbena	<i>Verbena litoralis</i>

FUENTE: VISITA DE CAMPO
ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

2.4.2. Fauna

Mediante visitas de campo hemos identificado especies propias del sector como especies que han sido introducidas.

TABLA N° 9 FAUNA IDENTIFICADA

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Abeja	<i>Apis mellifera</i>
Araña	<i>Scytodes</i>
Burro	<i>Equus africanus asinus</i>
Caballo	<i>Equus ferus caballus</i>
Corta pelo	<i>Zygoptera</i>
Gallina	<i>Gallus domesticus</i>
Gorrión	<i>Passes domesticus</i>
Golondrina	<i>Notiochelldon cyanoleuca</i>
Guiragchuro	<i>Pheucticus chrysogaster</i>
Lagartija	<i>Pholidobolus sp.</i>
Mosca común	<i>Musca domestica</i>
Mosca verde	<i>Poecilobothrus nobilitatus.</i>
Perros	<i>Canis familiaris</i>
Vaca	<i>Bos primigenius Taurus</i>

FUENTE: VISITA DE CAMPO

ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

2.5. Metodología

2.5.1. Protocolo de Muestreo de Agua Residual

Se organizaron actividades mediante un plan de muestreo detallado en la Tabla N°10, con la finalidad de garantizar la toma correcta de las muestras.

TABLA N° 10 PLAN DE MUESTREO DEL AGUA RESIDUAL PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA INICIAL.

FACTORES A CONSIDERAR		Observaciones
Parámetros de interés a evaluar	Manganeso Plomo Mercurio Potencial de Hidrogeno Solidos Totales Disueltos Aceites y Grasas Coliformes Totales Cloruros Nitrógeno Total Conductividad eléctrica Bicarbonatos	Laboratorio de la Escuela Politécnica de Chimborazo (CESTTA)
Elecciones de puntos de muestro	Punto de descarga inicial al cuerpo receptor de agua	
Duración de la toma de muestra	1 día	Toma de muestra puntual
Tipo de agua a muestrear	Agua residual	
Numero de muestras	1 muestras	

Tipo de muestra	Puntual	
Tamaño de muestra	2000 ml (parámetros físicos y químicos) 100 ml (parámetros microbiológicos)	Volumen requerido para efectuar el análisis en el laboratorio
Conservación de muestras	4-8°C	Temperatura requerida por el laboratorio para la conservación de la muestra

INFORMACIÓN TÉCNICA

Para evitar contratiempos en la recepción de muestras solicitamos entregar las mismas debidamente etiquetadas con la siguiente información: identificación de la muestra, número de submuestras, fecha de recolección, hora de recolección, responsable de la toma de muestra y observaciones.

AGUAS

Entregar las muestra de agua en frascos herméticamente cerrados y completamente llenos con un volumen mínimo de 2000 ml.

Las muestras deben ser enviadas inmediatamente luego de la toma de muestra, refrigeradas en un cooler con hielo, NO congeladas.

Para los parámetros microbiológicos la muestra de agua debe ser entregada en un frasco estéril de 100 ml, en un plazo máximo de 24 horas refrigeradas

INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE MUESTREO

- ✓ Camisa.
- ✓ Guantes de látex.
- ✓ Mascarilla.
- ✓ GPS.
- ✓ Envase de 2000 ml.
- ✓ Frasco estéril de 100 ml.
- ✓ Hielo
- ✓ Cooler.

PROCEDIMIENTO

- ✓ Selección del punto de muestreo
- ✓ Toma de muestra de 2000 ml
- ✓ Toma de muestra de 100 ml (para parámetros micro biológicos)
- ✓ Etiquetado de muestras
- ✓ Conservación y traslado de muestras

ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRES, 2015

2.5.1.1. Calidad Actual del Agua Residual del Reservorio

Las muestras fueron enviadas al laboratorio de la Escuela Politecnica de Chimborazo (LABCESTTA), obteniendo los siguientes resultados:

TABLA N° 11 CALIDAD ACTUAL DEL AGUA RESIDUAL DEL RESERVORIO

Parámetros	Método Norma	Unidad	Resultado	Incertidumbre (k=2)	Valor Límite Permisible	
					¹ Tabla 6	² Tabla 7
Manganeso	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7/EPA 3015 a ICP	mg/L	0.074	±23%	0.2	-
Plomo	PEE/LABCESTTA/ 29 Standard Methods No. 3030 B, 3111 B	mg/L	<0,01	±18%	0.05	-
Mercurio	PEE/LABCESTTA/174 EPA245.7/EPA 3015 ^a	mg/L	<0.0001	-	0.001	-
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H+ B	Unidades de pH	7.03	±0.15%	6-9	6.5–8.4

Sólidos Disueltos Totales	PEE/LABCEST TA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	238	±11%	3000	450
Aceites y Grasas	PEE/LABCEST TA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	2.6	±24%	0.3	-
Coliformes Totales	PEE/LABCEST TA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 ml	120000	±20%	1000 NMP/100ml	-
Cloruros	PEE/LABCEST TA/15 Standard Methods No. APHA 4500-Cl-C	mg/L	35	±4%	-	4 meg/l
Nitrógeno Total	PEE/LABCEST TA/210 Standard Methods No. 4500-Norg C	mg/L	18,55	±0%	-	5
Conductividad Eléctrica	PEE/LABCEST TA/06 Standard Method No. 2510 B	uS/cm	493	±5%	-	0.7 Milimbos / cm
Bicarbonatos	PEE/LABCEST TA/69 Standard Methods No. 2330 B	mg/L	212	-	-	1.5 meg/l

FUENTE: LABCESTTA

¹La comparación se realiza con los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA Libro VI, Anexo 1, Tabla 6, Criterios de Calidad Admisibles Para Agua de Uso Agrícola, en base a la comparación se determina que los parámetros: MERCURIO, COLIFORMES TOTALES, ACEITES Y GRASAS, se encuentran excediendo el límite permisible que determina esta norma, los

demás parámetros comparados con esta norma se encuentran cumpliendo los límites permisibles.

²La comparación se realiza con los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA Libro VI, Anexo 1, Tabla 7, Parámetros de los Niveles Guía de la Calidad del Agua Para Riego, en base a la comparación se determina que los parámetros: NITROGENO TOTAL, se encuentran excediendo el límite permisible que determina esta norma, los demás parámetros comparados con esta norma se encuentran cumpliendo los límites permisibles.

2.5.2. Protocolo de Recuento de Escherichia coli y Pseudomona aeruginosa

Para el recuento de *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa* se tomó una muestra considerando los factores de la Tabla N° 12.

TABLA N° 12 FACTORES A CONSIDERAR PARA LA TOMA DE MUESTRAS PARA EL RECUESTO DE BACTERIAS

FACTORES A CONSIDERAR		Observaciones
Recuento de Bacterias	<i>Escherichia coli</i> y <i>Pseudomona aeruginosa</i>	Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador
Elecciones de puntos de muestro	Punto de descarga inicial al cuerpo receptor de agua	
Duración de la toma de muestra	1 día	Toma de muestra puntual
Tipo de agua a muestrear	Agua residual	
Numero de muestras	1 muestras	

Tipo de muestra	Puntual	
Tamaño de muestra	100 ml	Volumen requerido para efectuar el análisis en el laboratorio
<p>INFORMACIÓN TÉCNICA</p> <p>La muestra se deberá etiquetar con la siguiente información: identificación de la muestra, fecha de recolección, hora de recolección, responsable de la toma de muestra y observaciones.</p> <p>AGUAS</p> <p>Entregar la muestra en un frasco estéril con un volumen de 100 ml e inmediatamente llevarlas al laboratorio para su análisis.</p> <p>INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE MUESTREO</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Camisa. ✓ Guantes de látex. ✓ Mascarilla. ✓ GPS. ✓ Frasco estéril de 100 ml. 		
<p>PROCEDIMIENTO DE MUESTREO</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Selección del punto de muestreo ✓ Toma de muestra de 100 ml para el recuento de <i>Escherichia coli</i> y <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ✓ Etiquetado de muestra ✓ La muestra no necesita de conservación ya que fue tomada a las 8 de la mañana y trasladado en el mismo instante. 		

ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRES, 2015

2.5.2.1. Identificación de Microorganismos Presentes en el Agua del Reservorio.

Para determinar la presencia de microorganismos se realizó el recuento de bacterias en la Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias

Químicas de la Universidad Central del Ecuador obteniendo los siguientes resultados detallados en la Tabla N° 13

TABLA N° 13 RESULTADO DEL RECuento DEL *ESCHERICHIA COLI* Y *PSEUDONOMA AERUGINOSA*

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
<i>Escherichia coli</i>	ufc/100 ml	30	MMI-28/SM 922-D
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	ufc/100 ml	78	AOAC 972.23

FUENTE: LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

Existen 30 Unidades Formadoras de Colonias en 100 ml de agua residual de *Escherichia coli*.

En lo que respecta a *Pseudomonas aeruginosa*, existen 78 Unidades Formadoras de colonias en 100 ml de agua residual.

Este procedimiento se basa en el recuento directo del número de colonias en un volumen de 100 ml de agua residual, prefijado en la cámara de recuento, mediante su observación al microscopio.

Según GARCÍA. J, SILVA. M, (2004). **Este método permitirá distinguir entre bacterias viables y no viables de esta manera debe existir un mínimo de 30 a 300 colonias formadoras con el objeto de que la muestra sea estadísticamente representativa, y evitando que aparezca crecimiento confluyente.p.36.**

2.5.3. Siembra de *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa*

Según PRIETO. J, NAVARRO. J, DE LA ROSA. M. (2011).

Para aumentar la cantidad de colonias de bacterias se procedió a sembrar en un medio líquido de enriquecimiento como es el agar nutriente con técnicas de laboratorio, la extensión de placa se realizan una serie de estrías sobre la superficie del medio, tras lo cual se cierra la placa y se flamea el asa. Con el asa estéril se realizan nuevas estrías arrastrando células de las estrías anteriores, y por tanto diluyendo la muestra. El proceso se repite varias veces, flameando el asa entre cada nuevo paso de estrías. Al final se puede realizar un pequeño agotamiento. La placa se lleva a incubar, invertida, ello permitirá obtener colonias aisladas, se debe incubar a 37° C con el objetivo de obtener varias cepas de *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa*.

2.5.4. Aislamiento de *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa*

Según PRIETO. J, NAVARRO. J, DE LA ROSA. M. (2011) el procedimiento para el aislamiento de microorganismos es:

2.5.4.1. Materiales

- ✓ Tubo de ensayo en solución salina estéril
- ✓ Tubos de ensayo con medio de cultivo (agar nutritivo)
- ✓ Placas Petri con medio de cultivo (agar nutritivo)
- ✓ Asa de platino
- ✓ Mechero
- ✓ Estufa de cultivo
- ✓ Equipo de protección personal.

2.5.4.2. Reactivos

- ✓ Agar nutritivo (Extracto de carne 3,0 g , Peptona de carne 5,0 g , Agar 15,0 g , Agua destilada 1 lt)
- ✓ Solución salina estéril.

2.5.4.3. Método

Con el asa de platino, previamente flameada, extraer una pequeña porción de uno de los cultivos y efectuar una suspensión en el tubo que contiene la solución salina.se repite el mismo procedimiento con el otro cultivo. Agitar bien el tubo hasta conseguir una suspensión homogénea

Tomar una gota del tubo de ensayo con el asa de platino estéril y sembrar en estrías sobre la superficie de una placa de Petri. Es muy importante realizar el máximo número de estrías para diluir la muestra y de esta manera conseguir que en las estrías finales se encuentren colonias aisladas

Las placas Petri se deben incubar durante 24 horas a 37 °C y luego comprobar que se han obtenido colonias aisladas.

2.5.5. Obtención de un cultivo puro

2.5.5.1. Materiales

- ✓ Placas con las colonias aisladas
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Asa de siembra

- ✓ Mechero
- ✓ Estufa incubadora
- ✓ Equipo de protección personal

2.5.5.2. Reactivos

- ✓ Agar nutritivo(Extracto de carne 3,0 g , Peptona de carne 5,0 g , Agar 15,0 g , Agua destilada 1 lt)
- ✓ Azul de metileno

2.5.5.3. Método

A partir de las distintas colonias que se han formado en la placa de Petri, se procede a sembrar en un tubo de agar nutritivo para poder obtener un cultivo puro de *Escherichia Coli* y *Pseudomona aeruginosa*. Se debe tener precaución de tocar con el asa de platino estéril solamente una colonia e inocularla en el tubo de agar nutritivo haciendo estrías muy juntas.

Incubar en la estufa durante 24 horas a 37 °C

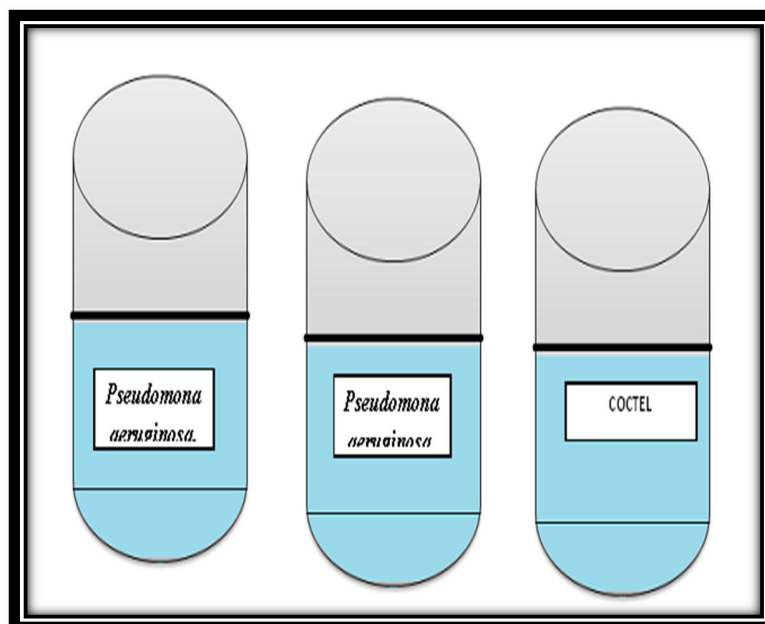
Para comprobar que el cultivo esta puro se debe realizar una tinción de Gram y posteriormente se observara al microscopio y poder reconocerlo se mira un color rosado intenso.

2.5.6. Inoculación de las Cepas de *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa*

Una vez que se obtuvieron las cepas de *Escherichia coli* y *Pseudomona Aeruginosa* se procedió a inocular las bacterias en el agua residual del reservorio.

Se realizan tres ensayos para determinar el nivel de remediación del agua residual inoculando bacterias.

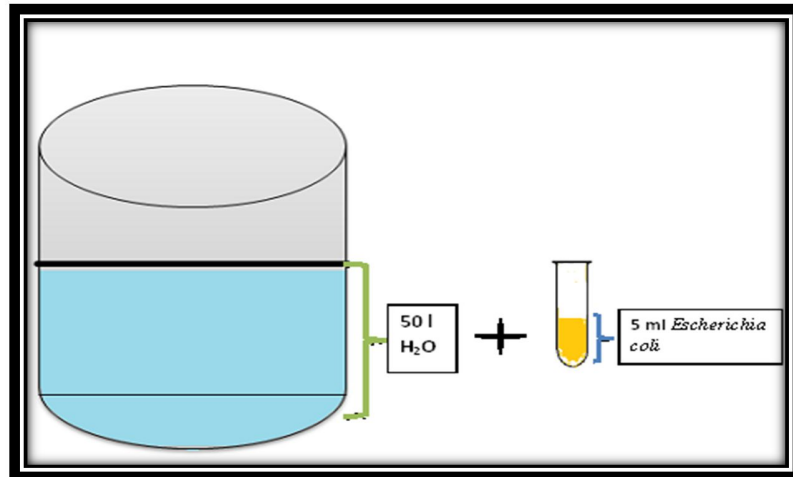
GRAFICO N° 6 . ENSAYOS DE REMEDIACIÓN



ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRES, 2015

1^{ro}. (E1). 50 litros de agua residual y 5 ml de *Escherichia coli*

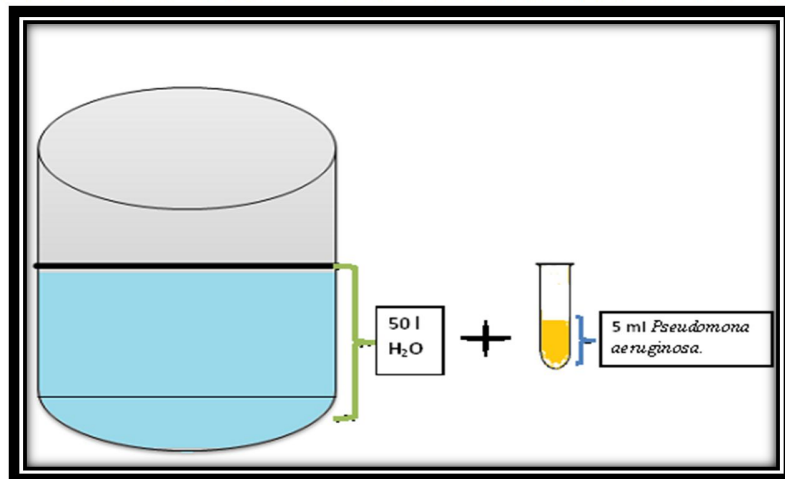
GRAFICO N° 7. ENSAYO CON ESCHERICHIA COLI



ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRES, 2015

2^{do} (S1) 50 litros de agua residual y 5ml de *Pseudomona aeruginosa*.

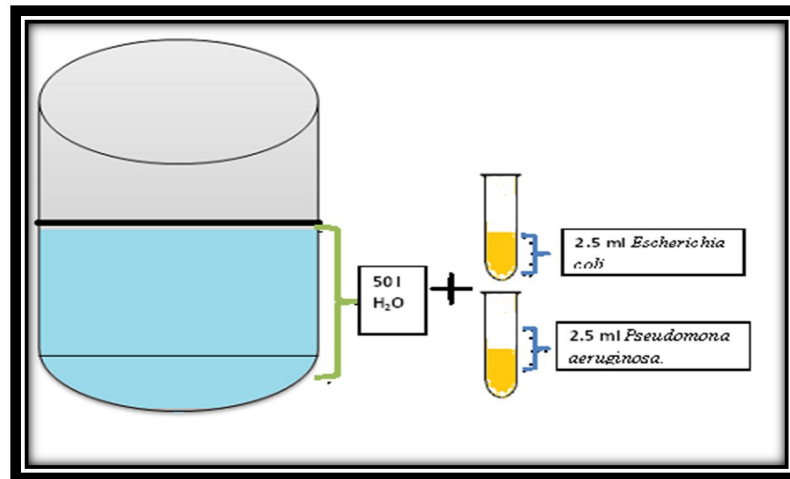
GRAFICO N° 8. ENSAYO CON PSEUDOMONA AERUGINOSA.



ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRES, 2015

3^{er} (C1) 50 litros de agua residual y 2.5 ml de *Escherichia coli* y 2.5 ml de *Pseudomona aeruginosa*.

GRAFICO N° 9 . ENSAYO CON COCTEL



ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRES, 2015

Para que las bacterias tengan aireación y obtener mejor resultado, durante 15 días se realizó agitación en los ensayos, posteriormente se realizó los respectivos análisis para determinar el grado de efectividad de las bacterias.

Es muy importante saber que cada 5 ml de solución de microorganismos tiene una concentración de 3×10^6 que es igual a 3.000.000 millones de microorganismos.

2.5.7. Resultado del Ensayo Realizado con dos Tipos de Microorganismos

A continuación se presenta los resultados obtenidos de los ensayo donde se utilizó *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa* y un cóctel (*Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa*).

TABLA N° 14 RESULTADOS DEL ENSAYO

Parámetros	Método Norma	Unidad	Calidad del agua	Cóctel C1	<i>Escherichia coli</i> E1	<i>Pseudomona aeruginosa</i> P1	Valor Límite Permisible	
							¹ Tabla 6	² Tabla 7
Mercurio	PEE/LABCE STTA/174 EPA245.7/EP A 3015 ^a	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,00052	0.001	-
Aceites y Grasas	PEE/LABCE STTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	2,6	<2	<2	<2	0.3	-
Coliformes Totales	PEE/LABCE STTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/10 0 ml	120000	12900	2900	3400	1000 NMP/ 100ml	-
Nitrógeno Total	PEE/LABCE STTA/210 Standard Methods No. 4500-Norg C	mg/L	18,55	5,16	5,73	4,59	-	5

ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

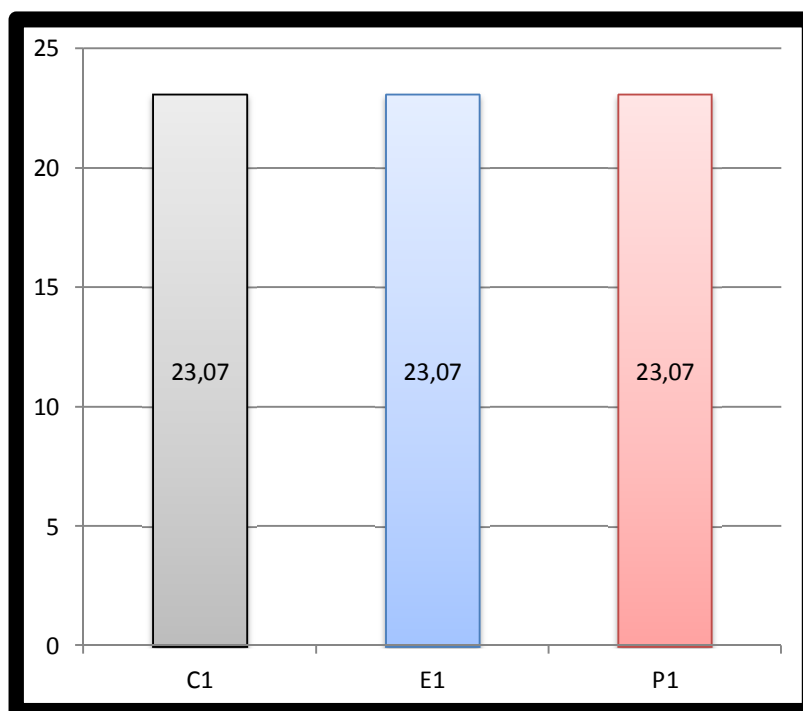
✓ **Mercurio**

El mercurio no presenta ningún porcentaje de remediación con las bacterias utilizadas.

✓ **Aceites y Grasas**

Los aceites y grasas con el Cóctel, *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa* presentan el mismo porcentaje de remediación, en este caso un 23,07%.

GRAFICO N° 10. PORCENTAJE DE REMEDIACIÓN DE ACEITES Y GRASAS

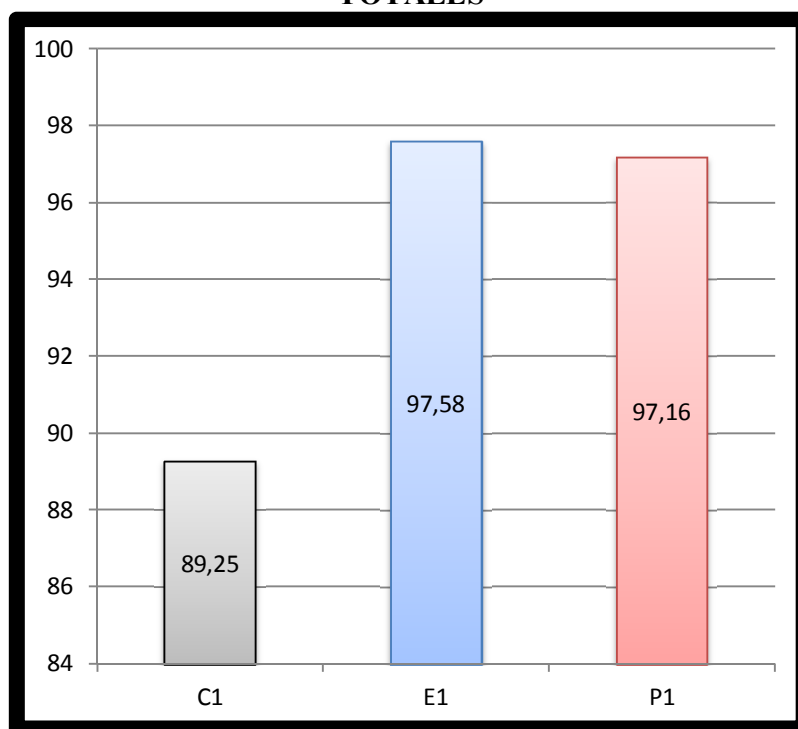


ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

✓ **Coliformes Totales**

En cuanto a los Coliformes Totales con el Cótel hubo una remediación del 89,25%, con *Escherichia coli* existió una remediación del 97,58% y un 97,16% con *Pseudomona aeruginosa*

. GRAFICO N° 11. PORCENTAJE DE REMEDIACIÓN DE COLIFORMES TOTALES

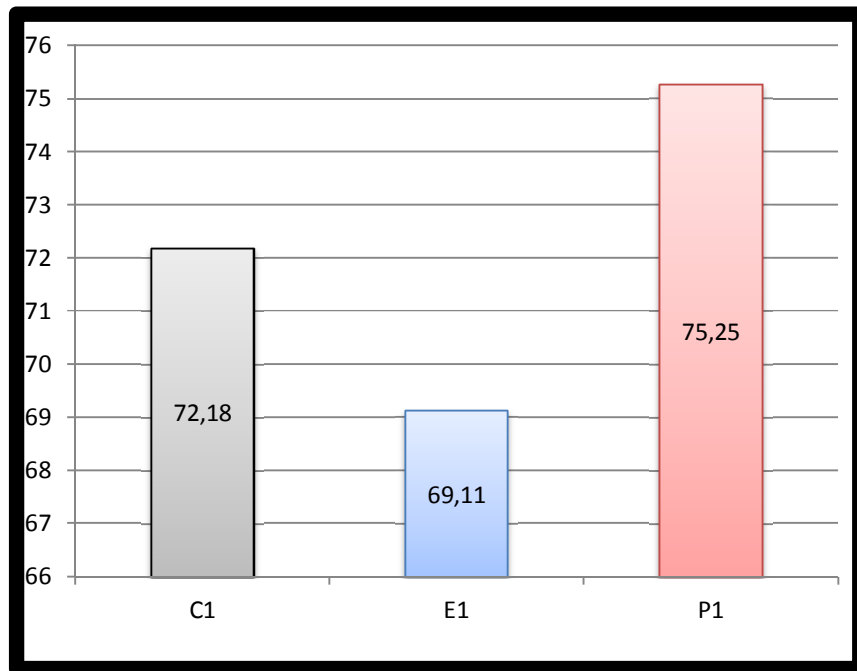


ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

Nitrógeno Total

Con el Cóctel hubo una remediación del 72,18%, con *Escherichia coli* se remedió un 69,11% y con *Pseudomona aeruginosa* un 75,25% de remediación.

GRAFICO N° 12. PORCENTAJE DE REMEDIACIÓN DEL NITRÓGENO TOTAL



ELABORADO POR: IZURIETA-VILLACRÉS, 2015

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA

3.1. Objetivo

Remediar aguas residuales en el reservorio del barrio 10 de Agosto con la utilización de *Pseudomona Aeruginosa*.

3.2. Introducción

El término biorremediación fue propuesto a principios de la década de los '80. Los científicos observaron que era posible aplicar estrategias de remediación que fuesen biológicas, basadas en la capacidad de los microorganismos de realizar procesos de degradación es por esto que determinaron que los microorganismos no sólo eran patógenos, sino que además eran capaces de absorber compuestos orgánicos, algunos naturales, otros sintéticos, y degradarlos.

Según SOBERÓN. G, CHÁVEZ. (2001).

Durante la vida cotidiana nos encontramos en contacto con distinto tipo de bacterias. *Pseudomonas aeruginosa* es una bacteria que se encuentra ampliamente distribuida en la naturaleza, se puede aislar de muestras de suelo y aguas contaminadas, así como de plantas, animales y hasta de personas.

Pseudomonas aeruginosa pertenece a la familia Pseudomonadaceae y es un bacilo gramnegativo aerobio con un flagelo polar. Cuando se cultiva en medios

adecuados produce piocianina, un pigmento azulado no fluorescente. Muchas cepas producen también el pigmento verde fluorescente pioverdina. *Pseudomonas aeruginosa*, al igual que otras pseudomonas fluorescentes, produce catalasa y oxidasa, así como amoniaco a partir de la arginina, y puede utilizar citrato como única fuente de carbono

Esta bacteria tiene diversas aplicaciones biotecnológicas, sobre todo en el área ambiental. Así se sabe que es uno de los pocos organismos capaces de degradar compuestos contaminantes como los alcanos de cadena ramificada; que produce biosurfactantes que son útiles para la limpieza de suelos y aguas contaminados con hidrocarburos o con metales pesados; y que produce enzimas, como la lipasa, con distintas aplicaciones potenciales.

3.3. Desarrollo del tema

El reservorio de aguas residuales está ubicado en el barrio 10 de Agosto del cantón Pujilí en la provincia de Cotopaxi, las aguas llegan al reservorio de las descargas que generan todos los moradores en sus actividades diarias, que después esta agua es utilizada para regar sus cultivos lo que provoca una contaminación seria a la población que consume estos productos, además de la contaminación ambiental que genera ya que los malos olores son comunes en este sector.

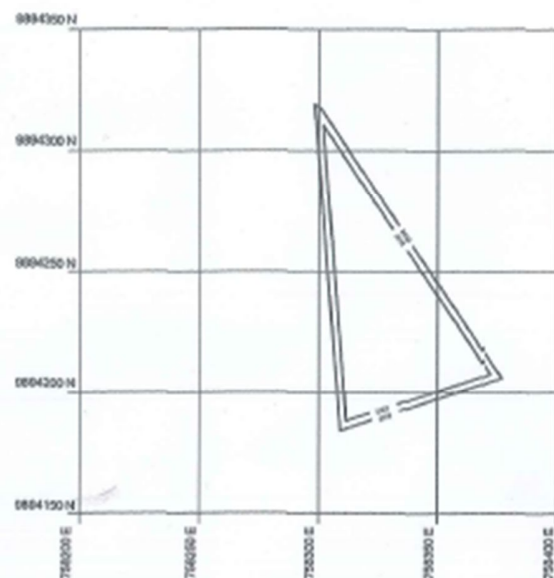
Es por esto que hemos realizado una investigación que proponga medidas de mitigación al problema mencionado, en donde se realizó tres ensayos el primero con *Escherichia coli*, el segundo con *Pseudomona aeruginosa* y el tercero una mezcla de las dos bacterias. Los tres ensayos tuvieron 50 Lt de agua residual y a cada uno se le inoculó 5 ml de cada bacteria.

En donde tuvo mayor efectividad las *Pseudomona aeruginosa*, minimizando el mayor porcentaje de los parámetros que sobrepasaron la normativa ambiental

vigente de la Tabla 6, Criterios de Calidad Admisibles Para Agua de Uso Agrícola y la Tabla 7, Parámetros de los Niveles Guía de la Calidad del Agua Para Riego.

Es por tal motivo que proponemos a dirigentes del barrio 10 de Agosto y a las autoridades del cantón Pujilí se use esta alternativa para mejorar la calidad de vida de los pobladores.

GRAFICO N° 13. UBICACIÓN, PLANTA, CORTE Y CUADRO DE AREAS



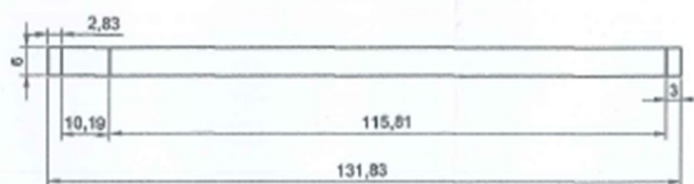
CUADRO DE ÁREAS

Perímetro	Áreas	Cotas	Volumen
P 1= 345,05 m	Área 1= 4.801,00 m ²	Cota 1= 2022 msnm	V. Total = 25.843,74 m ³
P 2= 311,64 m	Área 2= 3.013,08 m ²	Cota 2= 2016 msnm H = 6,00 m	

PLANTA
Esc 1:1.000



CORTE A-A
Esc 1:1.000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES		
PROYECTO: RESERVOIRIO DE AGUAS RESIDUALES DEL BARRIO 10 DE AGOSTO		
TÍTULO: UBICACIÓN, PLANTA, CORTE Y CUADRO DE ÁREAS		
ELABORADO POR: SUSYDIA OJEDA	FECHA: JUNIO 2015	ILUSTRADO POR: VILLAFRANCO ANDRÉS
REVISADO POR: DR. RAFAEL PÉREZ-CRUJEIRA	FECHA: JUNIO 2015	LÍNEA: 1/1

Cálculo del área externa

$$AE1 = \frac{BASE \times ALTURA}{2}$$

$$AE1 = \frac{134,53 \times 71,47}{2}$$

$$AE1 = 4801,50 \text{ m}^2$$

Calculo del área interna

$$AI2 = \frac{BASE \times ALTURA}{2}$$

$$AI2 = \frac{124,91 \times 71,47}{2}$$

$$AI2 = 3813,08 \text{ m}^2$$

Cálculo del volumen

$$AE1 = 4801,50 \text{ m}^2$$

$$AI2 = 3813,08 \text{ m}^2$$

$$\text{Profundidad} = 6,00 \text{ m}$$

$$V = \frac{AE1 + AI2}{2} \times \text{Profundidad}$$

$$V = \frac{4801,50 \text{ m}^2 + 3813,08 \text{ m}^2}{2} \times 6,00 \text{ m}$$

$$V = 25843,74 \text{ m}^3$$

Por 1m^3 de agua residual del reservorio se necesitará 100 ml o en su caso 0,1L de *Pseudomonas aeruginosa*.

$$5\text{ml} \times \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} = 0,005\text{L}$$

$$50\text{L} \times \frac{1\text{m}^3}{100\text{ml}} = 0,05\text{m}^3$$

$$50\text{L} \text{-----} 0,005\text{L}$$

$$1000\text{L} \text{-----} 0,01\text{L}$$

$$0,1L \times \frac{1000ml}{1L} = 100 ml$$

El volumen total del reservorio es de 25843,74 m³ por lo que se necesitará 2584,374 L de *Pseudomonas aeruginosa*.

En el ensayo el tiempo de permanencia de la *Pseudomonas aeruginosa* fue de 15 días en condiciones propias del lugar para evitar alteraciones en los resultados se esperó este tiempo para que las bacterias actúen en el agua y puedan remediarla.

Si la propuesta se efectuará en el reservorio de aguas residuales del barrio 10 de Agosto, la *Pseudomonas aeruginosa* quedará permanente en el mismo actuando de manera continua, llegando a bajar los índices de contaminación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y objetivos propuestos hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- ✓ Los resultados iniciales de la calidad de agua y la comparación que se realiza con los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA Libro VI,

Anexo 1, Tabla 6, sobre los Criterios de Calidad Admisibles Para Agua de Uso Agrícola y Tabla 7, Parámetros de los Niveles Guía de la Calidad del Agua Para Riego se determina que los parámetros que exceden los máximos permisibles son : MERCURIO con < 0.0001 mg/L, ACEITES Y GRASAS < 2.6 mg/L, COLIFORMES TOTALES 120000 UFC/100 ml y NITRÓGENO TOTAL 18.55 mg/L.

✓ Cumpliendo con el objetivo específico de la investigación se determinó la presencia de bacterias biorremediadoras, así en 100 ml de agua residual existen 30 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de *Escherichia coli* y 78 Unidades Formadoras de colonias *Pseudomona aeruginosa* lo que garantiza que la muestra sea representativa para su crecimiento, y evitando que aparezca crecimiento confluyente.

✓ Se realizaron tres ensayos para determinar el porcentaje de remediación, con una duración de 15 días obteniendo los siguientes resultados: con *Escherichia coli* en Aceites y Grasas 23,07%, Coliformes Totales 97,58%, Nitrógeno Total 69,11% con *Pseudomona aeruginosa* Aceites y Grasas 23,07%, Coliformes Totales 97,16%, Nitrógeno Total 75,25% y con el cóctel Aceites y Grasas 23,07%, Coliformes Totales 89,25%, Nitrógeno Total 72,18%.

✓ Con los resultados de los ensayos la bacteria más eficiente en el tratamiento de aguas residuales del reservorio para esta investigación fue *Pseudomona aeruginosa*, ya que se consiguió el mayor porcentaje de remoción de Aceites y Grasas con 23,07%, Coliformes Totales con 97,16%, Nitrógeno Total con 75,25%.

RECOMENDACIONES

- ✓ Al tomar las muestras de agua residual se debe seguir debidamente los protocolos de muestro esto con el fin de que las muestras no se alteren y obtener resultados confiables para la investigación,
- ✓ Las muestras deben ser debidamente selladas, etiquetadas conservadas y transportadas con el fin de evitar contratiempos en el laboratorio en el que se realizaran los análisis.
- ✓ En el proceso de aislamiento e inoculación de las bacterias se recomienda tener mucho cuidado y utilizar el debido equipo de protección personal para evitar contaminación de los cultivos y de las personas que lo manipulan.
- ✓ Al constatar que la bacteria *Pseudomona aeruginosa*, consiguió el mayor porcentaje de remoción de Aceites y Grasas con 23,07%, Coliformes Totales con 97,16%, Nitrógeno Total con 75,25% se recomienda a las autoridades del Cantón Pujilí, dirigentes del barrio 10 de Agosto y moradores que se adopte la medida propuesta para minimizar la contaminación generada por el uso de las aguas residuales del reservorio.
- ✓ Al existir un volumen de 25843.74 m³ residual en el reservorio se recomienda que por 1 m³ de agua residual se utilice 100 ml de *Pseudomona aeruginosa* para obtener mayor efectividad de remediación.
- ✓ Se recomienda la utilización de microorganismos presentes en el mismo sitio de estudio para que estas puedan adaptarse fácilmente a las condiciones ambientales y faciliten el proceso de remediación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía Citada

ÁLVAREZ, L. PALAZUELO F, MIRANDA, M. La situación del mundo, Primera edición. Barcelona. Icaria. 2007. ISBN 978-84- 7426-290-2

BARBA, L. Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición, Primera edición. Santiago de Cali. sa de cv. 2002. ISBN 968- 23-2340-1

ESPELLMAN. Introducción a la Microbiología. Segunda edición Reverte S.A 2003. ISBN 84-291-1871-3

GAMAZO, C. LÓPEZ, I. DÍAZ, R. Manual práctico de microbiología. Barcelona. Tercera edición. Barcelona. Masson S.A. 2003. ISBN 84-458- 1519-9

GRANADOS, R. VILAVERDE, M. Microbiología. Madrid. Primera edición. Paraninfo. 2003. ISBN 84-9732-123-5

HERNÁNDEZ, A. Microbiología industrial. Euned.

MACKENZIE, L. SUSAN, J. Ingeniería y ciencias ambientales. México. Mc Graw Hill. 2005. ISBN 978-970-10-4978-5

METCALF Y EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y Reutilización. Primera edición Instituto Literario de México 1995. ISBN 968-835-813-4

NEGRONI, M. Microbiología estomatológica. Buenos Aires. Segunda Edición. Medica Panamericana. 2009. ISBN 978-950-06-1584-6

OROZCO. C, PÉREZ. A, GONZALES. M, RODRIGUEZ. F, ALFAYATE. J. Contaminación ambiental: una visión desde la química. Primera Edición Paraninfo 2003. ISBN 978-84-9732-178-5

OSORIO, F. ROBLES, J. TORRES, J. SÁNCHEZ, M. Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes. Díaz de Santos. 2010

PRESCOTT, HARLEY, KLEI. Microbiología. Cuarta edición McGraw-Hill/Interamericana 1999. ISBN 978-84-4860-525-4

RODRÍGUEZ, E. GAMBOA, M. HERNÁNDEZ, F. GARCÍA, J. Bacteriología general. Costa rica. Universidad de Costa rica

ROMERO J., CALIDAD DEL AGUA, Editorial Nomos S.A., Colombia, 2002.

TRAPODE, A. Infraestructuras hidráulico-Sanitarias II. Saneamiento y drenaje urbano. Alicante. UNE. 2013. ISBN 978- 84-9717-281-3

Bibliografía Consultada

EYSSAUTIER, M. Metodología de la investigación. Cuarta edición. Ecafsa

VILLALBA, A. Metodología de la investigación científica. Quito. Tercera Edición. 2006. ISBN 9978-43-056-3

Linkografía

ACUÑA, P. GARCÍA, L. BORRAY, L. CORRALES, L. y SÁNCHEZ, L. Aislamiento e identificación de microorganismos del género Methanococcus y Methanobacterium de cuatro fuentes de Bogotá D.C. Disponible en : http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/NOVA10_ARTORIG5_METHAN.pdf (fecha de consulta 15 de mayo el 2014)

ALLAERT, C. ESCOLA, M. Métodos de Análisis Microbiológicos de los Alimentos. Disponible en https://books.google.com.ec/books?id=_H9PkmwKdZ0C&pg=PA112&dq=agar+nutritivo+definicion&hl=es&sa=X&ei=d4GJVem0GoHogwSaza2ABQ&sqi=2&ved=0CCwQ6AEwAw#v=onepage&q=agar%20nutritivo%20definicion&f=false (fecha de consulta 18 de diciembre del 2014)

CABRERA, A. GARCÍA, E. Identificación de microorganismos indicadores y determinación de puntos de contaminación en aguas superficiales provenientes del cementerio jardines del recuerdo ubicado en Bogotá. Disponible en <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis263.pdf> (fecha de consulta 16 de mayo del 2014)

CABRERA, H. GARCÉS, M. Y PAREDES, P. Proyecto de Desarrollo de Capacidades para el Uso Seguro de Aguas Servidas en Agricultura. Disponible en http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/378/mod_page/content/144/ECU_ADOR_producci%C3%B3n_de_aguas_servidas_tratamiento_y_uso.pdf (fecha de consulta 16 de abril del 2014)

CASTELLS, X. Diccionario de Términos Ambientales. Disponible en <https://books.google.com.ec/books?id=bJb06ouCmkMC&printsec=frontcover&>

[dq=diccionario+ambiental&hl=es&sa=X&ei=Z4CJVfKSLISrNtb7gsAC&ved=0CB8Q6AEwAQ#v=onepage&q=diccionario%20ambiental&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=19ffPAm3E3kC&pg=PA37&dq=diccionario+ambiental&hl=es&sa=X&ei=Z4CJVfKSLISrNtb7gsAC&ved=0CB8Q6AEwAQ#v=onepage&q=diccionario%20ambiental&f=false) (fecha de consulta 10 de diciembre del 2014)

CASTILLO, F. ROLDÁN, M. BLASCO, R. HUERTAS, M. CABALLERO, F. MORENO, C. MARTÍNEZ, M. Biotecnología Ambiental. Disponible en <https://books.google.com.ec/books?id=19ffPAm3E3kC&pg=PA37&dq=diccionario+de+microbiologia+ambiental&hl=es&sa=X&ei=KYKJVfmKHMOXgwTVgYKQDQ&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false> (fecha de consulta 12 de diciembre del 2014)

CASTRO, B. Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en América latina: realidad y potencial. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/proyecto/generales/casos/portovie.pdf> (fecha de consulta 20 de abril del 2014).

ECHARRI L. Ciencias de la Vida y de la Tierra. Disponible en <http://didactalia.net/comunidad/materiaeducativo/recurso/ciencias-de-la-tierra-y-del-medio-ambiente-luis-ec/3972a401-fl17-41ed-b1dd-4fdab5794872>. (fecha de consulta 20 de abril del 2014)

EVA, M. Microorganismos patógenos. Disponible en <http://www.consumoteca.com/bienestar-y-salud/medioambiente/microorganismo-patogeno/> (fecha de consulta 6 de mayo del 2014).

SOBERÓN G. 2001. *Pseudomonas aeruginosa*. En: Microbios en línea, capítulo 3. Martínez Romero E. y Martínez Romero J. (eds). DGSCA, UNAM. Disponible en: <http://www.microbiologia.org.mx/microbiosenlinea/> (fecha de consulta 12 junio 2015)

GARCÍA, J, SILVA. M. Manual Del Técnico Superior de Laboratorio de Análisis Clínico

<https://books.google.es/books?id=WB3lngLAYjAC&pg=PA329&dq=siembra+recuento+y+aislamiento+de+bacterias&hl=es&sa=X&ei=ecyIVaDON8uhNvz-g6gI&ved=0CFAQ6AEwCQ#v=onepage&q=siembra%20recuento%20y%20aislamiento%20de%20bacterias&f=false> (fecha consultada 15 de junio del 2015)

PRIETO. J, NAVARRO. J, DE LA ROSA. M. Microbiología de ciencias de la salud conceptos y aplicaciones

<https://books.google.es/books?id=CS1pyvGEwKoC&pg=PA17&dq=siembra+recuento+y+aislamiento+de+bacterias&hl=es&sa=X&ei=ecyIVaDON8uhNvz-g6gI&ved=0CCAQ6AEwAA#v=onepage&q=siembra%20recuento%20y%20aislamiento%20de%20bacterias&f=false> (fecha de consulta 15 de junio del 2015)

RODRÍGUEZ, F. Prácticas de microbiología. Disponible en: <http://egg.umh.es/frvalera/manualDePracticas.pdf> (fecha de consulta 15 de mayo el 2014).

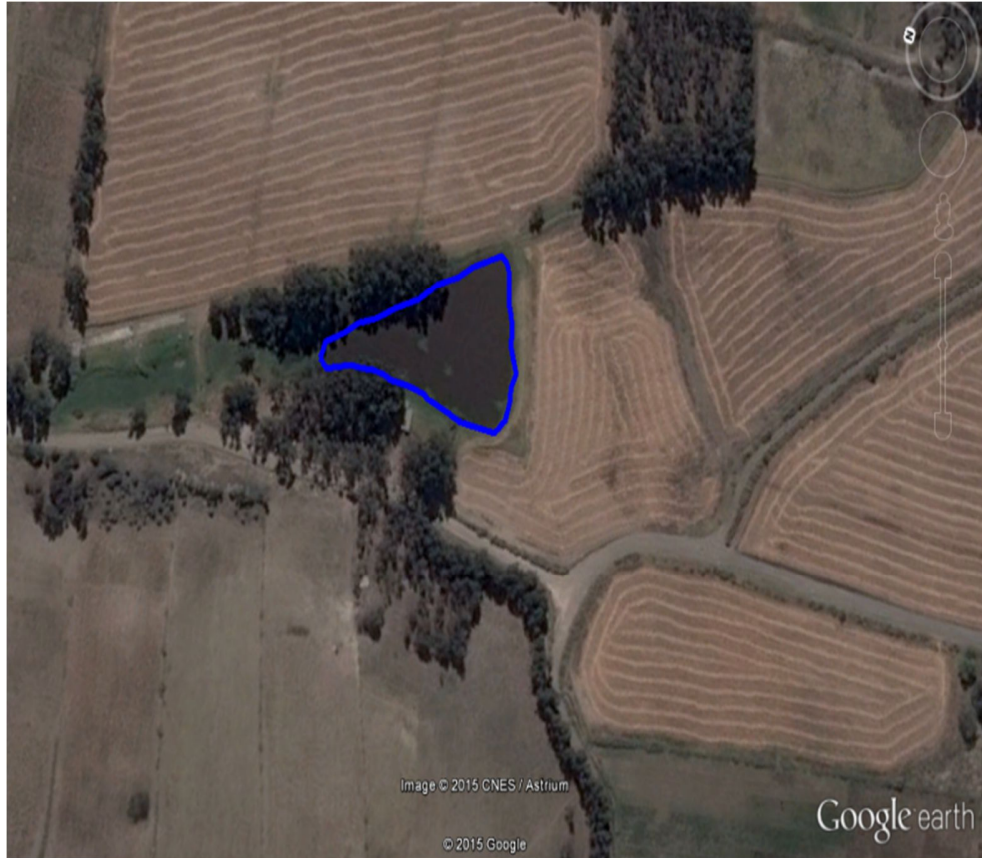
SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA. Estudio técnico: DNCA-DHN-12-01 análisis de las sub cuenca del rio coca. Disponible en <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/InformeCocaFinal1.pdf> (fecha de consulta: 13 de abril del 2014).

ZAMORA, L. Aislamiento, identificación y conservación de cultivos de bacterias lácticas antagonistas de microbiota contaminante de sangre matadero. Disponible en <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/7925/Tlzzr.pdf?sequence=1> (Fecha de consulta: 17 de mayo del 2014)

ANEXOS

ANEXO N°1

ÁREA DE ESTUDIO



ANEXO 2 RESULTADOS

RESULTADOS DE LA CALIDAD ACTUAL DEL AGUA RESIDUAL DEL RESERVORIO



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E
INSPECCIÓN (LABCESTTA)**
Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



**LABORATORIO DE
ENSAYOS**
N° OAE LE 2C 06-008

INFORME DE ENSAYO No: 202
ST: 15 - 067 ANÁLISIS DE AGUAS

Nombre Peticionario: NA
Atn. Andrés Villacrés Páez
Dirección: Pujilí Av. Velasco Ibarra y Jaime Hurtado

FECHA: 12 de Febrero del 2015
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2015/02/02 - 15:49
FECHA DE MUESTREO: 2015/02/02 - 10:15
FECHA DE ANÁLISIS: 2015/02/02 - 2015/02/12
TIPO DE MUESTRA: Agua Residual
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-A 136-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA: P1
PUNTO DE MUESTREO: Reservorio Barrio 10 de Agosto
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico Químico Microbiológico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Andrés Villacrés y Diana Izurieta
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)	
					Tabla 6	Tabla 7
Manganeso	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7/EPA 3015 a ICP	mg/L	0,074	±23%	0.2	-
Plomo	PEE/LABCESTTA/ 29 Standard Methods No. 3030 B, 3111 B	mg/L	<0,01	±18%	0.05	-
*Mercurio	PEE/LABCESTTA/174 EPA245.7/EPA 3015ª	mg/L	<0,0001	-	0.001	-
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	7,03	±0.15	6-9	6.5 - 8.4
Sólidos Totales Disueltos	PEE/LABCESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	238	±11%	3000	450
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	2,6	±24%	0.3	-
Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 ml	120000	±20%	1000 NMP/100ml	-
Cloruros	PEE/LABCESTTA/15 Standard Methods No. APHA 4500-Cl ⁻ C	mg/L	35	±4%	-	4 meq/l
Nitrógeno Total	PEE/LABCESTTA/210 Standard Methods No. 4500-Norg C	mg/L	18,55	±%	-	5
Conductividad eléctrica	PEE/LABCESTTA/06 Standard Method No. 2510 B	uS/cm	493	±5%	-	0.7 milimhos/ cm

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 1 de 2
Edición 4


 <p>CESTTA SGC</p>	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">DEPARTAMENTO : LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p align="center">LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 06-008</p>
--	---	---

*Bicarbonatos	PEE/LABCESTTA/69 Standard Methods No. 2330 B	mg/L	212	-	-	1.5 meq/l
---------------	--	------	-----	---	---	-----------

OBSERVACIONES:

- Muestra Receptada en Laboratorio.
- Los análisis marcados con * no están dentro del alcance de acreditación de SAE.
- La columna marcada con (■) contempla los límites máximos permisibles indicados en la Tabla 6 y 7 del TULAS. Solicitados a petición del cliente
- Las unidades UFC son equivalentes a NMP
- 493 uS/cm equivale a 0.000493 milimhos/cm

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANALISIS
 AMBIENTAL E INSPECCION
 LABCESTTA
 ESPOCH

RECuento DE BACTERIAS



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.32390
ORDEN DE TRABAJO No.49077

SOLICITADO POR: IZURIETA DIANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: PUJILÍ
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCIÓN: AGUA RESIDUAL
LOTE:
FECHA DE ELABORACIÓN:
FECHA DE VENCIMIENTO:
FECHA DE RECEPCIÓN: 27/04/2015
HORA DE RECEPCIÓN: 12H03
FECHA DE ANÁLISIS: 28/04 A 04/05/2015
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 06/05/2015
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
COLOR: CARACTERÍSTICO
OLOR: CARACTERÍSTICO
ESTADO: LÍQUIDO
CONTENIDO DECLARADO: 100ml
CONTENIDO ENCONTRADO:
OBSERVACIONES: LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR: EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
*Escherichia coli (Recuento)	ufc/100ml	30	MMI-28/SM 9222-D
*Pseudomona aeruginosa (Identificación/10 ml)	ufc/100ml	78	AOAC 972.23

DATOS ADICIONALES:
ufc/100ml: Unidad formadora de colonias por 100 mililitro



B.F. Magaly Chasi - MSc
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
ENSAYO 1. *ESCHERICHIA COLI*



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E
INSPECCIÓN (LABCESTTA)**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No:

ST:

Nombre Peticionario:

Atn.

Dirección:

FECHA:

NUMERO DE MUESTRAS:

FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:

FECHA DE MUESTREO:

FECHA DE ANÁLISIS:

TIPO DE MUESTRA:

CÓDIGO LABCESTTA:

CÓDIGO DE LA EMPRESA:

PUNTO DE MUESTREO:

ANÁLISIS SOLICITADO:

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:

CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

RESULTADOS ANALÍTICOS:

932

340 – 15 ANÁLISIS DE AGUAS

N.A

Andrés Villacrés

Pujilí

Pujilí-Cotopaxi

10 de Junio del 2015

1

2015/05/29 – 11:30

2015/05/29 – 07:00

2015/05/29 – 2015/06/10

Agua residual de riego

LAB-A 621-15

E1

Tachos de Ensayo

Físico-Químico-Microbiológico

Andrés Villacrés, Diana Izurieta

T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (n)	
					Tabla 6	Tabla 7
*Mercurio	EPA245.7/EPA 3015 ^a	mg/L	<0,0001	-	0,001	-
Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 ml	2900	±20%	1000	-
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	<2	±30%	0,3	-
Cloruros	PEE/LABCESTTA/15 Standard Methods No. APHA 4500-Cl ⁻ C	mg/L	23	±4%	-	4,0 meq/L
Nitrógeno Total Kjeldahl	PEE/LABCESTTA/210 Standard Methods No. 4500-Norg C	mg/L	5,73	±14%	-	5,0
Conductividad eléctrica	PEE/LABCESTTA/06 Standard Method No. 2510 B	uS/cm	333	±5%	-	0,7 Milimhos/ cm
*Bicarbonatos	PEE/LABCESTTA/69 Standard Methods No. 2330 B	mg/L	120	-	-	1,5 meq/L

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.
- La columna marcada con (n) corresponde a los límites máximos permisibles permitidos indicados en la Tabla 6: Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola y en la Tabla 7: Parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego, contempladas en el TULAS. Solicitados por el cliente.

RESPONSABLE:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 1

Edición 5

ENSAYO 2 *PSEUDOMONA AERUGINOSA*



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E
INSPECCIÓN (LABCESTTA)**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No: 932
ST: 340 – 15 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: N.A
Atn. Andrés Villacres
Dirección: Pujilí
Pujilí-Cotopaxi
10 de Junio del 2015
FECHA: 1
NUMERO DE MUESTRAS: 2015/05/29 – 11:30
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2015/05/29 – 07:30
FECHA DE MUESTREO: 2015/05/29 – 2015/06/10
FECHA DE ANÁLISIS: Agua residual de riego
TIPO DE MUESTRA: LAB-A 622-15
CÓDIGO LABCESTTA: S1
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Tachos de Ensayo
PUNTO DE MUESTREO: Físico-Químico-Microbiológico
ANÁLISIS SOLICITADO: Andrés Villacres, Diana Izurieta
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: T máx.: 25,0 °C. T mín.: 15,0 °C
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:
RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (m)	
					Tabla 6	Tabla 7
*Mercurio	EPA245.7/EPA 3015 ^a	mg/L	0,00052	-	0,001	-
Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 ml	3400	±20%	1000	-
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	<2	±30%	0,3	-
Cloruros	PEE/LABCESTTA/15 Standard Methods No. APHA 4500-Cl ⁻ C	mg/L	24	±4%	-	4,0 meq/L
Nitrógeno Total Kjeldahl	PEE/LABCESTTA/210 Standard Methods No. 4500-Norg C	mg/L	4,59	±15%	-	5,0
Conductividad eléctrica	PEE/LABCESTTA/06 Standard Method No. 2510 B	uS/cm	318	±5%	-	0,7 Milimhos/ cm
*Bicarbonatos	PEE/LABCESTTA/69 Standard Methods No. 2330 B	mg/L	122	-	-	1,5 meq/L

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.
- La columna marcada con (m) corresponde a los límites máximos permisibles permitidos indicados en la Tabla 6: Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola y en la Tabla 7: Parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego, contempladas en el TULAS. Solicitados por el cliente.

RESPONSABLE:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 1 de 1
Edición 5

**TERCER ENSAYO COCTEL (*PSEUDOMONA
AERUGINOSA Y ESCHERICHIA COLI*)**



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

DEPARTAMENTO :
**LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E
INSPECCIÓN (LABCESTTA)**
Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano
Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No: 932
ST: 340 – 15 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: N.A.
Atn. Andrés Villacrés
Dirección: Pujillí
Pujillí-Cotopaxi
10 de Junio del 2015
FECHA: 1
NUMERO DE MUESTRAS: 2015/05/29 – 11:30
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2015/05/29 – 07:45
FECHA DE MUESTREO: 2015/05/29 – 2015/06/10
FECHA DE ANÁLISIS: Agua residual de riego
TIPO DE MUESTRA: LAB-A 620-15
CÓDIGO LABCESTTA: C1
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Tachos de Ensayo
PUNTO DE MUESTREO: Físico-Químico-Microbiológico
ANÁLISIS SOLICITADO: Andrés Villacrés, Diana Izurieta
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:
RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (m)	
					Tabla 6	Tabla 7
Mercurio	EPA245.7/EPA 3015	mg/L	<0,0001	-	0,001	-
Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 ml	12900	±20%	1000	-
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	<2	±30%	0,3	-
Cloruros	PEE/LABCESTTA/15 Standard Methods No. APHA 4500-CI C	mg/L	30	±4%	-	4,0 mcq/L
Nitrógeno Total Kjeldahl	PEE/LABCESTTA/210 Standard Methods No. 4500-Norg C	mg/L	5,16	±14%	-	5,0
Conductividad eléctrica	PEE/LABCESTTA/06 Standard Method No. 2510 B	uS/cm	317	±5%	-	0,7 Milimhos/cm
*Bicarbonatos	PEE/LABCESTTA/69 Standard Methods No. 2330 B	mg/L	130	-	-	1,5 mcq/L

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.
- La columna marcada con (m) corresponde a los límites máximos permisibles permitidos indicados en la Tabla 6: Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola y en la Tabla 7: Parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego, contempladas en el TULAS. Solicitados por el cliente.

RESPONSABLE:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA
Riobamba

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

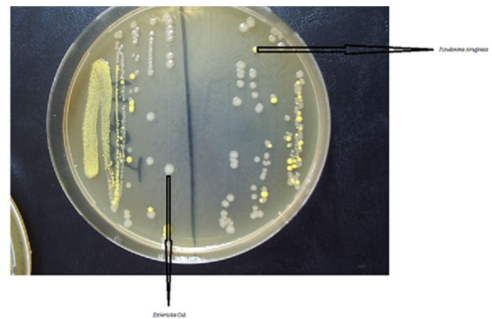
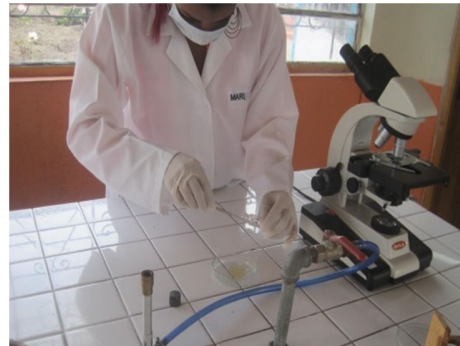
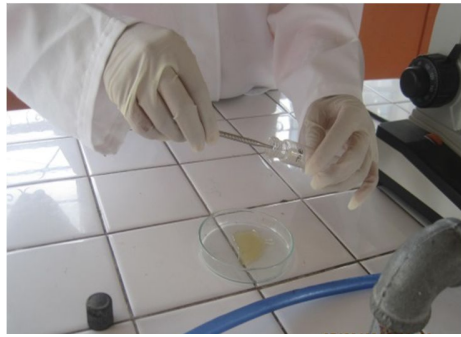
Página 1 de 1
Edición 5

ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS

TOMA DE MUESTRA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA INICIAL.



AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS



INOCULACIÓN DE LAS CEPAS DE *ESCHERICHIA COLI* Y *PSEUDOMONA AERUGINOSA*



TOMA DE MUESTRAS DE LOS ENSAYO

