



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURLES

CARRERA DE INGENIERIA DE MEDIO AMBIENTE.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ISLAS FLOTANTES ARTIFICIALES CON LA ESPECIE ACHIRA (*Canna indica*)
COMO ALTERNATIVA PARA LA REMOCION DE CROMO Y COLIFORMES
FECALES EN AGUA PROCEDENTE DEL RIO CUTUCHI”**

Autoras:

Aguiar Terán María Belén

Castillo Torres Yoselin Alejandra

Tutor: MS.c Ilbay Yupa Mercy Lucila

LATACUNGA – ECUADOR

FEBRERO-2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras **AGUIAR TERÁN MARÍA BELÉN** y **CASTILLO TORRES YOSELIN ALEJANDRA** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“ISLAS FLOTANTES ARTIFICIALES CON LA ESPECIE ACHIRA (Canna indica) COMO ALTERNATIVA PARA LA REMOCION DE CROMO Y COLIFORMES FECALES EN AGUA PROCEDENTE DEL RIO CUTUCHI”** siendo la **ING. MSC: ILBAY YUPA MERCY LUCILA** tutor (a) del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

.....

Aguiar Terán María Belén

C.I. 180503742-9

.....

Castillo Torres Yoselin Alejandra

C.I. 110367949-2

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **Aguiar Terán María Belén**, identificado con C.I. **N°1805037429** de estado civil SOLTERA y con domicilio en Patate - Tungurahua, Parroquia La Libertad y **Castillo Torres Yoselin Alejandra** identificado con C.I. **1103679492** de estado civil SOLTERA y con domicilio en Quito – Pichincha, Parroquia La Libertad quien en lo sucesivo se denominarán LAS CEDENTES; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará EL CESIONARIO en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE, es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - (SEPTIEMBRE 2013 - FEBRERO 2014 Hasta OCTUBRE 2018 – MARZO 2019)

Aprobación Consejo Directivo: Febrero, 21 del 2019

Tutor. – MS.c Mercy Lucila Ilbay Yupa

Tema: “ISLAS FLOTANTES ARTIFICIALES CON LA ESPECIE ACHIRA (*Canna indica*) COMO ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA REMOCION DE CROMO Y COLIFORMES FECALES EN AGUA PROCEDENTE DEL RIO CUTUCHI”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA, es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, LA/EL CEDENTE autoriza a LA CESIONARIA a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato LA/EL CEDENTE, transfiere definitivamente a LA CESIONARIA y en forma exclusiva los

siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir: iv

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que LA CESIONARIA no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido EL CEDENTE declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de LA CESIONARIA el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo LA/EL CEDENTE podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de LA/EL CEDENTE en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad.

El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, del mes de marzo del 2019.

.....
Castillo Torres Yoselin Alejandra
EL CEDENTE

.....
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

.....
Aguiar Terán María Belén
EL CEDENTE

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“ISLAS FLOTANTES ARTIFICIALES CON LA ESPECIE ACHIRA (*Canna indica*) COMO ALTERNATIVA PARA LA REMOCIÓN DE CROMO Y COLIFORMES FECALES EN AGUA PROCEDENTE DEL RIO CUTUCHI” de **Aguiar Terán María Belén** y **Castillo Torres Yoselin Alejandra** de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, consideramos que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, marzo del 2019

El Tutor

Firma:

.....
Ing. MS.c Ilbay Yupa Mercy Lucila
C.I. 0604147900

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales ; por cuanto, las postulantes: **AGUIAR TERÁN MARÍA BELÉN** y **CASTILLO TORRES YOSELIN ALEJANDRA** con el título de Proyecto de Investigación: Título “Islas Flotantes Artificiales con la especie Achira (*Canna indica*) como alternativa para la remoción de Cromo y Coliformes fecales en agua procedente del río Cutuchi” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero de 2019

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Nombre: Ing. MSc. Kalina Fonseca
CC: 172353445-7

Lector 2

Nombre: Ing. Oscar Daza
CC: 0400689790

Lector 3

Nombre: Ing. Vinicio Mogro
CC: 050165751-4

AGRADECIMIENTO

Infinitas gracias a mis padres Mario y Mariela motores que permitieron realizar el presente trabajo, por su esfuerzo y dedicación al impulsarme a seguir una carrera universitaria.

Un inmenso agradecimiento a la Ing. Kalina Fonseca y Mercy Ilbay quienes me permitieron los conocimientos necesarios con paciencia y dedicación. A la Universidad Técnica de Cotopaxi por acogerme durante toda mi trayectoria estudiantil.

Gracias también a los docentes que aportaron a mi formación académica con sus conocimientos.

Aguiar Terán María Belén

Luego de haber culminado el presente trabajo de investigación con éxito, deseo dejar constancia mi agradecimiento de forma especial a: Mi directora Ing. MS.c Mercy Ilbay por su apoyo incondicional durante el proceso de investigación y así mismo a mis lectores de proyecto, excelentes docentes por haberme dirigido y contribuido con los conocimientos teóricos-técnicos y prácticos para mi formación profesional.

En fin, agradezco a toda mi familia y amigos que de una u otra manera me apoyaron durante el proceso, desarrollo y culminación del presente proyecto de investigación.

Castillo Torres Yoselin Alejandra

DEDICATORIA

A:

Mi Madre Diana por ser el soporte fundamental de mis ideas y apoyo absoluto de mis decisiones quien me ha dedicado todo el sustento y tiempo para alcanzar mis mejores propósitos; a mi hijo Steve por ser mi motivación para continuar superándome. A mis hermanos Katerine, Santiago y Stalin por su orientación y apoyo moral e incondicional en los momentos importantes de mi vida; a mi ángel en el cielo tío Raúl quien me dio su aliento y ejemplo de esfuerzo sin rendirme; a mis abuelitos y demás familiares que estuvieron siempre presentes en mi camino universitario. A todos ellos mi esfuerzo y dedicación.

Castillo Torres Yoselin Alejandra

A:

El presente trabajo es dedicado a mi familia, mis padres por ser el soporte principal de mi formación, mi hermana querida Juanita por su amor incondicional y apoyo para llegar a la culminación de mi carrera universitaria, ellos son quienes me dieron grandes enseñanzas y los principales protagonistas de este “sueño alcanzado”.

Aguiar Terán María Belén

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “Islas Flotantes Artificiales con la especie Achira (*Canna indica*) como alternativa para la remoción de Cromo y coliformes fecales en agua procedente del río Cutuchi”

Autor/es: Aguiar Terán María Belén y Castillo Torres Yoselin Alejandra

RESUMEN

Las Islas Flotantes Artificiales son un sistema de fitorremediación de aguas contaminadas, similar a los humedales naturales. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la especie Achira (*C. indica*) en la remoción de Cromo y coliformes fecales en el agua procedente del río Cutuchi. Para ello se instaló una isla flotante de 0,09 m² en un cuerpo de agua de 115 litros (Tratamiento 1), tres repeticiones y un testigo. Las evaluaciones de los parámetros removidos fueron cada 21 días y cada siete días del desarrollo de la planta durante cuatro meses. Los porcentajes de remoción fueron: cromo 98.88 % y coliformes fecales 89.68 % demostrando que el sistema con las variedades *C. indica* constituye una alternativa para mejorar la calidad del agua procedente del río Cutuchi.

Palabras claves. - Islas flotantes- achira - cromo-aguas contaminadas

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

Title: "Artificial floating islands with the species Achira (*Canna indica*) as an alternative for the removal of chromium and fecal coliforms in water from the river Cutuchi"

Author/s: Aguiar Terán María Belén y Castillo Torres Yoselin Alejandra

ABSTRACT

Artificial Floating Islands are systems of phytoremediation of polluted waters, comparable to natural wetlands. The goal of this research lays in the evaluation of the Achira species (*C. Indica*) as a potential agent for water treatment of Cutuchi river through the removal of Cr and fecal coliforms. As to it, an artificial floating island with an area of 0.09 m² was installed in a water-body of 115 liters (Treatment 1), three repetitions and a witness. The evaluation of the removed parameters was performed every 1 and 3 weeks, a process that was developed along 4 months. The results achieved in removal percentages were: chromium 98.88 % and fecal coliforms 89.68 %, representative values that prove the efficiency of systems with *C. Indica* varieties, establishing it as a natural alternative to improve the water quality of Cutuchi River.

Keywords: Artificial Floating islands, achira, chromium, polluted waters.

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	I
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	II
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	V
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INDICE DE TABLAS.....	XV
INDICE DE FIGURAS	XVI
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCION.....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. BENEFICIARIOS	4
5. PROBLEMÁTICA	4
6. OBJETIVOS:.....	5
a. General:	5
b. Específicos:.....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	5
7.1. Contaminación hídrica del río Cutuchi actual.	5
7.2. Contaminación por Coliformes Fecales.....	7
7.3. Contaminación por Cromo.....	8
7.4. Problemas en el ambiente por presencia de coliformes fecales y cromo.....	8
7.5. Tratamientos convencionales.....	9
7.5.1. El intercambio iónico.....	9

7.5.2.	La electrocoagulación.....	9
7.5.3.	Proceso de Biosorción	10
7.5.4.	Precipitación Química	10
7.5.5.	Coagulación – Floculación.....	10
7.5.6.	Nano filtración.....	10
7.5.7.	Ultrafiltración	11
7.5.8.	Extracción con disolventes.....	11
7.6.	Métodos alternativos:.....	12
7.6.1.	Adsorbentes de Bajo Costo y Nuevos Adsorbentes	12
7.6.2.	Adsorción de metales pesados por materiales naturales.....	12
7.6.3.	Fitorremediación.....	12
7.7.	Islas flotantes artificiales IFAs:	13
7.7.1.	Descripción.....	13
7.7.2.	Historia	13
7.7.3.	Estructura.....	14
7.7.4.	Funcionamiento	15
7.7.5.	IFAs Ecuador.....	16
7.8.	Achira (Canna indica).....	17
7.8.1.	Descripción de la especie	17
7.8.2.	Morfología.....	17
7.8.3.	Fenología	18
7.8.3.1.	Latencia/ Dormancia.....	18
7.8.3.2.	Germinación/ Brotamiento	18
7.8.3.3.	Crecimiento.....	18
7.8.3.4.	Floración/ fructificación	19
7.8.3.5.	Senescencia.....	19
7.9.	Requerimientos agroecológicos.....	19

7.10.	Achira para remoción de contaminantes en el sistema IFAs	19
7.10.1.	La Fitoextracción o fitoacumulación	20
7.10.2.	Rizofiltración	20
7.10.3.	Remoción de Coliformes fecales	20
7.10.4.	Fito acumulación de Cromo.....	20
8.	METODOLOGÍA.....	22
8.1.	Área de estudio	22
8.2.	Sitio de recolección del agua	22
8.3.	Delimitación del área para el proyecto.	23
8.4.	Protocolo de toma de muestra (INEN) INAMHI.....	23
8.5.	Adecuación de un medio controlado para la instalación del sistema.....	25
8.6.	Construcción de la matriz flotante	26
8.6.1.	Selección de materiales	26
8.6.2.	Ensamblado de la matriz flotante	26
8.7.	Implementación de sustrato	27
8.7.1.	Elaboración de sustrato.....	27
8.7.2.	Aplicaciones del sustrato en el sistema	27
8.8.	Adecuación del cuerpo hídrico	28
8.9.	Adaptación de las especies vegetativas al Sistema.	28
8.10.	Evaluación del crecimiento de la planta.....	29
8.11.	Análisis de coliformes fecales en laboratorios IMAM.....	29
8.12.	Determinación del porcentaje de remoción.....	31
9.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	32
9.1.	Desarrollo de C. indica	32
9.2.	Desarrollo de la raíz C. indica	33
9.3.	Resultados concentraciones iniciales.....	34
9.3.1.	Porcentaje de adsorción	34

9.4.	Resultados en condiciones controladas.....	35
9.5.	Identificación probable de coliformes fecales	36
9.6.	Discusión de resultados	36
9.6.1.	Estructura IFA, matriz flotante y sustrato.	36
9.6.2.	Desarrollo de <i>Canna indica</i>	37
9.6.3.	Presencia de coliformes fecales	37
9.6.4.	Eficiencia de remoción de coliformes fecales y cromo en IFA.....	37
9.6.5.	Islas flotantes artificiales como alternativa eco tecnológica	37
10.	CONCLUSIONES.....	38
11.	RECOMENDACIONES	38
12.	BIBLIOGRAFIA	39
13.	ANEXOS	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de beneficiarios directos e indirectos.....	4
Tabla 2: Tratamientos convencionales	11
Tabla 3: Coordenada de captación de aguas objeto de investigación.....	22
Tabla 4: Protocolo de muestreo y requerimientos para la toma de muestra especificaciones del INAMHI	25
Tabla 5: Materiales para la elaboración del sustrato	27
Tabla 6: Características del sustrato.	27
Tabla 7: Función del sistema aireador.....	28
Tabla 8: Coordenadas de procedencia.	28
Tabla 9: Codificación para la identificación de muestras.	31
Tabla 10: Parámetros para diferenciación de colonias.	31
Tabla 11: Colonias identificadas en agar.....	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cuenca del río Cutuchi.	6
Figura 2: Isla Flotante artificial.	13
Figura 3: a) Estructura de soporte, b) Fibra de coco	14
Figura 4: Funcionamiento del sistema IFAs.	15
Figura 5: Islas flotantes del estero salado.....	17
Figura 6: Delimitación microcuenca río Cutuchi.	22
Figura 7: a) Muestreo de metales pesados, b) Adición de ácido clorhídrico (preservante).....	24
Figura 8: Adecuación del medio controlado	25
Figura 9: Ensamblado de la matriz flotante.	26
Figura 10: a) Esquema, b) Isla terminada	29
Figura 11: a) Toma de muestras en tubos Eppendorf. b) Etiquetado de muestras.	30
Figura 12: a) Siembra de muestras en cajas Petri con medio de cultivo (Agar Macconkey), b) Incubación	30
Figura 13: Etapa 1 de crecimiento de la planta, adaptación e inicio etapa 2	32
Figura 14: Etapa 2 desarrollo en condiciones controladas	33
Figura 15: Desarrollo de las raíces <i>C. indica</i>	33
Figura 16: Concentraciones de coliformes fecales.....	34
Figura 17: Porcentajes con sistema y sin sistema IFAs	34
Figura 18: Adsorción de Coliformes fecales en condiciones controladas	35
Figura 19: Bioacumulación de cromo en condiciones controladas.....	35
Figura 20: Adsorción de Coliformes fecales en condiciones controladas	36

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“ISLAS FLOTANTES ARTIFICIALES CON LA ESPECIE ACHIRA (*Canna indica*) COMO ALTERNATIVA PARA LA REMOCIÓN DE CROMO Y COLIFORMES FECALES EN AGUA PROCEDENTE DEL RIO CUTUCHI”

Fecha de inicio:

Abril 2018 Inicio de asignatura de Titulación I.

Fecha de finalización:

Marzo 2019 Finalización de asignatura de Titulación II.

Lugar de ejecución:

Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi “CAREN” Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CEYPSA). De la Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado:

Recursos Hídricos-Calidad de agua mediante Islas flotantes artificiales con la especie achira (*Canna indica*).

Equipo de Trabajo:

Tutor: MS.c Mercy Ilbay

Lector 1: MS.c Kalina Fonseca

Lector 2: Ing. Oscar Daza

Lector 3: Ing. Vinicio Mogro

Estudiantes Investigadores

Aguiar Terán María Belén

Castillo Torres Yoselin Alejandra

Información personal: Estudiantes de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente.

Área de Conocimiento:

Ambiente, Manejo de Recursos Hídricos.

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Impactos Ambientales.

2. INTRODUCCION

La microcuenca del río Cutuchi (MRC) ubicada en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua forma parte del mayor sistema hidrográfico de la cuenca del río Pastaza; esta como muchas más, es una de las fuentes de agua que como consecuencia de la actividad humana se encuentra en un grave estado de contaminación, sin embargo, las aguas provenientes de esta son utilizadas para el regadío de cultivos agrícolas para el consumo humano.

Razón por la cual el presente proyecto de investigación está enfocado en evaluar una alternativa eco tecnológica para el tratamiento de aguas contaminadas mediante la utilización de islas flotantes artificiales (IFAs) con la especie Achira (*Canna indica*) procesos de fitorremediación de aguas contaminadas procedentes del río Cutuchi principal afluente del río Patate para lo cual se realizará la evaluación del sistema de islas flotantes, y la determinación del porcentaje de remoción de coniformes fecales y cromo del agua a ser tratada para finalmente proponer estrategias de reducción de la contaminación mediante la utilización de la especie en estudio.

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las fuentes de agua se encuentran en constante deterioro, a causa de las actividades antrópicas que aumenta la toxicidad del recurso. Esta realidad se ve reflejada en la localidad de la micro cuenca del río Cutuchi (MRC), por tal motivo es necesario buscar alternativas para la descontaminación a fin de mejorar las condiciones del río.

Frente a esta realidad se ha optado por implementar procesos de tratamiento de aguas no convencionales, como el Sistema de Islas Flotantes Artificiales (IFAs) para el mejoramiento de la calidad de agua de la MRC con la especie *C. indica*, debido a que esta especie vegetativa ha demostrado eficiencia en la remoción de cromo por medio de bioacumulación.

Una vez comprobada la eficiencia de las IFAs mediante análisis estadísticos y de laboratorio, se podrá ofrecer a la población este sistema como un método alternativo a la descontaminación del agua, mejorando así las condiciones productivas y de conservación del entorno local.

4. BENEFICIARIOS

Tabla 1: Cuadro de beneficiarios directos e indirectos

Directos	Indirectos		
	Pobladores de la micro cuenca del río Cutuchi		
Grupos de investigación de mejoramiento de calidad de agua	Hombres	Mujeres	Total
	110.181	118.524	228.705

Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018) (INEC, 2010)

5. PROBLEMÁTICA

En los países subdesarrollados como es el caso de Ecuador, los ríos por lo general son las desembocaduras de alcantarillados o aguas residuales industriales que se generan por la actividad humana los cuales son desechados directamente y aportan a la contaminación del recurso hídrico, sin olvidar que al ser un país altamente agrícola existe un abuso indiscriminado de pesticidas los cuales influyen de manera negativa al ambiente cuando no existe tecnificación en el manejo de estos productos.

Las concentraciones de los contaminantes persisten en el ecosistema acuático ya que no se eliminan fácilmente de los ecosistemas por medio de los procesos naturales, esto

debido a sus altas concentraciones y en el caso de contaminantes que no son biodegradables es aún más complicado por su composición química.

El problema de la contaminación se agrava al descargarse un volumen diario de 30.000 m³ de aguas servidas de uso doméstico, aguas residuales de algunas fábricas sin un previo tratamiento y estas al pasar por la zona urbana de la ciudad de Latacunga son captadas por los sistemas de riego Latacunga-Salcedo-Ambato cuyas aguas contaminadas son utilizadas por 17 mil agricultores para regar 26 mil hectáreas de cultivos en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua. -

6. OBJETIVOS:

a. General:

- Evaluar el efecto de la especie achira (*C. indica*) en la remediación de aguas contaminadas con Coliformes fecales y Cromo.

b. Específicos:

- Estructurar el sistema de islas flotante y evaluación del desarrollo de la planta.
- Determinar el porcentaje de adsorción de Coliformes fecales y bioacumulación Cromo.
- Evaluar las islas flotantes como sistema alternativo de remediación de aguas.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Contaminación hídrica del río Cutuchi actual.

La cuenca del río Cutuchi está limitada al este y oeste por las primeras elevaciones de la Cordillera Occidental y Cordillera Oriental del Ecuador y forma parte del mayor sistema hidrográfico de la cuenca del río Pastaza, se encuentra entre las provincias de Cotopaxi y Tungurahua.

Abarca un área de 14.996 hectáreas dentro de las provincias de Cotopaxi y Tungurahua, nace de los deshielos del volcán Cotopaxi, se encuentra en parte alta de la cuenca del río Pastaza, atraviesa la ciudad de Latacunga de norte a sur con una pendiente de 8.8%, es uno de los principales ríos de la zona sierra centro, sus aguas son utilizadas principalmente para actividades de regadío, producción agrícola y ganadería. Este sujeto precipitaciones anuales entre 250 a 500 mm.

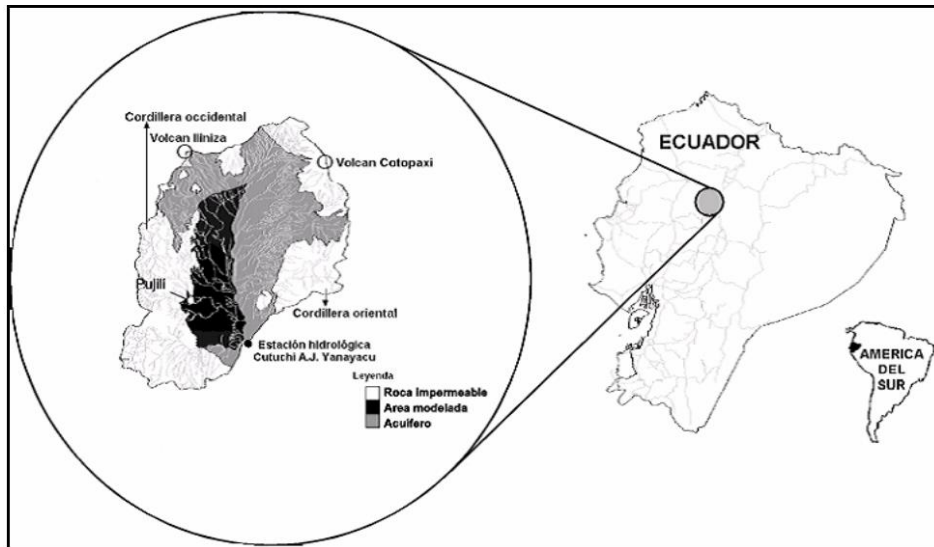


Figura 1: Cuenca del río Cutuchi.
Fuente: Taco (2000)

Esta cuenca es vulnerable a la contaminación, ya que a lo largo de su tramo existen industrias y asentamientos que descargan aguas negras, aguas grises, vertidos industriales, domésticos y urbanos, es por ello que (MAE & Gutierrez C., 2013), afirma que “los principales problemas de la cuenca de estudio son el déficit hídrico, la alarmante contaminación y la deficiente administración del agua”.

Entre los elementos contaminantes que las industrias vierten al río Cutuchi (Vásquez R. & Yáñez E., 2015) nos menciona:

- Sustancias químicas inorgánicas
 - ✓ Ácidos
 - ✓ Compuestos de metales tóxicos
- Sustancias químicas orgánicas:
 - ✓ Derivados de petróleo
 - ✓ Plásticos
 - ✓ Plaguicidas
 - ✓ Detergentes

Las aguas servidas provienen principalmente de la ciudad de Latacunga que contiene elementos orgánicos e inorgánicos, como es el material fecal, papel higiénico, restos alimenticios, restos de materiales de limpieza, detergentes, plástico, vidrio y otros elementos que son despachados de manera directa al río por medio de las cañerías de desagüe, estos factores degradan la calidad de agua. Así (Fonseca K, Ilbay M, 2017) concluyen que “la clasificación del agua del río Cutuchi realizada con base en los criterios de Índice de Calidad del agua ICA-NSF muestra que la calidad global del agua se encuentra en el rango de mala calidad”.

7.2. Contaminación por Coliformes Fecales.

La principal causa de contaminación por coliformes fecales es la falta de planificación de los municipios y otras instituciones encargadas de la construcción de las viviendas y que utilizan un sistema de alcantarillado, no depuran o destinan las aguas servidas a lugares especiales para el tratamiento de la contaminación, sino que construyen grandes canales y tuberías que llevan aguas negras o sucias de una forma directa la río, en nuestro caso el río Cutuchi, recibe toda el agua servida de la ciudad de Latacunga, de los Molinos Poulter y Hospitales, sin recibir ningún tratamiento especial. (Tapia V., Benjamín V., Vásquez Q., & Augusto C., 2013)

A este fenómeno social se sumará las condiciones de calidad del alcantarillado, roturas accidentales o escapes en las conducciones y que se filtran directamente hacia el subsuelo y por ende se dirigen a los cuerpos de agua como es el caso de río Cutuchi. (Pozo C. & Velasteguí J., 2012)

Según técnicos de la Secretaría Nacional del Agua (Senagua), el río Cutuchi registra un alto contenido de coliformes fecales y ausencia de vida acuática, debido a la contaminación, esta condición bacteriológica de las aguas superficiales del río Cutuchi y la alta carga orgánica que supera el 30% de lo admisible, esta cantidad es inadecuada para todos los usos como consumo humano, abrevaderos, riego para productos alimenticios, recreación y lo que es más estas aguas tóxicas matan a la vida acuática.

7.3. Contaminación por Cromo

Los ríos presentan condiciones de auto depuración, pero estos procesos no se pueden efectuar para metales pesados, fertilizantes y lubricantes ya que estos actúan como inhibidores, producto de las descargas de aguas residuales e industriales.

Estudios realizados han determinado que la microcuenca del río Cutuchi ha sido catalogada como un río muerto puesto a la gran contaminación existente en el mismo por diferentes contaminantes, como es el cromo (Cr) que se utiliza principalmente en las curtiembres y en la fabricación de agroquímicos, según la secretaria nacional del agua, entre los elementos tóxicos que sobrepasan la norma ambiental vigente están cromo, manganeso, selenio y arsénico siendo este último altamente contaminante. (Quezada R, 2012)

7.4. Problemas en el ambiente por presencia de coliformes fecales y cromo

Se ha detectado en las aguas del río, la presencia de contaminantes biológicos como: coliformes fecales, E. coli, klebsiella pneumoniae, pseudomona aeruginosa, que ocasionan enfermedades de los tractos urinarios, digestivos y respiratorios, estas circunstancias revelan la gravedad e intensidad de la contaminación del agua. (OMS, 2017)

Cuando las aguas servidas son recolectadas, pero no tratadas correctamente en el caso de los coliformes fecales los cuales representan un peligro de infección parasítica (mediante el contacto directo con la materia fecal), hepatitis y varias enfermedades gastrointestinales, incluyendo el cólera y tifoidea (mediante la contaminación de la fuente de agua y la comida). (Sanchez S., 2015)

Si dicha descarga es en aguas receptoras, se presentarán peligrosos efectos adicionales, como por ejemplo, el hábitat para la vida acuática y marina es afectada por la acumulación de los sólidos; el oxígeno es disminuido por la descomposición de la materia orgánica; y los organismos acuáticos y marinos pueden ser perjudicados aún más por las sustancias tóxicas, que pueden extenderse hasta los organismos superiores por la bioacumulación en las cadenas alimenticias.

Ya que la contaminación del agua es producida por introducción de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas de origen antropogénico, que pueden ser directas o indirectas, producen daños a los organismos vivos en el medio ambiente, el cromo se puede encontrar

en varios estados de oxidación, siendo los más comunes, el cromo (III) y el cromo (VI). (Quishpe A., 2010)

No es conocido que el Cromo se acumule en los peces, pero altas concentraciones de Cromo, debido a la disponibilidad de metales en las aguas superficiales, pueden dañar las agallas de los peces que nadan cerca del punto de vertido, en los animales el Cromo puede causar problemas respiratorios, una baja disponibilidad puede dar lugar a contraer las enfermedades, defectos de nacimiento, infertilidad y formación de tumores.

Así mismo cromo (VI) es un peligro para la salud de las personas, este elemento está clasificado por la IARC (International Agency for Research on Cancer) en el grupo I (cancerígeno comprobado en humanos) ya que en exposición ocupacional produce cáncer en el sistema respiratorio, según nos explica (Perdomo A., Rodríguez D., & Sandoval I, 2015)

7.5.Tratamientos convencionales

7.5.1. El intercambio iónico

Es una operación de separación basada en la transferencia de materia fluido-sólido, en el proceso de intercambio iónico ocurre una reacción química en la que los iones móviles hidratados de un sólido son intercambiados por iones de igual carga de un fluido.(Leal M., 2013)

7.5.2. La electrocoagulación

La electrocoagulación es una alternativa de solución a los graves problemas de contaminación causada por los diferentes efluentes industriales especialmente aquellos que liberan materiales pesados durante el proceso de producción.

Además, en este proceso no es necesario introducir otros elementos químicos para lograr la coagulación se reduce el riesgo de exposición a mayores desechos peligrosos.(Aziz, Adlan, & Ariffin, 2008). También nos explica que “las iinvestigaciones realizadas para reducir materiales pesados como el cromo en aguas residuales de una curtiembre con la electrocoagulación han logrado remociones cercanas al 95% de cromo (cr) y del 70% en 20 minutos de proceso”.

7.5.3. Proceso de Biosorción

El término “Biosorción”, se utiliza para referirse a la captación de metales que lleva a cabo una biomasa completa (viva o muerta), a través de mecanismos fisicoquímicos como la adsorción o el intercambio iónico. Cuando se utiliza biomasa viva, los mecanismos metabólicos de captación también pueden contribuir en el proceso. (Quezada, R, Varela, E., & Rosa, M. A., 2012) Comúnmente este tipo de proceso lo podemos observar en el tratamiento con lodos activos.

El proceso de Biosorción involucra una fase sólida (sorbente) y una fase líquida (solvente, que es normalmente el agua) que contiene las especies disueltas que van a ser sorbidas (sorbato, e. g. iones metálicos). Debido a la gran afinidad del sorbente por las especies del sorbato, este último es atraído hacia el sólido y enlazado por diferentes mecanismos. Este proceso continúa hasta que se establece un equilibrio entre el sorbato disuelto y el sorbato enlazado al sólido (a una concentración final o en el equilibrio).

7.5.4. Precipitación Química

Según (Marin, 2012) , “Este método es aplicable para la eliminación de metales que precipiten”, esto mediante una previa alcalinización del sistema, bien como carbonatos o bien como sulfuros: recordando al efecto de los casos de Fe, Sn, Ag, Hg, Ni, Zn, Cu. Con la precipitación química se logran altos rendimientos de eliminación de metales, incluso a valores de pH más bajos que los estequiométricos, y aun en presencia de compuestos y sustancias químicas con capacidad de formar complejos metálicos.

7.5.5. Coagulación – Floculación

Según (Marin, 2012) “Pueden emplearse para reducir de un agua residual altas cargas orgánicas, incluso cargas con alto porcentaje de bio-degradabilidad, contando con la ventaja adicional de que además los efluentes puedan presentar un contenido importante de metales u otros compuestos inorgánicos, que también se separarían colateralmente.” (pg. 369)

7.5.6. Nano filtración.

Es una técnica de tratamiento de agua relativamente reciente que utiliza membranas con poros muy pequeños (<1 nm) y requiere presiones de funcionamiento en el rango de 10-

50 bar. Por lo tanto, las membranas empleadas para la nanofiltración son capaces de retener especies neutras con peso molecular <200- 300 g/mol, y también para rechazar iones inorgánicos por un mecanismo de exclusión por tamaño en combinación con las interacciones electrostáticas entre los iones y la membrana cargada, presenta mayor rechazo de iones divalentes y menor rechazo de iones monovalentes, la presión de funcionamiento más baja, mayor flujo y menor consumo de energía en comparación con la osmosis inversa. (Perdomo A. et al., 2015)

7.5.7. Ultrafiltración

Según (Leal M., 2013) “La ultrafiltración es un proceso de fraccionamiento selectivo utilizando presiones de hasta 145 psi (10 bares). La ultrafiltración se utiliza ampliamente en el fraccionamiento de leche y suero, y en fraccionamiento proteico.

Concentra sólidos en suspensión y solutos de peso molecular mayor a 1000 umas. El permeado contiene solutos orgánicos de bajo peso molecular y sales.”

7.5.8. Extracción con disolventes.

Según (Aziz et al., 2008) En las técnicas extractivas en las que se hace uso de los coeficientes de reparto de una sustancia dada frente a otra u otras, es decir, de su distinta afinidad con relación a los componentes existentes en mezclas de sustancias variadas, suelen emplearse compuestos orgánicos activos, para extraer otros compuestos orgánicos e inorgánicos contaminantes del efluente.

Tabla 2: Tratamientos convencionales

TRATAMIENTO	COSTOS	LIMITANTES
Precipitación Química	Costo elevado de inversión y operación.	Conocimiento especializado y Se necesita una planta de tratamiento.
Coagulación Floculación	– Costo elevado de inversión y operación.	Se necesita una planta de tratamiento
Extracción con disolventes.	Costo moderado de inversión y operación.	Conocimiento especializado
Micro filtración	Costo moderado de inversión y operación.	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana.
Ultrafiltración	Costo elevado de inversión y operación.	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana.

Nano filtración	Costo muy elevado de inversión y operación.	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana.
Electrocoagulación	Costo muy elevado de inversión y operación.	Exposición a mayores desechos peligrosos

Fuente: Autoras., 2018.

7.6.Métodos alternativos:

7.6.1. Adsorbentes de Bajo Costo y Nuevos Adsorbentes

La adsorción es un proceso de transferencia de masa por el cual una sustancia se transfiere desde la fase líquida a la superficie de un sólido. El proceso de sorción describe en realidad un grupo de procesos, que incluyen la adsorción y las reacciones de precipitación. Recientemente, la adsorción se ha convertido en uno de las técnicas alternativas de tratamiento para las aguas residuales cargadas con metales pesados.

Se emplea un amplio espectro de materiales biológicos, especialmente las bacterias, algas, levaduras y hongos han recibido una atención creciente para la eliminación y recuperación de metales pesados, debido a su buen rendimiento, bajo coste y grandes cantidades disponibles.

7.6.2. Adsorción de metales pesados por materiales naturales

Los procesos de adsorción están siendo ampliamente utilizados por varios investigadores para la eliminación de metales pesados. Los flujos de residuos y carbón activado se han usado con frecuencia como un adsorbente. A pesar de su amplio uso en las industrias de tratamiento de agua y aguas residuales, el carbón activado se mantiene como un material costoso.(Prieto Méndez, González Ramírez, Román Gutiérrez, & Prieto García, 2009)

7.6.3. Fitorremediación

Es el uso de las plantas y los microbios del suelo asociados para reducir las concentraciones o los efectos tóxicos de los contaminantes en los ambientes. Es una tecnología relativamente reciente y se percibe como rentable, eficiente, respetuoso del medio ambiente. Estas fitotecnologías ofrecen numerosas ventajas en relación con los métodos fisicoquímicos que se usan en la actualidad, por ejemplo, su amplia aplicabilidad y bajo costo. (Quezada R, 2012) entre este método podemos encontrar las IFAs cuya aplicación requiere un bajo costo y es una alternativa ecológica.

7.7. Islas flotantes artificiales IFAs:

7.7.1. Descripción

Las Islas Flotantes Artificiales (IFAs), denominadas en inglés “Floating Treatment Wetlands” (FTWs) son sistemas flotantes de humedales artificiales que son diseñados en base a los sistemas flotantes naturales como son el caso de los humedales existentes en diferentes cuerpos de agua, tienen el propósito de ser aplicadas en lagos y lagunas como método de remoción de contaminantes como metales pesados e hidrocarburos y como método de restauración de ecosistemas acuáticos, están estructuradas por una estera orgánica gruesa flotante que soporta el crecimiento de las plantas, las cuales han demostrado ser eficientes en la remoción de contaminantes (Fig. 2).

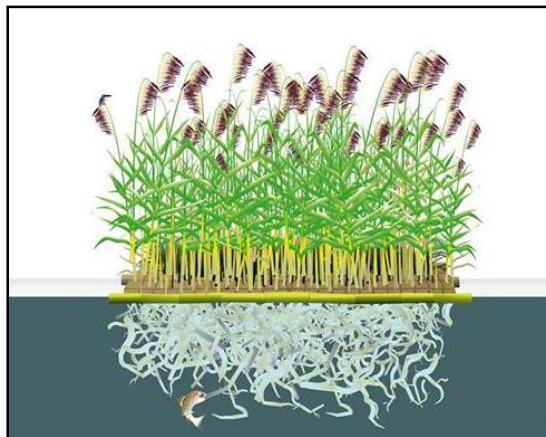


Figura 2: Isla Flotante artificial.

Fuente: Fonseca K. Clairand M., (2017).

Las IFAs remueven contaminantes por varios mecanismos como explica (Kamble & Patil, 2012) “mediante la absorción de nutrientes y metales, el desarrollo de biopelículas, la liberación de enzimas extracelulares, la sedimentación, la unión de contaminantes y el aumento de la floculación de materia en suspensión”.

7.7.2. Historia

Las IFAs pertenecen a las tecnologías ambientales emergentes. Fueron originalmente desarrolladas en los años 50 con el objetivo de crear áreas de desove para peces, pero no tuvieron acogida hasta después de 1995. En Alemania, Estados Unidos y Japón decidieron implementarlas en lagos y lagunas como método de remoción de contaminantes obteniendo buenos resultados. (Jian-feng, Z, Gu-yuan, L, Xiao-yi, X, Jia, C, & Wei-qun, S, 2003)

La efectividad de las macrófitas flotantes en la depuración de aguas residuales con contenidos de materias orgánicas y nutrientes ha sido estudiada por varios autores. En las últimas dos décadas, las islas flotantes aparecen como una evolución natural de los humedales artificiales o filtros verdes y se han estudiado en diversas partes del mundo, para diferentes aplicaciones, tales como la mejora de la calidad del agua, la creación de hábitats y la depuración de distintos tipos de aguas residuales.(Kamble & Patil, 2012)

7.7.3. Estructura

Para asegurar la durabilidad, resistencia y eficiencia en el proceso de remediación ambiental, el diseño de los lechos flotantes de las IFAs toma en cuenta parámetros físicos y biológicos; estos están relacionados con las materias, materiales y su disposición en el lecho flotante. Entre estos tenemos:

- Flotabilidad
- Medio de crecimiento

La flotabilidad, puede ser provista en las estructuras de las IFAs por tubos de polivinilo o polipropileno sellados, láminas de poliestireno, bambú y almohadillas de vinilo inflables.

El medio de crecimiento de las plantas tiene que ser seleccionado con precaución para favorecer el desarrollo de las raíces de las plantas, así como su colonización por biopelículas (Fig. 3 a).

Para ello es recomendable rellenar la estructura interna con fibras naturales como las de coco, caña de bambú, caña y paja de cebada o con polímeros sintéticos (Fig. 3 b).



Figura 3: a) Estructura de soporte, b) Fibra de coco
Fuente: Fonseca & Clairand, (2017)

7.7.4. Funcionamiento

Se basa en los sistemas flotantes naturales existentes en diferentes cuerpos de agua y están estructuradas por una estera orgánica gruesa flotante que soporta el crecimiento de las plantas (Fig. 4).

El agua atraviesa por debajo de la estera por las secciones de las plantas sumergidas y mientras los contaminantes son removidos por la superficie de las raíces que forman biopelículas, estas atraen bacterias benéficas que se existen en varios cuerpos de agua en este caso muestras de la microcuenca del río Cutuchi, una de sus funciones es descomponer los contaminantes que existen en el flujo del agua.

En las islas flotantes se colocan aireadores el cual va a generar oxígeno en nuestro cuerpo de agua, lo que nos ayudara al crecimiento de nuestra especie en estudio. (Wang, 2010)

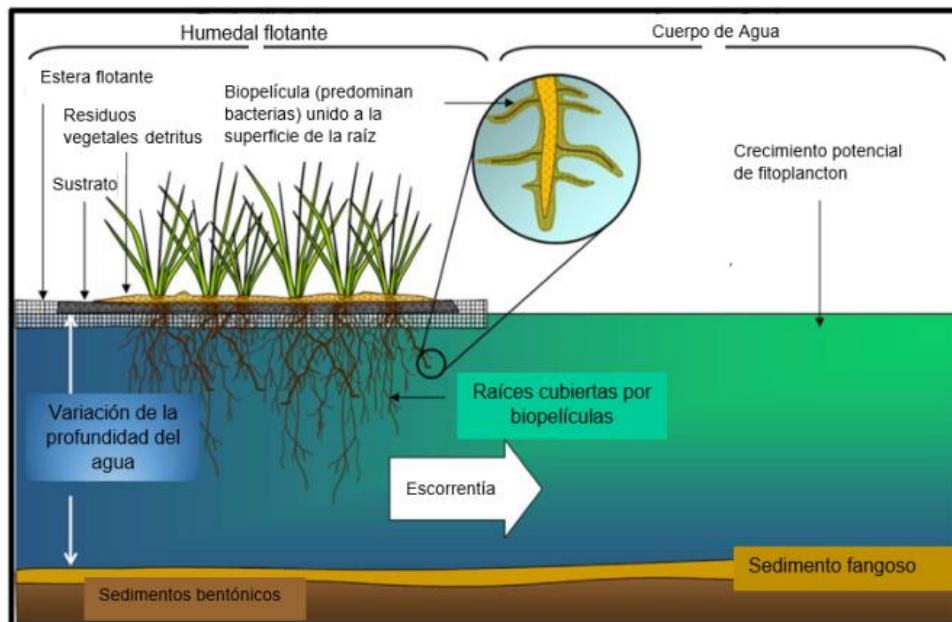


Figura 4: Funcionamiento del sistema IFAs.

Fuente: Yeh, Yeh, & Chang, (2015)

Al ser un medio controlado, se reproducen mecanismos de eliminación de contaminantes, que en los humedales naturales se dan mediante procesos físicos, biológicos y químicos.

Los principales actores son:

- **El sustrato:** sirve de soporte a la vegetación, permitiendo la fijación de la población microbiana, que va a participar en la mayoría de los procesos de eliminación de los contaminantes.

- **La vegetación** (macrofitas): contribuye a la oxigenación del sustrato, a la eliminación de nutrientes y sobre la que su parte subterránea también se desarrolla la comunidad microbiana.
- **El agua a tratar:** circula a través del sustrato y de la vegetación.

Los mecanismos involucrados en la eliminación de los principales contaminantes presentes en las aguas residuales urbanas, mediante el empleo de islas flotantes son:

- Eliminación de sólidos en suspensión mediante procesos de sedimentación, floculación y filtración.
- Eliminación de materia orgánica mediante los microorganismos presentes en el humedal, principalmente bacterias, que utilizan esta materia orgánica como sustrato. A lo largo del humedal existen zonas con presencia o ausencia de oxígeno molecular, por lo que la acción de las bacterias sobre la materia orgánica tiene lugar tanto a través de procesos biológicos aerobios como anaerobios.
- Eliminación de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, principalmente mediante mecanismos de nitrificación – desnitrificación y precipitación.
- Eliminación de patógenos mediante adsorción, filtración o depredación.
- Eliminación de metales pesados como cadmio, cinc, cobre, cromo, mercurio, selenio, plomo, etc.

7.7.5. IFAs Ecuador.

En el Ecuador se creó un proyecto piloto de islas flotantes que se implementó en el año 2017, a finales de junio, el Ministerio del Ambiente (MAE) para descontaminar el estuario. En los últimos siete años es la cuarta alternativa ambiental encaminada a solucionar la problemática, son 40 islas flotantes que sostienen a una variedad de plantas, muchas de ellas mangles. (Global Colibri Engineering and Consulting, 2016) (Fig. 5).

Se escogió el estero Palanqueado por ser uno de los ramales del Salado en el que ya existió la intervención por parte del Gobierno, para ello tres meses antes de la implementación de las 40 islas, fue realizado un estudio sobre las condiciones del caudal, calidad, profundidad y otros parámetros.



Figura 5: Islas flotantes del estero salado.

Fuente: Global Colibri Engineering and Consulting, (2016)

7.8. Achira (*Canna indica*)

7.8.1. Descripción de la especie

La achira pertenece a la familia Cannaceae, es una hierba robusta que crece sobre todo en lugares húmedos, como zanjas y canales de riego.

Es de origen sudamericano y los arqueólogos han encontrado que se cultivaba en Perú hace 4.500 años, entre los usos que tiene esta especie esta para la producción de almidón y sus hojas como envoltorios de alimentos También habitan México, Centroamérica, Sudamérica y las Antillas (región neotropical). (Vallejo, 2010)

7.8.2. Morfología

La planta de achira está formada por el sistema radical, los rizomas, el tallo, el sistema foliar y la inflorescencia que da origen a la semilla.

El sistema radical conformado por raíces adventicias, fasciculadas, fibrosas, blancas y cilíndricas, que generalmente salen de la parte inferior del rizoma en forma irregular. (Sandoval L, 2016).

Rizomas abundantes, esféricos, cilíndricos o en forma de trompo, miden de 5 a 20 cm de largo por 3 a 12 cm de ancho. En su superficie presentan surcos transversales que marcan la base de las escamas que los cubren. (Rzedowski C.G., 1998)

Los brotes o yemas son producidos en las axilas de las escamas de los rizomas ordinariamente se desarrollan hasta tres brotes sobre los rizomas. (Sandoval L, 2016)

Los tallos son erguidos, simples y miden entre 0.41 y 1.77 m de altura, se reportan plantas con tallos de 2.5 a 3.0 m. de altura, los cuales están cubiertos por las vainas envolventes de las hojas, poseen entrenudos cortos o largos según el cultivar, de donde salen las hojas de color verde o morado dependiendo también del cultivar, y de su extremo superior sale el racimo floral.(Tuiquina J, 2017)

Sus hojas son alternas con pecíolos envainados y sin lígula, generalmente son oblongas-ovales, oblongas-elípticas de 11 a 60 cm de longitud y 9.5 a 40 cm de ancho según el ecotipo. (GRIN, 2019)

Inflorescencia en espiga terminal, racimos y panículas irregulares, perianto compuesto por tres pétalos más o menos unidos.

7.8.3. Fenología

7.8.3.1.Latencia/ Dormancia

En Colombia se efectúa en el mes de octubre y noviembre ya que en estos meses es donde hay más lluvias y menor temperatura, en el Ecuador estas condiciones se dan entre diciembre a junio. (Sandoval L, 2016)

7.8.3.2.Germinación/ Brotamiento

La achira se puede propagar por semilla asexual o vegetativamente por rizomas o cormos, esta última técnica es la más usada por el campesino por ser más rápida. La achira es una de las más robustas de todas las raíces cultivables, crecen bien en una variedad de climas y suelos y tiene pocos problemas con enfermedades y plagas.

7.8.3.3.Crecimiento

(Cenzano, 1997), afirma que a partir de un rizoma- semilla se puede diferenciar tres etapas:

- Etapa 1: Se inicia el crecimiento del tallo y del cormo de primer orden, desarrollándose tallos aéreos y raíces. Este periodo tiene una duración de tres meses.
- Etapa 2: Dura de 6 a 9 meses, incluyendo el desarrollo de cormos de segundo, tercer y cuarto orden.

- Etapa 3: Se inicia la decadencia de la planta, con formación de yemas secundarias en los cormos que no producen tallos muy desarrollados y el secamiento de los tallos más viejos.

7.8.3.4. Floración/ fructificación

En España y en países del viejo continente esta etapa se da en los meses de julio, agosto, septiembre, que es la época de verano hasta bien avanzado el otoño los días son muy largos y las noches cortas; las precipitaciones son en forma de tormenta y las temperaturas son elevadas. Las plantas están llenas de hojas y frutos.

7.8.3.5. Senescencia

Es la etapa en la que las células llega un momento en el que ya no se pueden dividir más, de modo que la planta comenzará a fallar o a envejecer, se da 1 o 2 meses después de la floración.

7.9. Requerimientos agroecológicos

La achira se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 2700msnm, en Ecuador este cultivo se obtiene desde los 800- 2500msnm, requiere de temperaturas tropicales se desarrollan desde los 9°C hasta los 30 °C a 32°C, áreas libres de heladas durante el periodo de maduración de los rizomas.

El requerimiento de agua durante el periodo vegetativo es de 800 a 1200 mm, es una planta de fotoperiodo neutro, es decir, no es afectada por las longitudes de las horas luz o de oscuridad.

Se desarrolla en una amplia gama de suelos, su mejor comportamiento se ha obtenido en suelos sueltos, francos, francos arenosos o francos limosos, ricos en materia orgánica, susceptibles a encharcamiento prolongado; tolera la acidez y crece en pH de 4.5 a 8.0, su mejor comportamiento se observa en pH de 5 a 6,5 pero requiere de mayores proporciones de N y K Cueva and Erreis, (2008).

7.10. Achira para remoción de contaminantes en el sistema IFAs

Para aplicar fitorremediación, las especies se seleccionan teniendo en cuenta la tolerancia al contaminante, que está relacionada con mecanismos fisiológicos que permiten el normal funcionamiento en presencia de altas concentraciones de tóxicos potenciales,

según (Xiao, Cheng, & Wu, 2010) es una especie de las Cannaceae con alta resistencia al estrés por presencia de metales pesados así como un alto potencial para su degradación.

7.10.1. La Fitoextracción o fitoacumulación

Consiste en la absorción de metales contaminantes mediante las raíces de las plantas y su acumulación en tallos y hojas. El primer paso para la aplicación de esta técnica es la selección de las especies de planta más adecuada para los metales presentes y las características del emplazamiento.

7.10.2. Rizofiltración

Rizofiltración es la adsorción o precipitación de contaminantes en raíces de las plantas o la absorción de contaminantes en las raíces cuando los contaminantes están en solución que rodea la zona de la raíz. Las plantas son criadas en invernaderos (con sus raíces en agua en lugar de en el suelo). Una vez que un sistema radicular grande ha sido desarrollado, el agua contaminada es desviada y pone en contacto con las plantas o las plantas se mueven y flotaba en el agua contaminada.

7.10.3. Remoción de Coliformes fecales

La remoción de coliformes fecales se da principalmente en la raíz de la planta por Rizofiltración ya que en donde las comunidades microbianas presentes en los sistemas de depuración de aguas se agrupan en estructuras y forman las biopelículas que adsorben los contaminantes en sus paredes celulares.

Los sistemas biológicos de depuración se encuentran constituidos por bacterias, protistas, metazoos, hongos, algas y organismos filamentosos. Los hongos y las algas generalmente no tienen gran importancia dentro del proceso, mientras que los protistas, metazoos, las bacterias y los organismos filamentosos son los principales responsables de la eficiencia en el tratamiento biológico del agua residual. Cada una de estas poblaciones desempeña un papel determinado en el proceso y en conjunto forman la comunidad biológica característica del sistema de depuración (Hubbard, 2010).

7.10.4. Fito acumulación de Cromo.

También se llama Fitoextracción, se refiere a la absorción y translocación de contaminantes metálicos en el suelo por las raíces de la planta en la parte aérea de las

plantas. Ciertas plantas, llamados hiperacumuladoras, absorben cantidad inusualmente grande de metales en comparación con otras plantas. (Wang, 2010)

Sean realizado estudios acerca de la remoción de cromo en sus estados (III) y (VI) mediante fitorremediación con *C. indica* y *C. glauca*, plantas tropicales adaptables al medio acuático (emergentes). Donde se estructuras que simulan humedales de flujo superficial, y se estudia la capacidad de ambas especies de remover el metal del agua, donde se encontraron que los mayores valores de remoción de cromo con la *Canna* índica.

Un estudio realizado por Quezada y otros (2012) denominado como “*Remediación natural para completar la depuración del cromo (VI) en efluentes de curtiembres*” Estableció los siguientes resultados (*C. indica*) demostró que a partir del análisis del tejido vegetal, se demostró que el cromo, independientemente de su estado de oxidación en la solución, (III) o (VI), se almacena en mayor proporción en la raíz, alcanzando concentraciones superiores a los 3.000 mg/kg (peso seco).

También (Wang LK, Shammass NK, Hung YT, 2010) menciona que la *C. indica* se ha utilizado para tratar las aguas del río Yangtsé, China donde se comprueba la eficiencia de esta planta en la eliminación de cromo en el agua(Quezada, R et al., 2012)(Quezada, R et al., 2012). Así mismo, se trataron aguas contaminadas en el río Zhujiang (Guangzhou) con un sistema flotante de esta especie.

Una vez completado el desarrollo vegetativo de la planta el siguiente paso es cortarlas y proceder a su incineración y traslado de las cenizas a un vertedero de seguridad. (Aziz, H.A., M.N. Adlan, and K.S. Ariffin,, 2008).

8. METODOLOGÍA

8.1. Área de estudio

Las aguas objeto del estudio corresponden hidrológicamente a las aguas que encausan por el río Cutuchi, estas forman parte de la Demarcación Hidrográfica de Pastaza corresponden según la metodología de PFAFSTETTER a nivel No.5 (Fig. 6).

La micro cuenca del río Cutuchi se encuentra ubicada en los cantones de Latacunga, Salcedo y parte de Ambato, nace de los deshielos del volcán Cotopaxi, su trayecto es de 100.591 km. INAMHI, (2016)

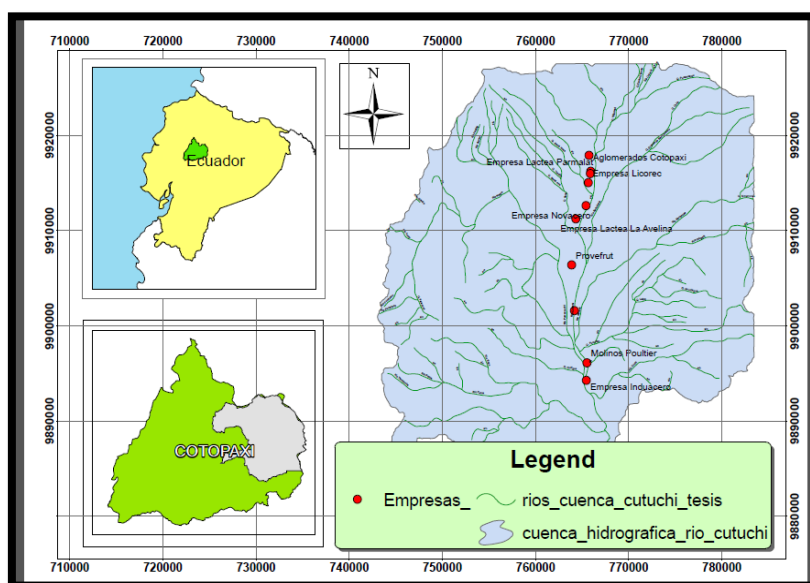


Figura 6: Delimitación microcuenca río Cutuchi.
Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018).

8.2. Sitio de recolección del agua

El recurso hídrico en estudio se ha recolectado en la zona centro norte de la micro cuenca del río Cutuchi, en una importante área de influencia de descargas municipales, industrial y hospitalaria. División política 05 Cotopaxi, 01 Latacunga, su ubicación geográfica y cota aproximada (Tabla 3).

Tabla 3: Coordenada de captación de aguas objeto de investigación

Coordenadas UTM WGS- 84-Z17S		
X	Y	Cota aproximada
765344	9895887	2398

Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018).

8.3.Delimitación del área para el proyecto.

El proyecto de investigación se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga sector Salache en la Universidad Técnica de Cotopaxi Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

En las instalaciones de los laboratorios CAREN se diseñó una cubierta de plástico para la adaptación de las plantas creando un microclima para el desarrollo del proyecto de investigación de las IFAs, es una estructura construida de manera rustica con pingos de madera, plástico alambre y clavos.

8.4.Protocolo de toma de muestra (INEN) INAMHI.

-En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y tapparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (Ver ilustración 7 a).

-La refrigeración o congelación de las muestras es efectiva si se la realiza inmediatamente luego de la recolección de la muestra. Se debe usar, cajas térmicas o refrigeradores de campo desde el lugar del muestreo.

-Filtración y centrifugación de muestras, la materia en suspensión, los sedimentos, las algas y otros microorganismos deben ser removidos en el momento de tomar la muestra o inmediatamente después por filtración a través de papel filtro, membrana filtrante o por centrifugación.

-Adición de conservantes los compuestos químicos de más uso son: a) ácidos, b) soluciones básicas, c) biácidos y d) reactivos especiales, necesarios para la conservación específica de ciertos elementos (por ejemplo: para la determinación de oxígeno, cianuros totales y sulfitos se requiere de la fijación para los mismos en la muestra inmediatamente en el sitio de la recolección) (Ver Figura 7 a y b).



Figura 7: a) Muestreo de metales pesados, b) Adición de ácido clorhídrico (preservante)

Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018).

-Es preferible realizar la adición de conservantes usando soluciones concentradas de tal forma que sean necesarios volúmenes pequeños; esto permite que la dilución de las muestras por estas adiciones no sea tomada en cuenta en la mayoría de los casos. Realizar un ensayo del blanco, cuando se determinan trazas de elementos, para evaluar la posible introducción de estos elementos en la adición de los conservantes; (por ejemplo: los ácidos pueden introducir cantidades significativas de mercurio, arsénico y plomo). En este caso se deben usar los mismos conservantes empleados en la muestra para preparar el ensayo del blanco.

-Transporte de las muestras, los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte. El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación.

-Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable. Si el tiempo de viaje excede al tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, estas muestras deben reportar el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis.

-Recepción de las muestras en el laboratorio, las muestras deben, si su análisis no es posible inmediatamente, ser conservadas bajo condiciones que eviten cualquier contaminación externa y que prevengan cambios en su contenido.

-Los recipientes que contienen las muestras deben estar rotulados de una manera clara y permanente. Al momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los conservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse y otros parámetros importantes que no se haya tenido en cuenta).

Tabla 4: Protocolo de muestreo y requerimientos para la toma de muestra especificaciones del INAMHI

Parámetro	Volumen min de muestra	Envases	Preservante	Recolección
Metales (Arsénico, Hierro, Cadmio, Plomo, Cromo)	125 ml	Plástico de preferencia nuevo o lavado con ácido nítrico al 10%	HNO ₃ libre de trazas de metales/temperatura ambiente	Enjaguar el envase plástico dos veces con el agua que se va a ser recolectada, llenar el envase, añadir 0,5 ml (10 gotas) de ácido nítrico libre de trazas de metales hasta obtener un pH menos a 2, cerrar viene el envase.
Coliformes Totales y Fecales	200 ml	Plástico o vidrio (Esteril)	≤ 6°C	Recoger la muestra directamente en los envases esteriles, dejar un espacio de aire de medio centimetro, cerrar, colocar en funda con cierre, mantener en refrigeración con hielos hasta que llegue al laboratorio.

Fuente: LANCAS INAMHI, (2018)

8.5. Adecuación de un medio controlado para la instalación del sistema

En las instalaciones de los laboratorios CAREN se construyó una infraestructura, que proporcione un ambiente de temperatura controlada para el desarrollo de las especies vegetativas, este fue construido con vigas de madera y cubierto totalmente con plástico reciclado (Fig. 8).



Figura 8: Adecuación del medio controlado
Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018).

8.6. Construcción de la matriz flotante

8.6.1. Selección de materiales

La matriz flotante se construyó con materiales reciclables y de bajo impacto ambiental, el marco está constituido por tubos y codos PVC de 2,5 pulgadas, pegamento de tubo, malla de poli cloruro de vinilo de 1.5cm de abertura, y correas de PVC. Estos materiales han sido seleccionados por su durabilidad y disponibilidad en el medio.

8.6.2. Ensamblado de la matriz flotante

Los procesos se deben repetir de acuerdo al número de matrices que se vayan a construir, para el objeto de estudio se ha construido un total de tres y se describe el procedimiento para una sola matriz (Fig. 9).

- Se debe obtener 4 tubos de 30 cm de longitud y para las uniones se usan 4 codos 2,5 pulgadas.
- Se ensamblado y sello con pega de tubo y en las uniones exteriores se aplica una capa de silicón.
- Una vez que se haya secado se procede con la fijación de la malla de soporte que debe medir 42cm en todos sus extremos.
- Finalmente se utiliza 12 correas de PVC para asegurar la malla al marco y se retira los excesos de materiales que sobresalgan de la matriz.
- La matriz flotante tiene un área de 0,60 m² y un perímetro 1 m.

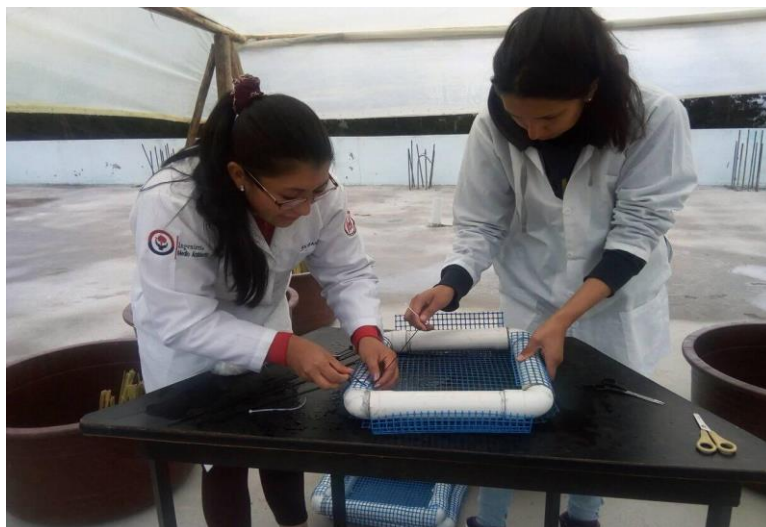


Figura 9: Ensamblado de la matriz flotante.
Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018).

8.7. Implementación de sustrato

8.7.1. Elaboración de sustrato

El sustrato fue compuesto por fibra de coco y pumina, la primera se obtiene de las cascara de coco y la segunda de las riveras de los ríos.

La fibra de coco requiere de un proceso de elaboración específico y materiales (Tabla 5) que se detallan a continuación:

- La fibra se extrae de manera manual de la corteza del coco, la fibra debe quedar a manera de hilios.
- El lavado se lo realiza con abundante agua, incorporando sal de manera progresiva con la finalidad de eliminar los aminoácidos de la fibra y se vuelve a lavar hasta eliminar el exceso de sal.
- Finalmente se seca la fibra en la estufa durante 2 horas a una temperatura de 120°C.

Tabla 5: Materiales para la elaboración del sustrato

SUSTRATO	MATERIALES
Fibra de coco	Agua Bandeja de aluminio Estufa binder 3 kg de fibra de coco
Rocas pumita	Mortero y pistilo

Fuente: Castillo Y. y Aguiar B, (2018)

8.7.2. Aplicaciones del sustrato en el sistema

El sustrato combinado en la matriz flotante es dispuesto en función de la morfología de las especies vegetativas.

Tabla 6: Características del sustrato.

Sustrato	Función	Peso kg/ matriz flotante	Porcentaje %
Fibra de coco	Funciona como un aislante entre el agua y la planta lo que disminuye enfermedades y plagas	0,24	70
Rocas pumina	Otorgar fijación y sostén	0,20	30

Fuente: Castillo Y. y Aguiar B, (2018)

8.8. Adecuación del cuerpo hídrico

Para alojar estas aguas y a la estructura flotante dispusieron de 3 tinas con las siguientes características:

- Capacidad de 120 litros, cabe mencionar que en la investigación se manejó un volumen de 115 litros de agua procedente del canal del río Cutuchi.
- Las medidas de las paredes y fondo son de 50 cm en todos sus lados

Tabla 7: Función del sistema aireador.

SISTEMA	ESTRUCTURA	FINALIDAD
Bomba de Aire Oxigenador Compresor 5w	La bomba de aire funciona con energía eléctrica, este posee dos salidas y se han adaptado tres válvulas que distribuyen el oxígeno a través de mangueras que llegan al interior de cada pecera, en ese lugar se acopla un difusor que distribuye de manera homogénea el oxígeno.	Proporcionar dinamismo al cuerpo hídrico. Emular las condiciones de entradas y salidas de un reservorio.

Fuente: Castillo Y. y Aguiar B, (2018)

8.9. Adaptación de las especies vegetativas al Sistema.

La vegetación fue constituida por rizomas de achira recolectadas en un cultivo de destinado a la obtención de almidón, este cultivo está ubicado en la provincia de Tungurahua, cantón Patate específicamente a las riveras de un cuerpo de agua dulce destinado al riego de dichos cultivos (Tabla 8).

Tabla 8: Coordenadas de procedencia.

Coordenadas UTM WGS- 84-Z17S		
X	Y	Altitud
760592	9848176	2565 m

Fuente: Castillo Y. y Aguiar B, (2018)

Las plantas fueron trasladadas de manera directa al sistema donde se seleccionó los rizomas y cornos con 2cm a 10cm de altura, dentro de cada isla fueron sembradas 12 especímenes de forma paralela (Ver Fig.10 a-b), colocando la fibra de coco de manera que cubra los cornos manteniendo la humedad para ayudar a la germinación y desarrollo de los mismos.

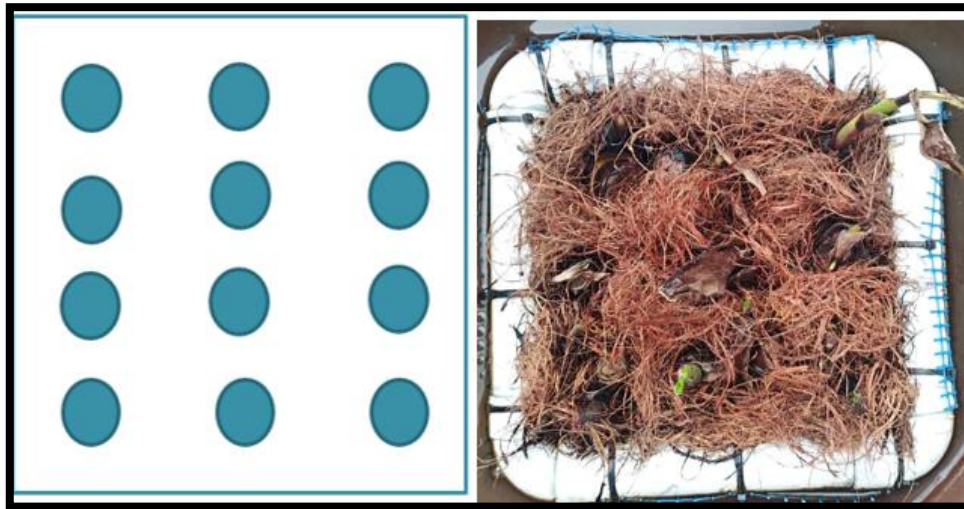


Figura 10: a) Esquema, b) Isla terminada
Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018).

Una vez constituido las estructuras flotantes con las especies vegetativas, fueron instaladas en las tinas junto con el sistema de oxigenación, el periodo de adaptación fue de 10 días, y a partir de ahí se inició con el primer análisis.

- Para adaptación de la planta se añadió macronutrientes en el agua para simular las condiciones del suelo; los cuales son: Nitrato (NO_3) 153,5mg/l y Fosfato (PO_4) 116, 17mg/l y 10 gr ácido giberélico Fito hormona de crecimiento.

8.10. Evaluación del crecimiento de la planta

Para evaluar el desarrollo de las especies vegetativas en estudio, se realizó mediciones de las hojas de tres de cada isla, seleccionadas al azar. Las mediciones iniciaron el 07 de septiembre del 2018 y por consiguiente se tomó mediciones cada mes, mismas que terminaron el 15 de enero del 2019.

8.11. Análisis de coliformes fecales en laboratorios IMAM

Para el análisis de coliformes fecales, se empleó el medio de cultivo Macconkey (DIFCO), el cual permite el aislamiento y diferenciación de bacilos Gram negativos de la familia Enterobacteraceae.

Para la toma de muestras se utilizaron tubos Eppendorf estériles de 2,5 ml. En cada muestra se tomó un volumen equivalente a 2 ml. Los tubos fueron sumergidos dentro de la tina para evitar contaminación del material estéril y alteración de los resultados por falsos positivos (Ver Fig. 11).



Figura 11: a) Toma de muestras en tubos Eppendorf. **b)** Etiquetado de muestras.
Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018).

Las muestras de agua recolectadas fueron luego sembradas en las cajas Petri en el medio de cultivo preparado (Agar Macconkey) con ayuda de un asa de Drigalski, y posteriormente incubadas a 37°C por 48 h. La identificación se realizó según los criterios de la hoja técnica del agar Macconkey utilizando parámetros como fermentación de la lactosa presente en el sustrato, morfología de las colonias y formación de precipitados biliares (Fig. 12).



Figura 12: a) Siembra de muestras en cajas Petri con medio de cultivo (Agar Macconkey), **b)** Incubación
Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018).

Las muestras se tomaron por duplicado para cada tratamiento con intervalos de 15 días desde el establecimiento del experimento.

Tabla 9: Codificación para la identificación de muestras.

TRATAMIENTO	IDENTIFICACIÓN	MUESTRA	CÓDIGO
A1	achira tina 1	A/B	A1A / A1B
A2	achira tina 2	A/B	A1A / A1B
A3	achira tina 3	A/B	A1A / A1B

Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018).

Para la interpretación de resultados y la diferenciación de las colonias obtenidas en las diferentes muestras se consideraron los siguientes parámetros:

Tabla 10: Parámetros para diferenciación de colonias.

PARÁMETRO	INTERPRETACIÓN
Crecimiento	Si / No
Fermentación de la lactosa	Positivo / Negativo
Morfología de la colonia	Color de la colonia
	Forma de la colonia
	Presencia de Halo de precipitación biliar

Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018).

Adicionalmente se enviaron por separado muestras de cada tratamiento a un laboratorio certificado (LANCAS INAMHI) con la finalidad de validar los resultados obtenidos, a través del conteo de colonias aplicando la técnica del número más probable (NMP/100ml).

8.12. Determinación del porcentaje de remoción

Para determinar la eficiencia del sistema de islas flotantes con las especies en estudio, se analizan los datos y resultados de las concentraciones de nitratos, fosfatos y cromo obtenidos en cada pecera, aplicando la siguiente ecuación del porcentaje de remoción.

$$\%R_N = \left(\frac{C_0 - C_1}{C_0} \right) * 100\%$$

En donde:

$\%R_N$ = El porcentaje de remoción del contaminante.

C_0 = El valor de concentración del parámetro inicial.

C_1 = El valor de concentración del parámetro final.

9. ANALISIS DE RESULTADOS

El presente análisis de resultados tiene por objeto dar a conocer de forma detallada los resultados que se obtuvieron durante el proceso de investigación.

Una vez concluida la construcción de la estructura del sistema se obtuvo una matriz flotante de un área de 0.09 m², para el desarrollo de la especie *C. indica*, en una tina de 115 litros. El sustrato de fibra de coco y pumina es adecuado para el desarrollo de las especies ya que actúa como medio aislante y soporte.

9.1.Desarrollo de *C. indica*

La etapa de adaptación de *C. indica* fue de 43 días desde el 27/07/18, hasta el 07/09/18, en este periodo los rizomas de *C. indica* alcanzaron una altura promedio de 22,2 cm. El periodo 26/10/18 hasta el 22/11/18 constituyo la etapa de desarrollo, se observó que los rizomas tuvieron un promedio de crecimiento de 3.5 cm (Fig 13).

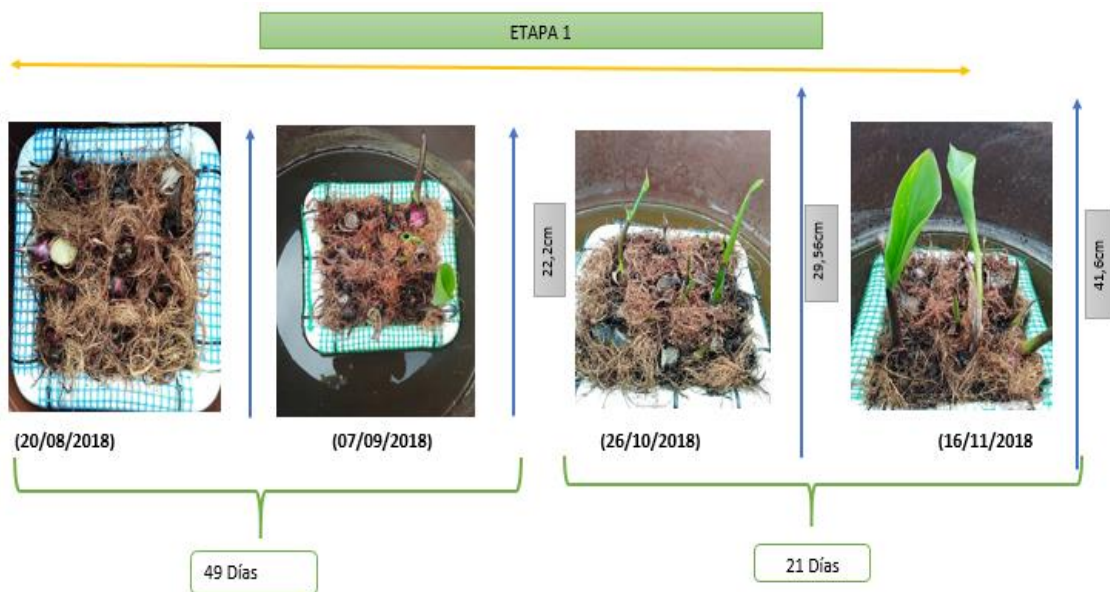


Figura 13: Etapa 1 de crecimiento de la planta, adaptación e inicio etapa 2
Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018).

Desde la fecha de implementación de condiciones controladas en el sistema 17/11/18 hasta el 15/01/19 se observó la formación de yemas secundarias y secado de tallos más viejos, además se determinó que en este periodo de 60 días las plantas tuvieron un crecimiento promedio de 6.8 cm (Fig 14).

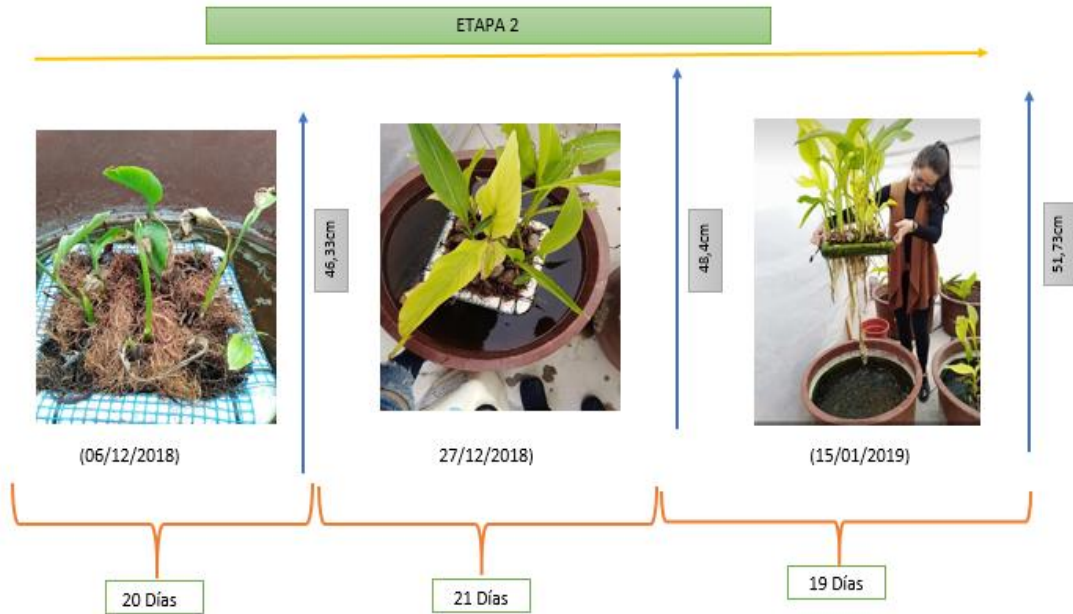


Figura 14: Etapa 2 desarrollo en condiciones controladas
Fuente: Aguiar B. Castillo Y., (2018).

9.2. Desarrollo de la raíz *C. indica*

Desde el periodo 20/08/18 hasta el 07/09/18 que pertenece a la etapa de adaptación, el crecimiento de las raíces *C. indica* fue de 28 cm. (Fig.13) bajo condiciones controladas se obtuvo un promedio de crecimiento de 16.5 cm por mes (26/10/2018 hasta 15/01/2019) alcanzando una longitud total de hasta 78cm (Fig 15).

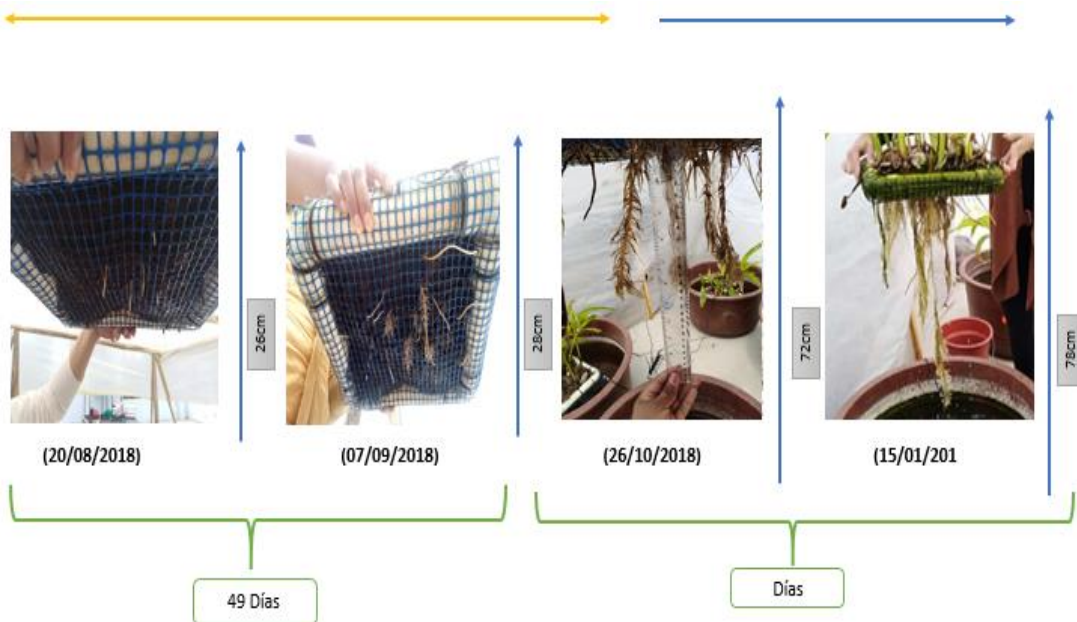


Figura 15: Desarrollo de las raíces *C. indica*
Fuente: Aguiar B & Castillo Y. (2019)

9.3.Resultados concentraciones iniciales

El cálculo del primer porcentaje de bioacumulacion de contaminantes del agua procedente del río Cutuchi fue realizado con los datos tomados de la fecha 21/11/2018 y observamos la inexistencia de concentraciones de Cromo (Cr) en el agua por lo que solo comparamos la adsorción de coliformes fecales con el sistema IFAs y los resultados sin el sistema IFAs (testigo).

La concentración inicial de coliformes fecales del río Cutuchi fue 170,000 NMP/100ml en la fecha (26/10/2018), en un periodo de 25 días con el sistema IFAs la concentración disminuyo a 7,8 NMP100ml en la fecha (21/11/2018) y, para la misma fecha para el tratamiento sin el sistema (testigo) se observó una concentración menor de 2,0 NMP/100ml. Como se observa en la siguiente (Fig. 16).

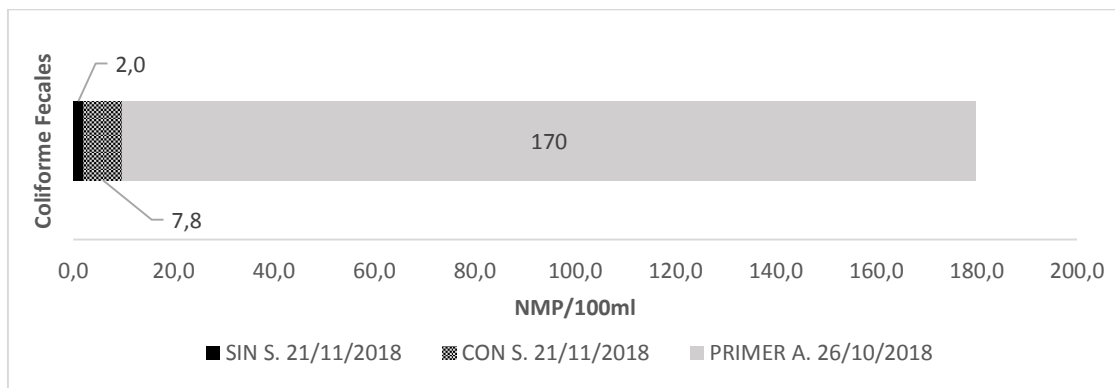


Figura 16: Concentraciones de coliformes fecales

Elaborado por: Aguiar B & Castillo Y. (2019)

9.3.1. Porcentaje de adsorción

El porcentaje de adsorción de Coliformes fecales fue de 95,41% para el tratamiento con sistema. Mientras que en el tratamiento (testigo) presento un porcentaje de 98,82% de disminución de Coliformes fecales (21/11/2018) (Fig. 17).

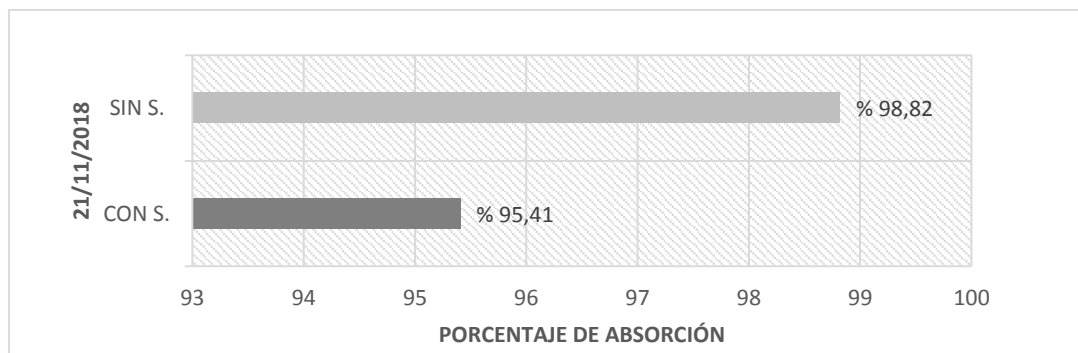


Figura 17: Porcentajes con sistema y sin sistema IFAs

SIN S.= Sin sistema de isla flotante y **CON S.=** con un sistema de isla

Elaborado por: Aguiar B & Castillo Y. (2019)

9.4. Resultados en condiciones controladas.

La concentración inicial de coliformes fecales en condiciones controladas fue 203,33 NMP/100ml (27/11/18). En un período de 20 días la concentración disminuyó a 39,7 NMP/100ml (17/12/18). Posteriormente el siguiente periodo de 29 días se presentó una reducción a 2,70 NMP/ml (15/01/19) (Fig 18).

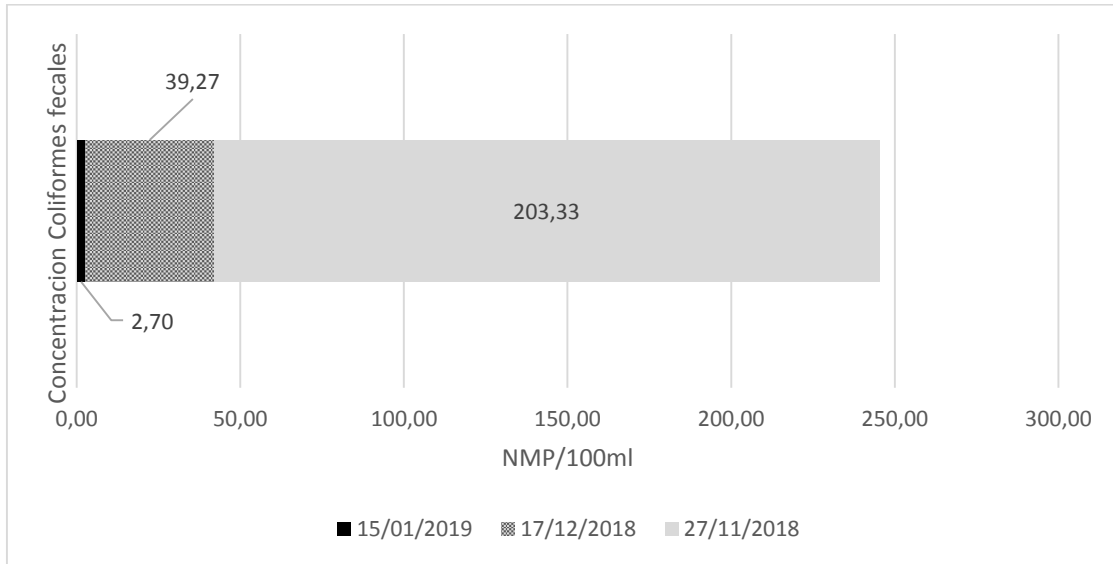


Figura 18: Adsorción de Coliformes fecales en condiciones controladas
Elaborado por: Aguiar B & Castillo Y. (2019)

La concentración inicial de cromo en el agua del río Cutuchi en condiciones controladas fue 13,83 mg/L (27/11/18). En un período de 20 días la concentración disminuyó a 0,276 mg/L (17/12/18). Posteriormente el siguiente periodo de 29 días se presentó una reducción a 0,03 mg/L (15/01/19) (Fig. 19).

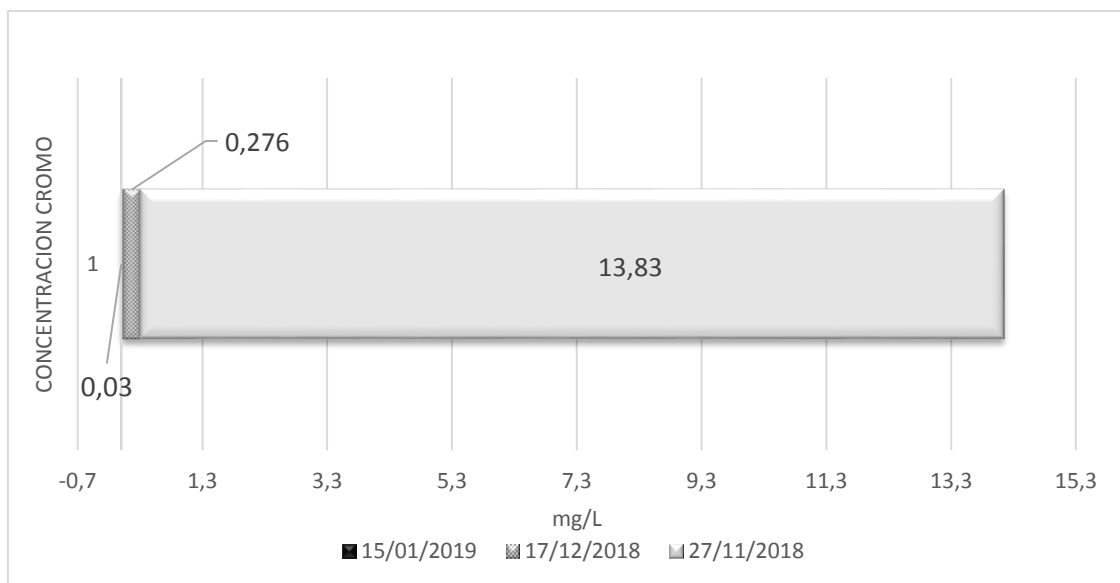


Figura 19: Bioacumulación de cromo en condiciones controladas
Elaborado por: Aguiar B & Castillo Y. (2019)

El porcentaje general de remoción (absorción y bioacumulación) en condiciones controladas fue de cromo 98,88% y 89,68% de coliformes fecales (Fig 20).

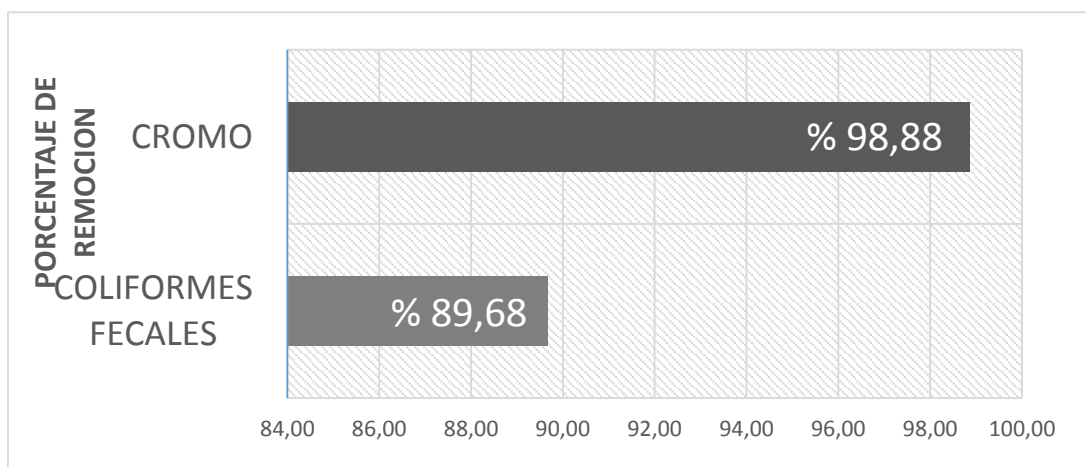


Figura 20: Adsorción de Coliformes fecales en condiciones controladas
Elaborado por: Aguiar B & Castillo Y. (2019)

9.5. Identificación probable de coliformes fecales

Las siembras de muestras de agua del 30/11/18 demostraron una identificación probable de bacterias *Escherichia sp.*, *Klebsiella sp.*, *Salmonella sp.*, *Shigella sp.*, en la mayoría de las muestras (Tabla 9). Para el siguiente período 14/12/18 los resultados de identificación más probable son negativos en todas las siembras.

Tabla 11: Colonias identificadas en agar.

LOTE ACHIRA	IDENTIFICACIÓN PROBABLE
A1A	E. coli, Enterobacter, Klebsiella, Salmonella, Shigella.
A1B	E. coli, Enterobacter, Klebsiella, Salmonela, Shigella.
A2A	E. coli, Enterobacter, Klebsiella, Salmonela, Shigella.
A2B	E.coli/ Enterobacterias, Klebsiella
A3A	Proteus mirabilis, Salmonella Typhimurium, Enterobacter.
A3B	E. coli

Elaborado por: Aguiar B & Castillo Y. (2019)

9.6. Discusión de resultados

9.6.1. Estructura IFA, matriz flotante y sustrato.

La matriz flotante constituida por tubería de PVC con la respectiva malla de soporte formando un área de 0,09 m² y un perímetro 1 m. El lecho de cultivo constituido por fibra de coco y pumina en el cual se desarrollaron de manera satisfactoria las plantas de *C. indica* (Martínez P & López C, 2018).

9.6.2. Desarrollo de *Canna indica*

El desarrollo de la planta se realizó mediante la medición de la parte aérea desde el cuello de la raíz y tomando en cuenta la hoja más representativa (Sandoval L, 2016). El promedio de crecimiento en altura de *Canna indica* fue de 51,7 cm y el crecimiento de la raíz llegó a alcanzar hasta 78 cm.

9.6.3. Presencia de coliformes fecales

Las siembras de muestras de agua del 30/11/18 demostraron una identificación probable de bacterias *Escherichia sp.*, *Klebsiella sp.*, *Salmonella sp.*, *Shigella sp.* Para el siguiente período 14/12/18 se evidencia el efecto de las plantas sobre las concentraciones de coliformes

9.6.4. Eficiencia de remoción de coliformes fecales y cromo en IFA

Con respecto a la Figura 14 – 15, se pudo observar que *C. indica* en su etapa de crecimiento (Etapa 2) presentó un porcentaje de adsorción de 98.82 %, ya que las bacterias aprovechan la disponibilidad de nutrientes y mantienen su población estable. Sin embargo en las condiciones controladas al implementar el sistema los nutrientes son aprovechados por la planta y las bacterias de su biopelícula, de tal manera que disminuye la población bacteriana de coliformes fecales.

Con respecto a la Figura 17 – 18, en base a las condiciones controladas se pudo observar que *C. indica* en su etapa de crecimiento (Etapa 2) presentó una mayor bioacumulación de cromo debido a la presencia de bacterias y hongos en la biopelícula de la raíz lo cual representa mayor eficiencia en la captura del metal pesado (Xiao et al., 2010) con un promedio de remoción del 98.88 %. También se refleja que al implementar el sistema en condiciones controladas la concentración de coliformes fecales se ve reducida por la competencia de nutrientes entre planta y bacterias. (Bullo D., s. f.)

9.6.5. Islas flotantes artificiales como alternativa eco tecnológica

Una vez concluida la evaluación se puede proponer que el sistema IFAs constituye una alternativa para mejorar la calidad de agua en la remoción de coliformes y cromo. Este sistema se puede replicar en la provincia de Cotopaxi en aguas con descargas de alcantarilla (coliformes fecales), además de industrias de curtiembres (cromo) debido a su bajo costo de implementación y eficiencia de remoción. Estas descargas de aguas

residuales son tratadas parcialmente con métodos convencionales y por otro lado las descargas de alcantarilla representan un costo de tratamiento muy elevado.

10.CONCLUSIONES

- El diseño de isla flotante propuesto con tubos PVC resulta efectivo y funcional como soporte flotante en cuerpos reservorios o lagos, además proporciona un medio de crecimiento idóneo para el Achira (*C. indica*) junto con la fibra de coco y pumina, el promedio de crecimiento fue menor a comparación de su medio natural debido a la Fitoacumulación de cromo y al ingreso de la planta a su etapa de dormancia.
- Se determinó que el sistema IFAs con *C. indica* en un periodo de cuatro meses presenta los siguientes porcentajes de adsorción en Coliformes fecales 89.68 % y bioacumulación en Cromo 98.88 %, demostrando ser un sistema eficiente para la depuración de cuerpos hídricos y por consecuencia mejorar su calidad de agua.
- Este sistema de tratamiento puede ser aplicado para mejorar la calidad de agua de reservorios destinados a riego de cultivos ya que, al ser un sistema innovador, eco tecnológico y de bajo presupuesto de implementación resulta ser de mayor acceso para agricultores que no pueden costear un tratamiento convencional.

11.RECOMENDACIONES

- La matriz flotante diseñada presentó excelentes características de resistencia, durabilidad y flotabilidad siendo posible su aplicación para el desarrollo de otras especies vegetativas.
- Los muestreos se pueden realizar con mayor frecuencia y de acuerdo a los protocolos establecidos, para obtener mayor precisión en la evaluación de resultados.
- Antes de su aplicación es importante conocer el volumen a tratar y la calidad de agua y de acuerdo a estos parámetros seleccionar la especie apta para el sistema

12.BIBLIOGRAFIA

- Aziz, H. A., Adlan, M. N., & Ariffin, K. S. (2008). Heavy metals (Cd, Pb, Zn, Ni, Cu and Cr(III)) removal from water in Malaysia: Post treatment by high quality limestone. *Bioresource Technology*, 99(6), 1578-1583.
- Bullo D. (s. f.). MICROORGANISMOS Y METALES PESADOS. Recuperado febrero 27, 2019, a partir de <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/Actualizaciones/metales/metales.htm>
- Cenzano. (1997). *Desarrollo de un Alimento Complementario con Camote para Niños de 6 meses a 3 años*. International Potato Center.
- Global Colibri Engineering and Consulting. (2016). “Islas Flotantes Colibrí. Depuración de aguas residuales,”. Recuperado febrero 18, 2019, a partir de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/101605/D-CD102666.pdf>
- GRIN. (2019). Germplasm Resources Information Network. *GRIN National Genetic Resources Program*. Recuperado febrero 20, 2019, a partir de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:https://www.ars-grin.gov/>
- Jian-feng, Z, Gu-yuan, L, Xiao-yi, X, Jia, C, & Wei-qun, S. (2003). Canna indica and Acorus calamus Ecological Floating Beds for Purification of Micro-polluted Source Water-- 《China Water & Wastewater》 2010年03期. Recuperado febrero 18, 2019, a partir de http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-GSPS201003008.htm
- Kamble, R., & Patil, D. (2012). Artificial Floating Island: Solution to River Water Pollution in India. Case Study: Rivers in Pune City, 5.
- Leal M. (2013). 4 Tecnologías convencionales de tratamiento de agua y sus limitaciones, 10.

- MAE, & Gutierrez C. (2013, agosto 9). MAE ejecuta Plan de Descontaminación del Río Cutuchi. *Ministerio del Ambiente*. Recuperado febrero 11, 2019, a partir de <http://www.ambiente.gob.ec/mae-ejecuta-plan-de-descontaminacion-del-rio-cutuchi/>
- Marin, R. (2012). PROCESOS FISICOQUÍMICOS EN DEPURACIÓN DE AGUAS, 18.
- Martínez P, L., & López C, C. (2018). Islas flotantes como estrategia para el establecimiento de plantas acuáticas en el Jardín Botánico de Bogotá. *Gestión y Ambiente*, 21(1), 110-120.
- OMS. (2017). OMS | Monitoreo de la calidad del agua: una guía práctica para diseñar e implementar estudios y programas de monitoreo de la calidad de aguas dulces. Recuperado febrero 17, 2019, a partir de https://www.who.int/water_sanitation_health/resources/wqmonitor/es/
- Perdomo A., Rodríguez D., & Sandoval I. (2015). Tratamientos para la Remoción de Metales Pesados Comúnmente Presentes en Aguas Residuales Industriales. Una Revisión. *Ingeniería y Región*, 13(1), 73.
- Pozo C., & Velastegui J. (2012). FITORREMEDIACIÓN DE LAS AGUAS DEL CANAL DE RIEGO LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO MEDIANTE HUMEDALES VEGETALES A NIVEL DE PROTOTIPO DE CAMPO. SALCEDO– COTOPAXI. Recuperado febrero 17, 2019, a partir de <https://www.buscagro.com/biblioteca/Ramiro-Velastegui/Fitorremediacion-de-agua-mediante-humedales.pdf>
- Prieto Méndez, J., González Ramírez, C. A., Román Gutiérrez, A. D., & Prieto García, F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1).

- Recuperado agosto 8, 2018, a partir de
<http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=93911243003>
- Quezada R. (2012). Remediación natural para completar la depuración del cromo (VI) en efluentes de curtiembres, 6.
- Quezada, R, Varela, E., & Rosa, M. A. (2012). *Remediación natural para completar la depuración del cromo (VI) en efluentes de curtiembres*. Universidad Tecnológica Nacional.
- Quishpe A. (2010). Tratamiento de efluentes líquidos de la industria de curtido mediante precipitación química, adsorción con carbón activado y rizofiltración, 31, 117-122.
- Rzedowski C.G. (1998). FLORA DEL BAJÍO Y DE REGIONES ADYACENTES, 64, 2-6.
- Sanchez S. (2015). Efecto de los metales pesados sobre la incidencia de cancer de mama en la provincia de Tungurahua. Universidad Tecnica de Ambato.
- Sandoval L. (2016). *CULTIVO DE ACHIRA*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Molina. Recuperado febrero 20, 2019, a partir de
<https://es.scribd.com/document/366446047/ACHIRA>
- Tapia V., Benjamín V., Vásquez Q., & Augusto C. (2013). *Propuesta de un Plan de Manejo de la microcuenca del Río Cutuchi*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Tuiquinga J. (2017). "*UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE Canna edulis (ACHIRA) EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES EN LA ETAPA DE GESTACIÓN- LACTANCIA*". ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba. Recuperado febrero 20, 2019, a partir de
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7754/1/17T1492.pdf>

Vallejo, W. (2010). PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EMPRESARIAL, 179.

Vásquez R., & Yáñez E. (2015). *CARATERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LOS EFLUENTES DE AGUA AL RÍO CUTUCHI EN EL SECTOR LASSO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO 2015. LATACUNGA* (TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS EN MEDIO AMBIENTE). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga -ECUADOR. Recuperado a partir de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2768/1/T-UTC-00305.pdf>

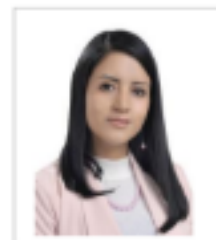
Wang, L. K. (Ed.). (2010). *Environmental bioengineering*. Handbook of environmental engineering. New York, N.Y: Humana Press.

Xiao, H., Cheng, S., & Wu, Z. (2010). Microbial community variation in phytoremediation of triazophos by *Canna indica* Linn. in a hydroponic system. *Journal of Environmental Sciences*, 22(8), 1225-1231.

13.ANEXOS

Anexo 1: curriculum vitae Tutora

MERCY LUCILA ILBAY YUPA



1. DATOS PERSONALES

Apellidos: ILBAY YUPA	C.I.: 0604147900
Nombres: MERCY LUCILA	RUC. 0604147900001
Fecha de nacimiento: 30 de octubre de 1983	Lugar: Archidona
Dirección domiciliaria: Hermanas Páez y Quijano y Ordoñez	Ciudad: Latacunga
E-mail: merckyu@hotmail.com	Celular: 0987533861

2. FORMACIÓN ACADÉMICA

Nº	Títulos de Pregrado	Universidad	País	Año
1	ING. AGRÓNOMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ECUADOR	2011
2	ASESORA EN EL MANEJO DE PARAMOS Y ZONAS DE ALTURA	CONSORCIO CAMAREN	ECUADOR	2012

Nº	Títulos de Posgrado	Universidad	País	Año
1	MAGISTER EN RIEGO Y DRENAJE	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	ECUADOR	2015
2	DOCTORIS PHILOSOPHI EN RECURSOS HÍDRICOS	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	Presente fecha

3. CURSOS Y SEMINARIOS RECIBIDOS

Nº	NOMBRE	INSTITUCIÓN	PAÍS	Año
1	Planificación y Evaluación Educativa	Universidad Técnica De Ambato	ECUADOR	2018
2	Regionalización Hidrológica basada en los L-MOMENTOS	Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	PERÚ	2017
3	Como publicar un artículo exitoso en revistas internacionales	UNALM-WILEY	PERÚ	2016
4	Planificación Estratégica en Sistemas de Abastecimiento	Centro de Formación-Santa Cruz de Bolivia (AECID)	BOLIVIA	2016
5	Gestión en Cuencas Hidrográficas	Ministerio del Ambiente-JICA	PANAMÁ	2016
6	Diseño y Sistemas de Riego por Aspersión con GESTAR V. 2014	Universidad Nacional Agraria La Molina	PERÚ	2016
7	Ordenamiento Territorial ante el cambio climático	Universidad Nacional Agraria La Molina	PERÚ	2015
8	Variabilidad Climática y sus Impactos en la Hidrología	Universidad Nacional Agraria La Molina	PERÚ	2015
9	Ingeniería y Gestión del Agua para la Generación de Empleo	Universidad Nacional Agraria La Molina	PERÚ	2015
10	Introducción a la Meteorología y a la Climatología con Énfasis en la Agro meteorología	ESPOCH	ECUADOR	2014

11	Sistemas de Información Geográfica	ESPOCH	ECUADOR	2014
----	------------------------------------	--------	---------	------

4. EXPERIENCIA

4.1 Profesional

N°	EMPRESA-INSTITUCIÓN	POSICIÓN	DE MES-AÑO	A MES-AÑO
1	MAGAP-DZ2RD	Analista de Riego y drenaje	11/2016	05/2017
2	SENAGUA	Analista de Estudios y Proyectos de Riego y Drenaje	3/2015	08/2015
3	GOBIERNO AUTÓNOMO DE LA PROVINCIA CHIMBORAZO	Técnica especialista de Riego-Hidrología	04/2011	12/2013
4	INIAP/Programa Nacional de Fruticultura	Técnica Agropecuaria	03/2010	02/2011

4.2 Docente

N°	CURSOS - MATERIAS	INSTITUCIÓN	DE MES-AÑO	A MES-AÑO
1	Hidrología Manejo de Integrado de Recursos Hídricos Riego y drenaje Hidráulica	UTC-CAREM- Ingeniería de Medio Ambiente y Agronómica	Junio 2017	Presente fecha
2	Riego y drenaje Diseño de Sistemas de Riego Prácticas agrícolas	ESPOCH-FRN-Ingeniería Agronómica	Marzo 2014	Febrero 2015
3	Ayudante de cátedra de Genética y fitomejoramiento	ESPOCH-FRN-Ingeniería Agronómica	Marzo 2009	Agosto 2009
4	Ayudante de cátedra de Fisiología general	ESPOCH-FRN-Ingeniería Agronómica	Marzo 2008	Agosto 2008

4.4 Ponente

N°	CURSO- SEMINARIO	ENTIDADES	DE MES-AÑO	A MES-AÑO
1	I Congreso Internacional de Investigación Científica	Universidad Técnica de Cotopaxi	22-11-2017	24-11-2017
2	V Congreso REDU 2017	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado _Universidad de Cuenca	05-10-2017	06-10-2017
3	Convención Científica Internacional de la UTM 2017	Universidad Técnica de Manabí (aceptado)	18-10-2017	20-10-2017
4	I Congreso Internacional de Agricultura Sustentable	UTC-Coordinación de Educación Continua	24-05-2017	26-05-2017
5	IV Congreso REDU (2016)	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado (ESPE)	01-12-2016	02-12-2016

6	XV Reunión Binacional Uruguay-Argentina de Agrometeorología	Asociación Argentina de Agrometeorología	01-10-2014	03-10-2014
---	-------------------------------------------------------------	------------------------------------------	------------	------------

4.5 Investigación

No.	TIPO DE EXPERIENCIA	PROGRAMA	PAIS	DURACIÓN
1	Regionalización de sequias en el Ecuador	Universidad Agraria La Molina-Perú	Perú-Ecuador	2016-2017
2	Impactos del cambio climático en la Hidrología de la cuenca del Río Ramis, Puno-Perú	Universidad Agraria La Molina-Perú	Perú	2015-2016
3	Efectos del riego deficitario en el rendimiento y eficiencia del uso del agua en el cultivo de papa bajo varios regímenes riego de alta frecuencia	Universidad Agraria del Ecuador	Ecuador	2014-2015
4	Implementación del control Biológico para mejorar la calidad de vida de los pequeños agricultores de los Andes ecuatorianos	INIAP-MAGAP-AgResearch-Nueva Zelanda	Ecuador-Nueva Zelanda	2011-2013

4.6 Consultoría en general

No.	NOMBRE DEL PROYECTO	INSTITUCIÓN	AÑO
1	Estudio de la calidad de agua y diseño del sistema de filtrado para la "Construcción del sistema de riego por aspersión"	Directorio de Agua de Regadio "Tiliche - San José"	2017
2	"Estudio de factibilidad del sistema de riego del directorio de aguas de la comunidad la Moya - parroquia Guasuntos- cantón Alausí- provincia de Chimborazo"	GAD de Chimborazo	2016
3	Producción y Comercialización Sana, Justa y sustentable para el Sistema de Riego Chambo-Guano	Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Chambo-Guano- Chimborazo	2012
4	Economía agraria con la capacitación especializada en análisis de rentabilidad agropecuaria	H. Gobierno Provincial de Tungurahua	2012

5. PUBLICACIONES

No.	TÍTULO	EDITORIAL	E-ISSN
1	Artículo: "Estimación de datos faltantes de precipitación en la Subcuenca del Río Patate"	Revista Bases de la Ciencia	e-ISSN 2588-0764
2	Libro: "Memorias científicas del Congreso Internacional de Agricultura Sustentable"	Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador	978-9942-759-01-6

6. IDIOMAS

No.	IDIOMA	HABLADO %	ESCRITO %	COMPRESIÓN %
1	Español	100	100	100
2	Portugués	50	60	80
3	Inglés	50	50	50

7. INFORMACIÓN ADICIONAL QUE CONSIDERE ÚTIL

OEA, becada para estudios de Doctorado
JICA-MIAMBIENTE, Beca para un curso en Panamá
AECID, Beca para un curso en Bolivia
ESPOCH, Beca para estudios de tercer nivel (Ingeniería)
Universidad, Mejor egresada y 2° Mejor Graduada del año ESPOCH –FRN-EIA
Colegio, Abanderada de la Provincia ITES "RIOBAMBA"

Anexo 1: curriculum vitae

Belén Aguiar

22 años

AV. Juan Benigno Vela y Antonio Clavijo, Pelileo,
Ecuador.

CARRERA DE INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE



DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Apellidos	Aguiar Terán
Nombres	María Belén
Fecha De Nacimiento	25 de marzo de 1996
Cédula De Identidad	180503742-9
Estado Civil	Soltera
Nacionalidad	Ecuatoriana
Dirección Domiciliaria	Av. Juan Benigno Vela Y Antonio Clavijo
Teléfono	0999724973 - 0998166249
Email	flakitaguia@gmail.com

ESTUDIOS

2007	Educación Básica
<i>Patate-Tungurahua</i>	Escuela Fiscal Básica «Benjamín Araujo»
2013	Técnico En Agropecuaria Especialidad: Conservería
<i>Patate-Tungurahua</i>	Colegio «Benjamín Araujo»
Actual	9no Semestre de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente
<i>Latacunga-Cotopaxi</i>	Universidad Técnica de Cotopaxi

Idiomas:	Español: Natal
	Ingles: Nivel B1

REFERENCIAS PERSONALES

LCDA. VERONICA REVILLA

(Ambato-Ecuador)

DOCENTE DEL CDI SEMILLITAS GREGORIANAS

Teléfono: 0999884864

LCDO. ALEXIS PRIAS

(Pelileo- Ecuador)

DOCENTE DE LA UNIDAD EDUCATIVA JOSÉ IGNACIO ORDOÑEZ

Teléfono: 0998166249

E-mail: alxsprias10@gmail.com

CURSOS REALIZADOS

Noviembre 2013

FRONTERAS UNIDAS

Latacunga, Ecuador

~PALESTRA VERTOAL de tema "LAS

HORMONAS, LA SINAPISIS Y LAS CARGAS ELECTICAS DEL

CEREBRO FRENTE A LA CONDUCTA HUMANA DEL SIGLO XXI"~

Febrero 2017

Latacunga, Ecuador

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

COGRESO INTERNACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y

RECURSOS NATURALES

Octubre 2017

Latacunga, Ecuador

FUNDACION HEIFER ECUADOR

~Fundamento de Subsistencia Paramos II: Creación de

Capacidades Locales para la Gestion Sustentable de Tierras Altas Como Aporte a la Protección

Climática y la Adaptación al Cambio Climático.

Abril 2018

Latacunga, Ecuador

GAD PROVINCIAL DE COTOPAXI

~Seminario Nacional Ambiental~

Marzo 2018

Latacunga, Ecuador

UNIVERSIDAD TENICA DE COTOPAXI

~Los Recursos Hídricos en la provincia de Cotopaxi~

Anexo 3: Curriculum Vitae

DATOS PERSONALES

Apellidos Castillo Torres
Nombres Yoselin Alejandra
Fecha de Nacimiento 28 de septiembre de 1992
Cédula De Identidad 110367949-2
Estado Civil Soltera
Nacionalidad Ecuatoriana
Dirección Domiciliaria Quito- Santa Bárbara baja pasaje del niño y Taisha
Teléfono 0990992743
Email cpeeyoselincastillo@hotmail.com
Tipo de sangre: O+



ESTUDIOS REALIZADOS

ESTUDIOS PRIMARIOS:

Escuela Fiscal de Niñas	Escuela Fiscal de Niñas Francia Quilanga- Loja- Ecuador
-------------------------	------------------------------------------------------------

ESTUDIOS SECUNDARIOS:

Institución Educativa:	Colegio Particular Unidad Educativa Rincón del Saber
Bachillerato de Especialidad:	Ciencias General

ESTUDIOS SUPERIORES:

Institución Educativa:	Universidad Técnica de Cotopaxi
Carrera	Ingeniería en Medio Ambiente

TITULOS OBTENIDOS

- TITULO DE BACHILLER: Ciencias General
- EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

IDIOMAS

- Español idioma natal.
- Suficiencia en el idioma de inglés en la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Curso de inglés intermedio en Estados Unidos Houston, Texas City, Texas en College of the Mainland.

PRACTICAS PRE-PROFESIONALES

- Gestión y manejo de desechos especiales en la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. en el Área de Gestión Ambiental cumpliendo un total de 640 Horas laborales.

TALLERES Y CURSOS

- **Noviembre 2017** **UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**
RED IBEROAMERICANA DE MEDIO AMBIENTE ECUADOR
CONVENTIONS ~Taller “Gestion de espacios protegidos: una alternativa hacia el desarrollo sostenible” ~
- **Noviembre 2017** **UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**
CASA DE LA CULTURA NUCLEO DE COTOPAXI RED
IBEROAMERICANA DE MEDIO AMBIENTE ECUADOR
CONVENTIONS ~III Seminario Cientifico Internacional de Cooperacion Universitaria para el Desarrollo Sostenible- Ecuador 2017~
- **Marzo 2018** **UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**
Latacunga, Ecuador ~Foro: Los Recursos Hídricos en la provincia de Cotopaxi~
- **Abril 2018** **GAD PROVINCIAL DE COTOPAXI**
Latacunga, Ecuador ~Seminario Nacional Ambiental.
- **Mayo 2018** **R & J SOLUCIONES AMBIENTALES**
Quito, Ecuador ~Curso: Manejo del SUIA~

Anexo 4: Datos de crecimiento de la planta tina 1. Planta 1, 2 y 3

MATRIZ FENOLÓGICA (ACHIRA)

TINA	FECHA	datos		
1	7/9/2018	20,5	25,1	10,5
1	21/9/2018	22,1	26,7	11,8
1	28/9/2018	23,2	27,8	12,7
1	26/10/2018	25	28,5	13,4
1	31/10/2018	26,6	29,2	14,6
1	9/11/2018	27,9	29,8	15,1
1	16/11/2018	28	30,4	15,9
1	22/11/2018	28,9	31	17
1	29/11/2018	29,5	31,6	19,3
1	6/12/2018	30,1	32,1	20,5
1	13/12/2018	30,8	33	21,2
1	20/12/2018	31,4	33,7	22,4
1	27/12/2018	32,3	34	24,7

Anexo 5: Datos de crecimiento de la planta tina 2. Planta 1, 2 y 3

MATRIZ FENOLÓGICA ACHIRA

TINA	FECHA	datos		
2	7/9/2018	10	30	35,5
2	21/9/2018	12,4	31,8	36,2
2	28/9/2018	15	33,2	37,5
2	26/10/2018	17,2	35,6	39
2	31/10/2018	21,4	37,1	41,9
2	9/11/2018	25,1	38	43,5
2	16/11/2018	28,9	39,3	44,9
2	22/11/2018	31,5	40,5	45,8
2	29/11/2018	32,1	41,2	46,7
2	6/12/2018	33	42,7	47,5
2	13/12/2018	33,5	43,2	48,2
2	20/12/2018	34,2	44,6	49,3
2	27/12/2018	35	45,4	50,5

Anexo 6: Datos de crecimiento de la planta tina 3. Planta 1, 2 y 3

MATRIZ FENOLÓGICA ACHIRA				
TINA	FECHA	Datos		
3	7/9/2018	21,5	20	25,1
3	21/9/2018	22,4	23,2	27,4
3	28/9/2018	24,3	26,4	30,1
3	26/10/2018	26,5	28,7	33,5
3	31/10/2018	28,5	32,1	37,3
3	9/11/2018	30,2	36,4	47,3
3	16/11/2018	31,1	40	53,6
3	22/11/2018	32	44,2	55
3	29/11/2018	33,2	47	56,2
3	6/12/2018	34	47,8	57,2
3	13/12/2018	34,6	48,5	57,9
3	20/12/2018	35,3	49,1	58,6
3	27/12/2018	35,9	50,3	59
3	4/1/2019	36,8	52	60,3
3	10/1/2019	37,6	52,7	61,5
3	15/1/2019	38,9	53,6	62,7

Anexo 7: Tabla de identificación de colonias

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI							
LOTE ACHIRA	CRECIMIENTO		COLONIAS OBSERVADAS	FERMENTACION LACTOSA		IDENTIFICACION PROBABLE	NMP/100mL
	SI (+)	NO (-)		SI (+)	NO (-)		
A1A	X		Colonias de color rosa, Colonias mucoidales, Colonia incoloras.	X		E. coli, Enterobacter, Klebsiella, Salmonella, Shigella.	
A1B	X		Colonias de color rosa, Colonias mucoidales, Colonia incoloras.	X		E. coli, Enterobacter, Klebsiella, Salmonela, Shigella.	
A2A	X		Colonias de color rosa, Colonias mucoidales, Colonia incoloras.	X		E. coli, Enterobacter, Klebsiella, Salmonela, Shigella.	
A2B	X		Colonias de color rosa, Colonias mucoidales.		X	E.coli/ Enterobacterias, Klebsiella	
A3A	X		Colonias incoloras color del medi entre anaranjado a ambar, Colonia incoloras a color beige. Colonias de color rosa,	X		Proteus mirabilis, Salmonella Typhimurium, Enterobacter.	
A3B	X		Colonias de color rosa rojo, Bilis		X	E. coli	

Anexos 8: Análisis de Laboratorio INAMHI LANCAS



INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 18-589
Pág. 1 de 3

USUARIO:	Universidad Técnica del Cotopaxi		OT:	18-141
PERSONA DE CONTACTO:	Jhonny Ortega	Email:	jhonny-134@hotmail.com	
TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	Jhonny Ortega	PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA:	NR	
DIRECCIÓN:	Latacunga	TELÉFONO:	0991359891	Fax: NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	26/10/2018	HORA:	16H40	
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS -Maquito N36-14 y Corea			
FECHA DE ANÁLISIS:	26/10/2018 a			
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	08/11/2018			

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código de Laboratorio:	M-18-589		
Identificación de la muestra:	Microcuenca del Río Cutuchi		
Lugar de toma de muestra:	Latacunga		
Toma de muestra	Fecha:	26/10/2018	
	Hora:	12H40	
Coordenadas:	x = 9895884 y = 765352		
Matriz:	Agua Natural		
Observaciones:	Nitritos, Fosfatos y Coliformes Fecales fuera del período de análisis		

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS.

NR: No Reporte


 Dr. Jheneth Cartagena
 Responsable de Laboratorio
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS
 LABORATORIO NACIONAL
 DE CALIDAD DE AGUA
 Y SEDIMENTOS - LANCAS

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 18-589
Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ ⁻ B	mg/L	1,60
Nitritos ⁽¹⁾	PE08	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₂ ⁻ B	mg/L	0,230 ^(a)
TPH	PE47	Standard Methods Ed 23, 2017. 5520 C y F	mg/L	0,43 ^(a)
Fosfatos ⁽¹⁾	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	1,971
Coliformes fecales ⁽¹⁾	PEM02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	1,7E+05
Plomo*	PE75	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,00
Cromo*	PE79	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,000

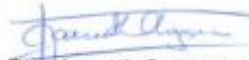
REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE

(1) Los resultados de ensayo podrían estar afectados por las condiciones de recepción de la muestra.



Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 18-689
Pág. 1 de 3

USUARIO:	Universidad Técnica del Cotopaxi		OT:	18-167
PERSONA DE CONTACTO:	Yoselin Castillo		Email:	cpeeyoselincastillo@hotmail.com
TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	Yoselin Castillo	PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA:	NR	
DIRECCIÓN:	Latacunga	TELÉFONO:	0990992743	Fax: NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	27/11/2018	HORA:	14H00	
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS -Inaquito N36-14 y Corea			
FECHA DE ANÁLISIS:	27/11/2018	a	03/12/2018	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	10/12/2018			

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:	
Código de Laboratorio:	M-18-689
Identificación de la muestra:	T
Lugar de toma de muestra:	Campus Salache
Toma de muestra	Fecha: 26/11/2018
	Hora: NR
Coordenadas:	NR
Matriz:	Agua Natural
Observaciones:	NR

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"
El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.
Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.
Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS.
NR: No Reporta


Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio
LABORATORIO NACIONAL
DE CALIDAD DE AGUA
Y SEDIMENTOS - LANCAS

INFORME DE RESULTADOS


RC38-05

N°. 18-689
Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ B	mg/L	14,18
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	145,750 ^(*)
Coliformes fecales	PEM02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	240,0
Cromo*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	286,00

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"
"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"
"(*) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"


Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio


LABORATORIO NACIONAL
DE CALIDAD DE
AGUA Y SEDIMENTOS

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 18-767

Pág. 1 de 3

USUARIO:	Universidad Técnica del Cotopaxi	OT:	18-186
PERSONA DE CONTACTO:	Yoselin Castillo	Email:	cpeeyoselincastillo@hotmail.com
TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	Yoselin Castillo	PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA:	NR
DIRECCIÓN:	Latacunga	TELÉFONO:	0990992743
		Fax:	NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	17/12/2018	HORA:	16H39
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS -Iñaquito N38-14 y Corea		
FECHA DE ANÁLISIS:	18/12/2018	a	20/12/2018
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	21/12/2018		

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código de Laboratorio:	M-18-763
Identificación de la muestra:	Tina 1 Muestra 2 Achira
Lugar de toma de muestra:	NR
Toma de muestra	Fecha: 17/12/2018
	Hora: NR
Coordenadas:	NR
Matriz:	Agua Natural
Observaciones:	NR

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

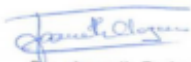
"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS.

NR: No Reporta



Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUAS Y SEDIMENTOS - LANCAS

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 18- 767

Pág. 2 de 3


Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ ⁻ B	mg/L	87,89 ^(*)
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	46,655 ^(*)
Coliformes fecales	PEM02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	<1,8
Cromo*	PE79	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,276

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005" □

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

"(*) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"



Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS - LANCAS

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 19-001

Pág. 1 de 3

USUARIO:	Yoselin Castillo		OT:	19-001
PERSONA DE CONTACTO:	Yoselin Castillo		Email:	cpeeyoselincaatillo@hotmail.com
TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	Yoselin Castillo	PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA:	NR	
DIRECCIÓN:	Latacunga	TELÉFONO:	0990992743	Fax: NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	15/01/2019	HORA:	14H20	
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS -Iñaquito N36-14 y Corea			
FECHA DE ANÁLISIS:	15/01/2019	a	22/01/2019	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	24/01/2019			

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código de Laboratorio:	M-19-001	
Identificación de la muestra:	Achira Tina 1 Muestra 1	
Lugar de toma de muestra:	NR	
Toma de muestra	Fecha:	15/01/2019
	Hora:	9H30
Coordenadas:	NR	
Matriz:	Agua Natural	
Observaciones:	NR	

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS.

NR: No Reporta



Dra. Jeaneth Cartagena
 Responsable de Laboratorio



INAMHI
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y METEOROLOGÍA
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS - LANCAS

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 19-001

Pág. 2 de 3

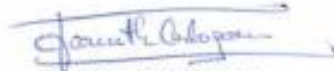
Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ B	mg/L	13,54
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	17,360 ^(*)
Coliformes fecales	PEM02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	4,5
Cromo*	PE79	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,034

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005

Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*

**(*) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE*



D^{ra}. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio



LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS LANCAS

Anexos 8: Placas de colonias identificadas.

