



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE
RIESGOS NATURALES**

**PROPUESTA DE FITORREMEDIACIÓN PARA LAS AGUAS
RESIDUALES DE LA PLANTA PILOTO DE ALIMENTOS EN EL
CAMPUS OCCIDENTAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
EQUINOCCIAL.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

GABRIELA ALEJANDRA BONILLA ACURIO

DIRECTOR: MSc. Alexandra Endara

Quito, Julio 2017

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **GABRIELA ALEJANDRA BONILLA ACURIO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



BONILLA ACURIO GABRIELA ALEJANDRA

C.I. 172133306-8

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "Propuesta de fitorremediación para las aguas residuales de la planta piloto de alimentos en el Campus Occidental de la Universidad Tecnológica Equinoccial" que, para aspirar al título de **Ingeniero Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales**, fue desarrollado por **Gabriela Alejandra Bonilla Acurio**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.



MSc. Alexandra Endara.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 171100038-8

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172133306-8
APELLIDO Y NOMBRES:	BONILLA ACURIO GABRIELA ALEJANDRA
DIRECCIÓN:	Los Manzanos E 13-210 y las Mentas
EMAIL:	bonillagabriela28@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	02-328-0076
TELÉFONO MOVIL:	098-408-2013

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	PROPUESTA DE FITORREMEDIACIÓN PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA PILOTO DE ALIMENTOS EN EL CAMPUS OCCIDENTAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
AUTOR O AUTORES:	BONILLA ACURIO GABRIELA ALEJANDRA
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	21 de JULIO de 2017
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	MSc. Alexandra Endara
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>

TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>El presente trabajo analiza la eficiencia de las plantas de pasto común, césped chino, zambo para el tratamiento de las aguas residuales de la planta piloto de alimentos de Universidad Tecnológica Equinoccial la misma que no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales en especial las provenientes de cárnicos y lácteos. Las muestras recogidas de este lugar fueron llevadas para ser analizadas en un laboratorio certificado y poder determinar su estado inicial. Cada una de las especies fue sometida a un proceso de adaptación a un sistema hidropónico de tres días, luego de este período se inició el proceso de tratamiento de rizofiltración por 20 días; luego de este tiempo de tratamiento se tomaron muestras para ser analizadas y conocer el rendimiento de los vegetales utilizados. Se analizó DBO, DQO, solidos totales, aceites y grasas, con cada una de las especies vegetales utilizadas. Se pudo apreciar un mejor rendimiento en el caso del pasto común que redujo los parámetros en un promedio de 56,60%, con el césped chino hubo una</p>

	<p>disminución promedio de 41,93%; con excepción de la planta de zambo que no sobrevivió a las condiciones de las aguas residuales. La especie que tuvo un mejor rendimiento fue el pasto común (<i>Cynodon dactylon</i>) que tuvo un alto rendimiento en el parámetro de DQO que se redujo en un 94,59% en la práctica de lácteos y en la práctica de cárnicos disminuyó en un 61,06% los sólidos totales, se adaptó a un sistema hidropónico y a un cuerpo de agua contaminado, al final del tratamiento fue posible obtener lodos con este tipo de especie vegetal. Estos resultados determinaron que la rizofiltración funciona como un sistema de tratamiento de aguas residuales de cárnicos y lácteos.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Hidropónico, rizofiltración, DBO, DQO, sólidos totales, aceites y grasas.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>The present work analyzes the efficiency of common grass plants, Chinese lawns, zambo for the treatment of wastewater of the pilot plant of foods of Tecnológica Equinoccial University, which does not have a system of treatment of waste water especially meat and dairy products. The samples collected from this place were taken to be analyzed in</p>

a certified laboratory and to be able to determine their initial state. Each of the species was submitted to a process of adaptation to a hydroponic system of three days, after this period began the process of treatment of rizofiltración by 20 days; After this period of treatment samples were taken to be analyzed and to know the yield of the vegetables used. BOD, COD, total solids, oils and fats were analyzed with each of the plant species used. It was possible to see a better yield in the case of the common grass that reduced the parameters in an average of 56.60%, with the Chinese lawn there was an average decrease of 41.93%; With the exception of the zambo plant that did not survive the sewage conditions. The species that had a better performance was the common grass (*Cynodon dactylon*) that had a high yield in COD parameter that was reduced by 94.59% in the practice of dairy and in the practice of meat decreased by 61, 06% the total solids, adapted to a hydroponic system and a body of contaminated water, at the end of the treatment it was possible to obtain sludge with this type of plant species. These results determined that

	rizofiltration functions as a wastewater treatment system for meat and dairy products.
KEYWORDS	Hydroponic, rizofiltration, DBO, DQO, total solids, oils and fats.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 
BONILLA ACURIO GABRIELA ALEJANDRA
C.I. 172133306-8

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **BONILLA ACURIO GABRIELA ALEJANDRA**, CI 172133306-8 autor del proyecto titulado: **PROPUESTA DE FITORREMEDIACIÓN PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA PILOTO DE ALIMENTOS EN EL CAMPUS OCCIDENTAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**. Previo a la obtención del título de **INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, Julio del 2017

f. 

BONILLA ACURIO GABRIELA ALEJANDRA

C.I. 172133306-8

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a todas las personas que me han acompañado durante este camino de formación personal y profesional, y que han sido un gran soporte para culminar esta etapa.

Dedico, entonces esta investigación a mi padre quien siempre ha caminado junto a mí, y con sus consejos me ha ayudado a convertirme en la persona que ahora soy. A mis tíos, quienes con su amor se han convertido en una guía para afrontar las situaciones adversas que nos pone la vida. A mi hermano quien a su corta edad me ha demostrado que siempre podemos ser valientes. A mi pequeño primo, que con su inocente risa he podido aprender el significado de las cosas simples y sencillas.

Gabriela Bonilla Acurio.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas aquellas personas, que de distintas formas fueron un pilar importante en la construcción de esta meta:

A mi padre, quien compartió su tiempo conmigo para inculcarme, que la mejor forma de ser alguien en la vida, es estudiar. A mi hermano que me ha sabido dar su amor y me ha apoyado incondicionalmente.

A mis amigas Estefanía, María José, y Richard que me han ayudado a madurar mis ideales, y que me han ayudado en esta nueva etapa de mi vida y que han estado siempre presentes. A mi novio que me ha ayudado en lo que ha podido y ha sido una fuente de apoyo incondicional.

A mi Directora de Tesis: MSc. Alexandra Endara, quién ha sido mi guía en el desarrollo y culminación en mi trabajo de titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
2. METODOLOGÍA	4
2.1 ALCANCE.....	4
2.2 MATERIALES.....	4
2.3 MÉTODOS	4
2.3.1 FASE PRÁCTICA	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
3.1 CARACTERIZACION FISICOQUIMICAS DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE ALIMENTOS.....	6
3.2 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE FITORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	8
3.2.1 Tratamiento de fitorremediación con plantas de zambo	8
3.2.2 Tratamiento de fitorremediación con plantas de pasto común	9
3.2.3 Tratamiento de fitorremediación con plantas de césped chino	11
3.2.4 Agua residual sin ningún tipo de tratamiento de fitorremediación (control)	14
3.2.5 Determinar las plantas con mayor porcentaje de absorción de contaminantes	15
3.2.6 Determinación de lodos después del proceso de fitorremediación	26
3.2.7 Absorción de contaminantes de aguas residuales de la planta de alimentos mediante pasto común	27
3.2.1 Absorción de contaminantes de aguas residuales de la planta de alimentos mediante césped chino	29
3.2.2 Absorción de contaminantes de aguas residuales de la planta de alimentos mediante zambo	31
3.2.3 Cambios sucedidos en el agua sin tratamiento de fitorremediación	31

4. CONCLUSIONES	33
4.1 RECOMENDACIONES.....	34
5. BIBLIOGRAFÍA	35
6. ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 1. Análisis de agua de lácteos después de la trampa de grasas -----	6
Tabla 2. Análisis de agua de cárnicos después de la trampa de grasas -----	7
Tabla 3. pH de la práctica de cárnicos insitu-----	7
Tabla 4. pH de la práctica de lácteos insitu -----	7
Tabla 5. Condiciones iniciales y finales de las plantas de zambo utilizadas en fitorremediación con aguas residuales de lácteos y cárnicos. -----	8
Tabla 6. Condiciones iniciales y finales de las plantas de pasto común utilizadas en fitorremediación con aguas residuales de cárnicos. Figura 19 -	9
Tabla 7. Condiciones iniciales y finales de las plantas de pasto común utilizadas en fitorremediación con aguas residuales de lácteos. Figura 20 ---	9
Tabla 8. Análisis de agua residual de la práctica de lácteos después del tratamiento de fitorremediación con pasto común. -----	10
Tabla 9. Análisis de agua residual de la práctica de cárnicos después del tratamiento de fitorremediación con pasto común. -----	11
Tabla 10. Condiciones iniciales y finales de las plantas de césped chino utilizadas en fitorremediación con aguas residuales de cárnicos. -----	12
Tabla 11. Condiciones iniciales y finales de las plantas de césped chino utilizadas en fitorremediación con aguas residuales de lácteos. Figura 22 -	12
Tabla 12. Análisis de agua residual de la práctica de lácteos después de tratamiento de fitorremediación con césped chino-----	13
Tabla 13. Análisis de agua residual de la práctica de cárnicos después de tratamiento de fitorremediación con césped chino. -----	13
Tabla 14. Análisis de agua residual de la práctica de lácteos después de tratamiento de fitorremediación sin ninguna especie vegetal. -----	14
Tabla 15. Análisis de agua residual de la práctica de cárnicos después de tratamiento de fitorremediación sin ninguna especie vegetal-----	15
Tabla 16. Porcentaje de absorción de pasto común para aguas residuales de la práctica de cárnicos. -----	16
Tabla 17. Porcentaje de absorción de césped chino para aguas residuales de la práctica de cárnicos. -----	17
Tabla 18. Porcentaje de absorción de aguas residuales de la práctica de cárnicos. -----	18
Tabla 19. Porcentaje de absorción de aguas residuales de la práctica de lácteos con pasto común.-----	19
Tabla 20. Porcentaje de absorción de aguas residuales de la práctica de lácteos con césped chino. -----	20
Tabla 21. Porcentaje de absorción de aguas residuales de la práctica de lácteos. -----	21
Tabla 22. Valores obtenidos de lodos secos con cada una de las especies. -----	27

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Porcentaje de absorción de cada uno de los parámetros en el tratamiento de las aguas residuales de cárnicos con pasto común.	16
Figura 2. Porcentaje de absorción de cada uno de los parámetros en el tratamiento de las aguas residuales de cárnicos con césped chino.	17
Figura 3. Porcentaje de absorción de cada uno de los parámetros de las aguas residuales de cárnicos.....	18
Figura 4. Porcentaje de absorción de cada uno de los parámetros en el tratamiento de las aguas residuales de lácteos con pasto común.	19
Figura 5. Porcentaje de absorción de cada uno de los parámetros en el tratamiento de las aguas residuales de lácteos con césped chino.	20
Figura 6. Porcentaje de absorción de cada uno de los parámetros en el tratamiento de las aguas residuales de lácteos.	21
Figura 7. Análisis de muestras de agua para determinar DBO de la práctica de cárnicos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.	22
Figura 8. Análisis de muestras de agua para determinar DQO de la práctica de cárnicos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.	22
Figura 9. Análisis de muestras de agua para determinar solidos totales de la práctica de cárnicos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.	23
Figura 10. Análisis de muestras de agua para determinar sustancias solubles en hexano de la práctica de cárnicos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.	23
Figura 11. Análisis de muestras de agua para determinar DBO de la práctica de lácteos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.	24
Figura 12. Análisis de muestras de agua para determinar DBO de la práctica de lácteos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.	24
Figura 13. Análisis de muestras de agua para determinar solidos totales de la práctica de lácteos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.	25
Figura 14. Análisis de muestras de agua para determinar sustancias solubles en hexano de la práctica de lácteos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.	25
Figura 15. Comparación de eficiencia de tratamiento con pasto común y la muestra inicial de lácteos.....	28
Figura 16. Comparación de eficiencia de tratamiento con pasto común y la muestra inicial de cárnicos.....	28

Figura 17. Comparación de eficiencia de tratamiento con césped chino y la muestra inicial de lácteos..... 30

Figura 18. Comparación de eficiencia de tratamiento con césped chino y la muestra inicial de cárnicos..... 30

Figura 19. Comparación entre el agua sin planta y la muestra inicial de cárnicos 32

Figura 20. Comparación entre el agua sin planta y la muestra inicial de lácteos. 32

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
<i>ANEXO 1 Marco Legal e Institucional.....</i>	38
<i>ANEXO 2 Registro fotografico</i>	42
<i>ANEXO 3 Resultados de los analisis</i>	56

RESUMEN

El presente trabajo analiza la eficiencia de las plantas de pasto común, césped chino, zambo para el tratamiento de las aguas residuales de la planta piloto de alimentos de Universidad Tecnológica Equinoccial la misma que no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales en especial las provenientes de cárnicos y lácteos. Las muestras recogidas de este lugar fueron llevadas para ser analizadas en un laboratorio certificado y poder determinar su estado inicial. Cada una de las especies fue sometida a un proceso de adaptación a un sistema hidropónico de tres días, luego de este período se inició el proceso de tratamiento de rizofiltración por 20 días; luego de este tiempo de tratamiento se tomaron muestras para ser analizadas y conocer el rendimiento de los vegetales utilizados. Se analizó DBO, DQO, sólidos totales, aceites y grasas, con cada una de las especies vegetales utilizadas. Se pudo apreciar un mejor rendimiento en el caso del pasto común que redujo los parámetros en un promedio de 56,60%, con el césped chino hubo una disminución promedio de 41,93%; con excepción de la planta de zambo que no sobrevivió a las condiciones de las aguas residuales. La especie que tuvo un mejor rendimiento fue el pasto común (*Cynodon dactylon*) que tuvo un alto rendimiento en el parámetro de DQO que se redujo en un 94,59% en la práctica de lácteos y en la práctica de cárnicos disminuyó en un 61,06% los sólidos totales, se adaptó a un sistema hidropónico y a un cuerpo de agua contaminado, al final del tratamiento fue posible obtener lodos con este tipo de especie vegetal. Estos resultados determinaron que la rizofiltración funciona como un sistema de tratamiento de aguas residuales de cárnicos y lácteos.

Palabras Claves: hidropónico, rizofiltración, DBO, DQO, sólidos totales, aceites y grasas.

ABSTRACT

The present work analyzes the efficiency of common grass plants, Chinese lawns, zambo for the treatment of wastewater of the pilot plant of foods of Tecnológica Equinoccial University, which does not have a system of treatment of waste water especially meat and dairy products. The samples collected from this place were taken to be analyzed in a certified laboratory and to be able to determine their initial state. Each of the species was submitted to a process of adaptation to a hydroponic system of three days, after this period began the process of treatment of rizofiltración by 20 days; after this period of treatment samples were taken to be analyzed and to know the yield of the vegetables used. BOD, COD, total solids, oils and fats were analyzed with each of the plant species used. It was possible to see a better yield in the case of the common grass that reduced the parameters in an average of 56.60%, with the Chinese lawn there was an average decrease of 41.93%; With the exception of the zambo plant that did not survive the sewage conditions. The species that had a better performance was the common grass (*Cynodon dactylon*) that had a high yield in COD parameter that was reduced by 94.59% in the practice of dairy and in the practice of meat decreased by 61, 06% the total solids, adapted to a hydroponic system and a body of contaminated water, at the end of the treatment it was possible to obtain sludge with this type of plant species. These results determined that rizofiltration functions as a wastewater treatment system for meat and dairy products.

Keywords: Hydroponic, rizofiltration, DBO, DQO, total solids, oils and fats.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La planta piloto de alimentos de la Universidad Tecnológica Equinoccial no cuenta con un sistema de tratamiento adecuado para sus aguas residuales, por lo cual se ha visto la necesidad de estudiar sobre las posibles formas de disminuir la cantidad de contaminantes presentes en sus aguas residuales de las prácticas de cárnico y lácteos específicamente. Debido a que en la industria alimenticia el recurso agua se emplea para diferentes procesos productivos, en los cuales el agua se contamina, lo cual ocurre cuando las aguas no cuentan con un tratamiento previo antes de ser vertidas al alcantarillado, estas llegan a contaminar cuerpos de agua.

El agua en la industria alimentaria es utilizada para remojo, lavado, enjuague, pasteurización, enfriamiento limpieza general. Se debe tomar en cuenta que cada vez que se consume o se emplea un servicio indirectamente se aprovecha el agua involucrada en sus procesos de producción, se debe considerar que el consumo indirecto es mucho mayor que el consumo directo de agua.

Anteriormente el agua residual de la industria eran reunidas y se brindaba un solo tratamiento, pero en la actualidad se ha optado por dar tratamientos a cada uno de los tipos de aguas residuales para así hacer que la eficiencia de los tratamientos mejoren considerablemente además de reducir costos al reutilizar el agua. El agua tratada se emplea para distintas actividades, por ejemplo se pueden emplear para el riego de plantas o para el enfriamiento de productos. (Escalante, 2014).

1.1 OBJETIVOS

El objetivo general de la presente investigación es proponer un método de fitorremediación para las aguas residuales de la planta piloto de alimentos en el campus occidental de la Universidad Tecnológica Equinoccial.

Objetivos específicos:

- Caracterizar las aguas residuales de la planta piloto de alimentos en el campus occidental de la Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Seleccionar las especies vegetales para ser utilizadas en la propuesta de fitorremediación de las aguas residuales de la planta piloto de alimentos de la Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Seleccionar técnicas de fitorremediación
- Evaluar los resultados de fitorremediación en cada una de las especies vegetales seleccionadas.

Fitorremediación es el proceso que utiliza plantas para eliminar, inmovilizar, remover contaminantes de suelos, lodos. Este mecanismo puede ser aplicado in situ o ex situ, tiene un costo inferior que los tratamientos químicos o mecánicos, no requiere una fuente de energía a parte de la solar, su efectividad varía dependiendo de la cantidad de contaminante presente en el sitio y de la efectividad de la planta para remover el mismo y el tiempo de tratamiento (Cubillos Vargas, 2011).

Con los datos recopilados los beneficios que se obtuvieron fueron los siguientes: el tratamiento de fitorremediación se puede realizar in situ y ex situ, al realizarlo in situ se disminuye la difusión de los contaminantes a través del aire o del agua lo que facilita su tratamiento. Actúa positivamente sobre el suelo, mejorando sus propiedades físicas y químicas, también cuenta con una alta probabilidad de aceptación, debido a que es estéticamente agradable al estar cubierto de vegetación. Finalmente, este proceso permite el reciclado del recurso agua que en la industria es de gran importancia debido a que ayuda a la reducción de costos (Delgadillo, 2011).

Las limitaciones que presenta este tipo de tratamiento son: el crecimiento de las plantas está limitado por las concentraciones del contaminante, así que es preferible que se aplique en ambientes con concentraciones bajas de contaminantes, debido a que pueden crecer desproporcionadamente y convertirse en un problema. Existen casos en los que los contaminantes acumulados en las

hojas pueden ser liberados nuevamente al ambiente, y los contaminantes acumulados en maderas pueden liberarse por procesos de combustión.

Los contaminantes son captados por las raíces de las plantas y transportados y acumulados en las hojas y tallo, las plantas que pueden extraer grandes cantidades de contaminantes se denominan hiperacumuladoras. Se extraen principalmente metales pesados, pero también es posible extraer algunos contaminantes orgánicos e isótopos radioactivos. Este método se denomina fitoextracción (Canales, 2012).

Para la fitoestabilización, las plantas producen sustancias químicas que evitan el movimiento y la biodisponibilidad de los contaminantes manteniéndolos en la interfase raíces- suelo. Para este método se utilizan plantas que tengan un denso sistema de raíz, “las plantas ejercen un control hidráulico en el área contaminada” (Nuñez López & Olguín, 2006), es decir que succiona humedad de los suelos debido a sus altas tasas de evapotranspiración. Los contaminantes especialmente los metales pesados se fijan en las raíces o en la materia orgánica de los suelos, y así limitan la biodisponibilidad y evitan la migración de los contaminantes a los mantos freáticos.

En el proceso de fitodegradación la planta absorbe el contaminante por medio de la raíz y es metabolizada dentro de los tejidos de la planta, por medio de enzimas catalizadoras. Principalmente se utiliza para degradar o transformar los contaminantes en sustancias menos tóxicas diversos tipos de contaminantes orgánicos como hidrocarburos aromáticos policíclicos, plaguicidas, explosivos y detergentes. Estos contaminantes son parcial o completamente degradados, para que de esta manera sean asimilados por las plantas (Canales, 2012).

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1 ALCANCE

El presente estudio de investigación, tuvo como alcance la elaboración de una Propuesta de Fitorremediación para las aguas residuales de la planta piloto de alimentos en el campus occidental de la Universidad Tecnológica Equinoccial, el cual se realizó respetando lo establecido en el marco legal ambiental vigente y aplicable a escala nacional y local, lo que permitió obtener datos sobre los principales contaminantes y cuál es la que más daños causa la medio ambiente. Finalmente se pudo determinar cuál de las especies vegetales utilizadas tuvo un mejor rendimiento.

2.2 MATERIALES

Para la elaboración de la propuesta de fitorremediación se usaron aguas residuales de la planta de alimentos de las práctica de lácteos y de cárnicos, especies vegetales, algunas compradas como el césped chino y otras tomadas de un lote en el caso del zambo, recipientes plásticos de tres litros, tiras de pH, espuma Flex.

Se tomó en cuenta el Marco Legal vigente, para determinar los parámetros mínimos que se deben considerar para la industria alimentaria entre ellos se utilizó ordenanzas, normativas de la Autoridad Ambiental responsable: Secretaría de Ambiente Quito, con relación a los parámetros a ser medidos.

Este Marco Legal se encuentra descrito en la Matriz de Marco Legal e Institucional Anexo II.

2.3 MÉTODOS

2.3.1 FASE PRÁCTICA

Esta fase consistió en recopilar el agua necesaria para los análisis correspondientes y para el inicio del experimento.

Se realizó la recolección de quince litros de agua residual de la planta de alimentos de la Universidad para enviar tres litros a ser analizados en un laboratorio certificado, con los doce litros restantes se prosiguió a realizar el experimento.

Especies vegetales

- Se compraron dos tipos de césped: pasto común (*Cynodon dactylon*) y césped chino (*Koysia japonica*), cada uno de ellos se colocaron en tinas con agua para sacarles la tierra que tenían en sus raíces y también para que no se estresen al momento de ponerles en los recipientes con agua residual.
- De un lote baldío se obtuvo el zambo (*Cucurbita ficifolia*), se sacaron algunas ramas que contenían raíces y se realizó en mismo procedimiento que con el césped, principalmente para que no se estrese ya que es un arbusto que prefiere la tierra al agua.
- Durante este período se murieron algunos de los lotes de zambos por lo cual fue necesario reemplazarlos con unos nuevos.

Recipientes con aguas residuales

- Se colocó tres litros de aguas residuales de la práctica de lácteos en cuatro recipientes:
 - o En el primero recipiente se colocó el pasto común encima de espuma Flex para que no se hundan.
 - o En el segundo recipiente se colocó césped chino de la misma forma.
 - o En el tercero recipiente se introdujo las ramas de zambo como eran grandes no fue necesario colocar espuma Flex.
 - o Y finalmente se colocó un recipiente que no contenía ningún tipo de especie vegetal, para así poder tener una línea base.
- Se observaron los cambios que producen, se midió el pH cada semana y cada tres días se colocó más agua residual. (Quishpe, 2010)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERIZACION FISICOQUIMICAS DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE ALIMENTOS

Para el desarrollo de esta investigación se empleó dos efluentes que corresponden a la práctica de cárnicos y de lácteos principalmente de la elaboración de jamón, mantequilla y queso respectivamente. Como primer paso se realizó la caracterización de los efluentes para determinar las condiciones iniciales de cada una de las descargas.

Se enviaron a realizar las caracterizaciones fisicoquímica y se determinó el total de sólidos totales de cada muestra, grasas totales, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO). A continuación se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de caracterización:

Tabla 1. Análisis de agua de lácteos después de la trampa de grasas

Parámetro	Unidades	Métodos	Resultado	Ordenanza 404	Análisis
DBO5	mgO2/L	MAM-38/ APHA 5210 B	95	120	CUMPLE
DQO	mgO2/L	MAM-23A/ MERCK 112,28,29,132	259	240	NO CUMPLE
SOLIDOS TOTALES	mg/L	MAM-29 /APHA 2540 B	285	*1600	CUMPLE
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	mg/L	MAM-40/ APHA 5520 B	38,2	50	CUMPLE

*Para límites máximos permisibles de sólidos totales se tomó la del TULSMA, debido a que en la Ordenanza 404 no hay un límite máximo para este parámetro.

Tabla 2. Análisis de agua de cárnicos después de la trampa de grasas

Parámetro	Unidades	Métodos	Resultado	Ordenanza 404	Análisis
DBO5	mgO2/L	MAM-38/ APHA 5210 B	297	120	NO CUMPLE
DQO	mgO2/L	MAM-23A/ MERCK 112,28,29,132	550	240	NO CUMPLE
SOLIDOS TOTALES	mg/L	MAM-29 /APHA 2540 B	506	*1600	CUMPLE
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	mg/L	MAM-40/ APHA 5520 B	144,6	50	NO CUMPLE

*Para límites máximos permisibles de sólidos totales se tomó la del TULSMA, debido a que en la Ordenanza 404 no hay un límite máximo para este parámetro.

La medición de pH se lo realizo insitu teniendo los siguientes resultados:

Tabla 3. pH de la práctica de cárnicos insitu

HORA	pH	Ordenanza 404	Análisis
8:45	7	5-9	CUMPLE
9:45	6.5	5-9	CUMPLE
10:45	6.5	5-9	CUMPLE
11:45	6	5-9	CUMPLE

Tabla 4. pH de la práctica de lácteos insitu

HORA	pH	Ordenanza 404	Análisis
8:20	7.5	5-9	CUMPLE
9:20	7.2	5-9	CUMPLE
10:20	7.4	5-9	CUMPLE
11:20	7.5	5-9	CUMPLE

Como se puede observar en las tablas 1, 2, existe una variación en cada una de las muestras dependiendo de su procedencia pero en grasa, sólidos totales, DQO existen resultados que sobrepasan los límites permisibles. Uno de los principales problemas es en DQO debido a que sobrepasa en un 7% con respecto a lo establecido en la normativa en el caso de las aguas de la práctica de lácteos, mientras que para las aguas de cárnicos los parámetros que no cumplen las normativa sin sustancias solubles en hexano, DBO, DQO.

3.2 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE FITORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

3.2.1 Tratamiento de fitorremediación con plantas de zambo

Para este tratamiento se emplearon plantas de zambo que se recogieron de un lote, de plantas grandes, las cuales se colocaron en recipientes con agua para que se puedan adaptarse a un ambiente acuático y no sufran algún tipo de estrés al momento de colocarles en el agua residual. Se colocaron por un período de 5 días en el cual no se presentaron cambios en el tamaño de las plantas. Se colocó una planta de zambo a la vez, no las 4 juntas. Se colocaron dos en aguas residuales de lácteos y dos en aguas residuales de cárnicos, en cada una se colocaron tres litros de aguas residuales para su tratamiento.

Tabla 5. Condiciones iniciales y finales de las plantas de zambo utilizadas en fitorremediación con aguas residuales de lácteos y cárnicos.

Nº plantas empleadas	Tamaño Inicial (cm)		Tamaño Final (cm)	
	Raíz	Tallo	Raíz	Tallo
1	3	18	3	17,7
2	3,5	22,5	3,5	22,1
3	2,7	20	2,7	2,5
4	3,1	19,8	3,1	3

Analizando los resultados se observa que las plantas de zambo no crecieron como se esperaba, en su lugar redujeron su tamaño en un periodo de tres días después de aplicadas en las aguas residuales como se puede observar en la figura 8 y 9. Por lo cual se optó por eliminar esta planta para el presente trabajo.

3.2.2 Tratamiento de fitorremediación con plantas de pasto común

En este ensayo se utilizaron tepes de césped que se los colocó en tinas con agua para eliminar los excesos de tierra y para eliminar el estrés que pudiera sufrir la planta por estar solo en agua (figura 5), después de tres días se recortaron pedazos más pequeños de 7cm x 4cm para colocarlos en el recipiente con los tres litros de agua residual, en el cual permanecieron un período de veinte días, durante este tiempo se colocó 200 ml cada 7 días.

Tabla 6. Condiciones iniciales y finales de las plantas de pasto común utilizadas en fitorremediación con aguas residuales de cárnicos. Figura 19

Nº plantas empleadas	Tamaño Inicial (cm)		Tamaño Final (cm)	
	Raíz	Hojas y tallo	Raíz	Hojas y tallo
1	9	35,2	19	47

Tabla 7. Condiciones iniciales y finales de las plantas de pasto común utilizadas en fitorremediación con aguas residuales de lácteos. Figura 20

Nº plantas empleadas	Tamaño Inicial (cm)		Tamaño Final (cm)	
	Raíz	Hojas y tallo	Raíz	Hojas y tallo
1	6	11	14,5	23

Las plantas de césped presentaron una gran adaptabilidad al medio debido a que en los dos crecieron más del doble de su tamaño inicial sin presentarse algún tipo de problema durante los veinte días. Después de este tiempo se retiraron las plantas y el agua se envió a analizar quedando en el fondo del recipiente lodos que posteriormente fueron secados y pesados para determinar su cantidad.

Tabla 8. Análisis de agua residual de la práctica de lácteos después del tratamiento de fitorremediación con pasto común.

Parámetro	Unidades	Métodos	Resultado	Ordenanza 404	Análisis
DBO5	mgO2/L	MAM-38/ APHA 5210 B	115	120	CUMPLE
DQO	mgO2/L	MAM-23A/ MERCK 112,28,29,132	245	240	NO CUMPLE
SOLIDOS TOTALES	mg/L	MAM-29 /APHA 2540 B	328	*1600	CUMPLE
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	mg/L	MAM-40/ APHA 5520 B	25,2	50	CUMPLE

*Para límites máximos permisibles de sólidos totales se tomó la del TULSMA, debido a que en la Ordenanza 404 no hay un límite máximo para este parámetro.

Tabla 9. Análisis de agua residual de la práctica de cárnicos después del tratamiento de fitorremediación con pasto común.

Parámetro	Unidades	Métodos	Resultado	Ordenanza 404	Análisis
DBO5	mgO2/L	MAM-38/ APHA 5210 B	60	120	CUMPLE
DQO	mgO2/L	MAM-23A/ MERCK 112,28,29,132	148	240	CUMPLE
SOLIDOS TOTALES	mg/L	MAM-29 /APHA 2540 B	309	1600	CUMPLE
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	mg/L	MAM-40/ APHA 5520 B	1,2	50	CUMPLE

*Para límites máximos permisibles de sólidos totales se tomó la del TULSMA, debido a que en la Ordenanza 404 no hay un límite máximo para este parámetro.

En los resultados de análisis de las aguas podemos observar que si bien no todos los parámetros están dentro de la norma algunos han mejorado considerablemente como es el caso de los sólidos totales que se redujeron en un 86,89% en la práctica de lácteos y en la práctica de cárnicos en un 61,06% para el mismo parámetro. En el caso de la práctica de lácteos en el parámetro de DBO se aumentó en un 21,05%.

3.2.3 Tratamiento de fitorremediación con plantas de césped chino

Para este ensayo se emplearon 2 plantas de césped chino, eran plantas ya adultas que se compraron, se las lavo y luego se las colocó en recipientes con agua para eliminar el exceso de tierra y de hojas, posteriormente se las colocó en las aguas residuales de lácteos y de cárnicos, durante el periodo de tratamiento se realizaron mediciones de pH en los cuales no existió cambios considerables, después de 20 días se las retiro y sus aguas fueron enviadas a analizar en un laboratorio certificado.

Tabla 10. Condiciones iniciales y finales de las plantas de césped chino utilizadas en fitorremediación con aguas residuales de cárnicos.

Nº plantas empleadas	Tamaño Inicial (cm)		Tamaño Final (cm)	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho
1	15,2	14	17	18

Tabla 11. Condiciones iniciales y finales de las plantas de césped chino utilizadas en fitorremediación con aguas residuales de lácteos. Figura 22

Nº plantas empleadas	Tamaño Inicial (cm)		Tamaño Final (cm)	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho
1	21	13	23	18

En este tipo de planta no se midieron las raíces debido a que eran muy pequeñas al igual que sus hojas, por esto se tomó la decisión de medir su ancho y largo para poder determinar el crecimiento de esta especie vegetal. Figura 22

Tabla 12. Análisis de agua residual de la práctica de lácteos después de tratamiento de fitorremediación con césped chino

Parámetro	Unidades	Métodos	Resultado	Ordenanza 404	Análisis
DBO5	mgO2/L	MAM-38/ APHA 5210 B	175	120	NO CUMPLE
DQO	mgO2/L	MAM-23A/ MERCK 112,28,29,132	358	240	NO CUMPLE
SOLIDOS TOTALES	mg/L	MAM-29 /APHA 2540 B	616	*1600	CUMPLE
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	mg/L	MAM-40/ APHA 5520 B	38,8	50	CUMPLE

*Para límites máximos permisibles de sólidos totales se tomó la del TULSMA, debido a que en la Ordenanza 404 no hay un límite máximo para este parámetro.

Tabla 13. Análisis de agua residual de la práctica de cárnicos después de tratamiento de fitorremediación con césped chino.

Parámetro	Unidades	Métodos	Resultado	Ordenanza 404	Análisis
DBO5	mgO2/L	MAM-38/ APHA 5210 B	140	120	NO CUMPLE
DQO	mgO2/L	MAM-23A/ MERCK 112,28,29,132	238	240	CUMPLE
SOLIDOS TOTALES	mg/L	MAM-29 /APHA 2540 B	380	*1600	CUMPLE
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	mg/L	MAM-40/ APHA 5520 B	3,2	50	CUMPLE

*Para límites máximos permisibles de sólidos totales se tomó la del TULSMA, debido a que en la Ordenanza 404 no hay un límite máximo para este parámetro.

En este caso podemos observar que este tipo de especie vegetal funciona bien para las aguas residuales de cárnicos, logrando una reducción del 43,27% en

DQO, 47,13% en DBO, 75,10% en sustancias solubles en hexano, mientras que para la práctica de lácteos los resultados no son los óptimos, todos los parámetros se elevaron en un promedio de 60,04% aproximadamente.

3.2.4 Agua residual sin ningún tipo de tratamiento de fitorremediación (control)

Para este ensayo se recogió agua de las prácticas de lácteos y cárnicos y se colocó tres litros en recipientes, se los dejó 20 días, cada 7 días era necesario agregar 100ml debido a la evaporación. Este ensayo se realizó con la finalidad de conocer si existía algún tipo de cambio a los parámetros sin realizar ningún tipo de tratamiento adicional a la trampa de grasas. Después de este tiempo se enviaron las muestras a ser analizadas.

Tabla 14. Análisis de agua residual de la práctica de lácteos después de tratamiento de fitorremediación sin ninguna especie vegetal.

Parámetro	Unidades	Métodos	Resultado	Ordenanza 404	Análisis
DBO5	mgO2/L	MAM-38/ APHA 5210 B	298	120	NO CUMPLE
DQO	mgO2/L	MAM-23A/ MERCK 112,28,29,132	622	240	NO CUMPLE
SOLIDOS TOTALES	mg/L	MAM-29 /APHA 2540 B	692	*1600	CUMPLE
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	mg/L	MAM-40/ APHA 5520 B	78,6	50	NO CUMPLE

*Para límites máximos permisibles de sólidos totales se tomó la del TULSMA, debido a que en la Ordenanza 404 no hay un límite máximo para este parámetro.

Tabla 15. Análisis de agua residual de la práctica de cárnicos después de tratamiento de fitorremediación sin ninguna especie vegetal

Parámetro	Unidades	Métodos	Resultado	Ordenanza 404	Análisis
DBO5	mgO2/L	MAM-38/ APHA 5210 B	163	120	NO CUMPLE
DQO	mgO2/L	MAM-23A/ MERCK 112,28,29,132	452	240	NO CUMPLE
SOLIDOS TOTALES	mg/L	MAM-29 /APHA 2540 B	730	*1600	CUMPLE
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	mg/L	MAM-40/ APHA 5520 B	46,6	50	CUMPLE

*Para límites máximos permisibles de sólidos totales se tomó la del TULSMA, debido a que en la Ordenanza 404 no hay un límite máximo para este parámetro.

Se puede observar que el único parámetro que se llega a cumplir la normativa, para la práctica de lácteos todos los parámetros aumentan en un 150,60%, pero en la práctica de cárnicos hubo una reducción del 82,18% en el parámetro de DQO, pero se registró un aumento del 44,26% en el parámetro de sólidos totales, es decir que no se tiene ningún resultado dejando al agua sin tratamiento.

3.2.5 Determinar las plantas con mayor porcentaje de absorción de contaminantes

Después de realizados los tratamientos de fitorremediación con aguas residuales de las prácticas de lácteos y cárnicos aplicadas a pasto común, césped chino, zambo y agua sin plantas, se obtuvieron resultados de concentración de los diferentes contaminantes, en los cuales se determinó los tipos de plantas que presentaron un mayor porcentaje de absorción de contaminantes. A continuación se resumen los valores obtenidos:

En las siguientes figuras se presenta los resultados del porcentaje de absorción en el caso del pasto común para las aguas de la práctica de cárnicos.

Tabla 16. Porcentaje de absorción de pasto común para aguas residuales de la práctica de cárnicos.

Tratamiento con pasto común de aguas residuales de cárnicos	
DBO5	20,20%
DQO	26,90%
SOLIDOS TOTALES	61,06%
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	0,83%

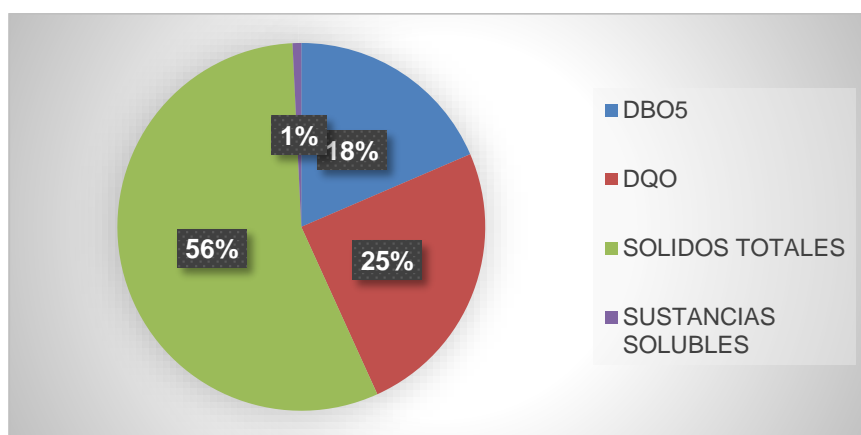


Figura 1. Porcentaje de absorción de cada uno de los parámetros en el tratamiento de las aguas residuales de cárnicos con pasto común.

A continuación se pueden observar los resultados del porcentaje de absorción en el caso del césped chino para las aguas de la práctica de cárnicos.

Tabla 17. Porcentaje de absorción de césped chino para aguas residuales de la práctica de cárnicos.

Tratamiento con césped chino de aguas residuales de cárnicos	
DBO5	47,13%
DQO	43,27%
SOLIDOS TOTALES	75,10%
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	2,21%

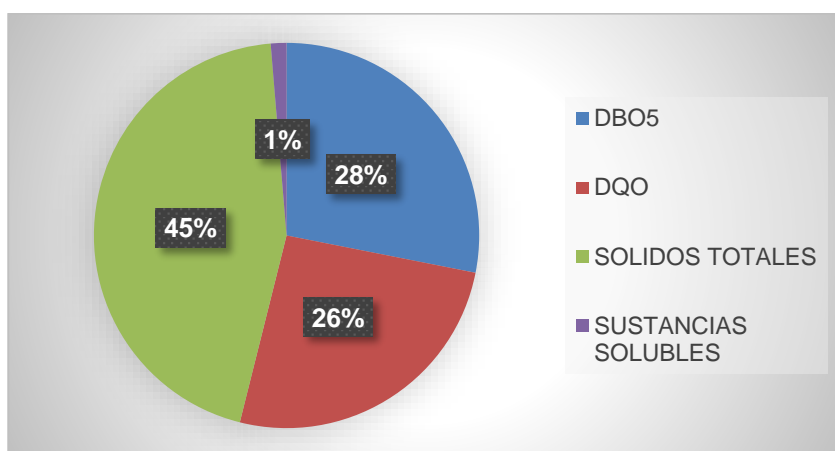


Figura 2. Porcentaje de absorción de cada uno de los parámetros en el tratamiento de las aguas residuales de cárnicos con césped chino.

A continuación se presentaran los porcentajes de absorción en el caso de que no exista ningún tipo de fitorremediación, simplemente dejar reposar las aguas residuales.

Tabla 18. Porcentaje de absorción de aguas residuales de la práctica de cárnicos.

Aguas residuales de cárnicos sin tratamiento.	
DBO5	54,88%
DQO	82,18%
SOLIDOS TOTALES	-44,26%
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	32,22%

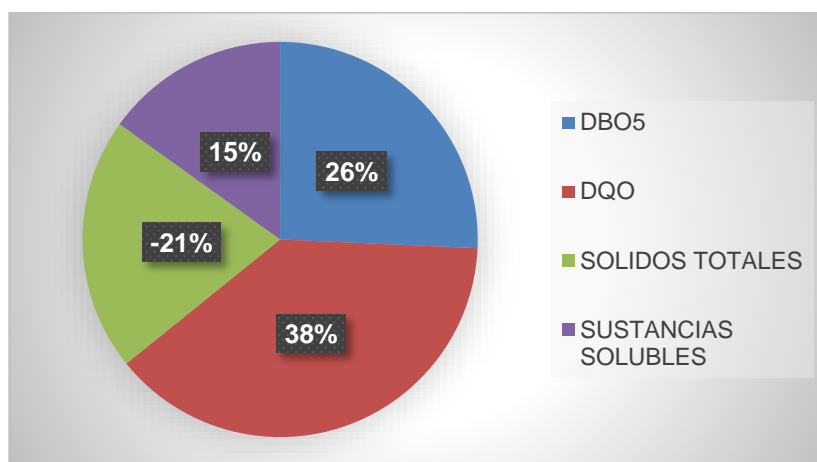


Figura 3. Porcentaje de absorción de cada uno de los parámetros de las aguas residuales de cárnicos.

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos en la práctica de lácteos con cada una de las especies vegetales empleadas.

Tabla 19. Porcentaje de absorción de aguas residuales de la práctica de lácteos con pasto común.

Tratamiento con pasto común de aguas residuales de lácteos	
DBO5	-21,05%
DQO	94,59%
SOLIDOS TOTALES	86,89%
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	65,96%

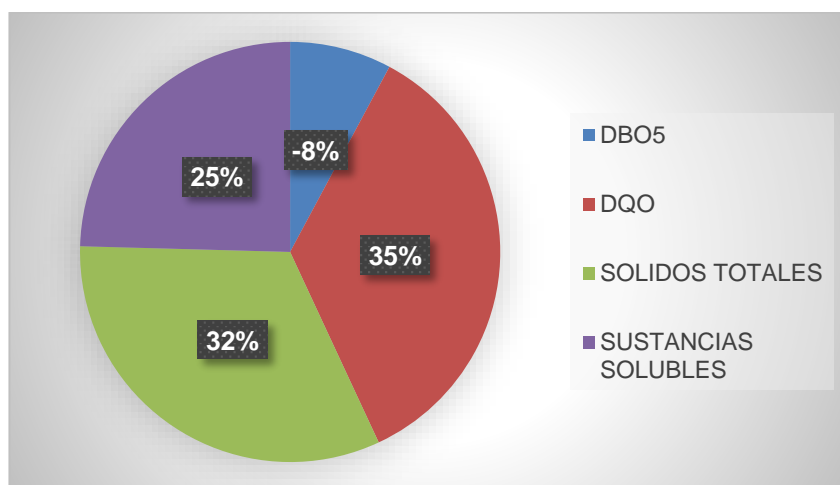


Figura 4. Porcentaje de absorción de cada uno de los parámetros en el tratamiento de las aguas residuales de lácteos con pasto común.

Tabla 20. Porcentaje de absorción de aguas residuales de la práctica de lácteos con césped chino.

Tratamiento con césped chino de aguas residuales de lácteos	
DBO5	-84,21%
DQO	-38,22%
SOLIDOS TOTALES	-116,14%
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	-1,57%

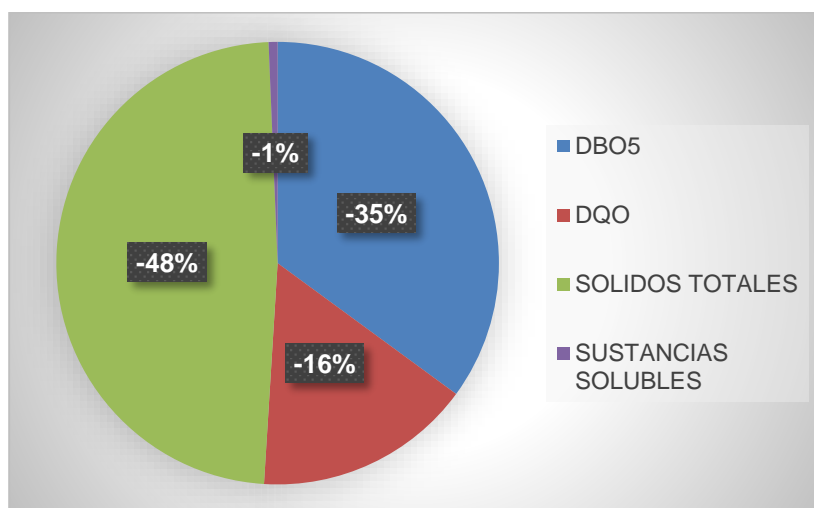


Figura 5. Porcentaje de absorción de cada uno de los parámetros en el tratamiento de las aguas residuales de lácteos con césped chino.

Tabla 21. Porcentaje de absorción de aguas residuales de la práctica de lácteos.

Aguas residuales de lácteos sin tratamiento.	
DBO5	-213,68%
DQO	-140,15%
SOLIDOS TOTALES	-142,80%
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	-105,75%

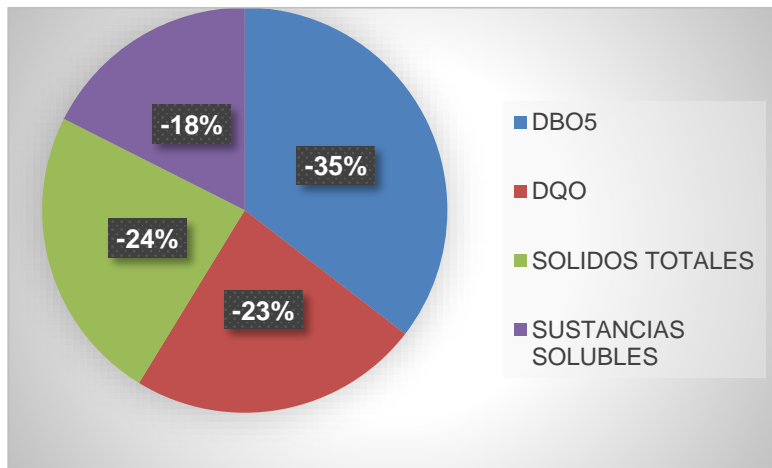


Figura 6. Porcentaje de absorción de cada uno de los parámetros en el tratamiento de las aguas residuales de lácteos.

Los resultados anteriores que se indicaron son de cada una de las especies vegetales empleadas, a continuación se presenta los resultados por cada uno de los parámetros y así poder determinar el rendimiento de cada una de ellas.

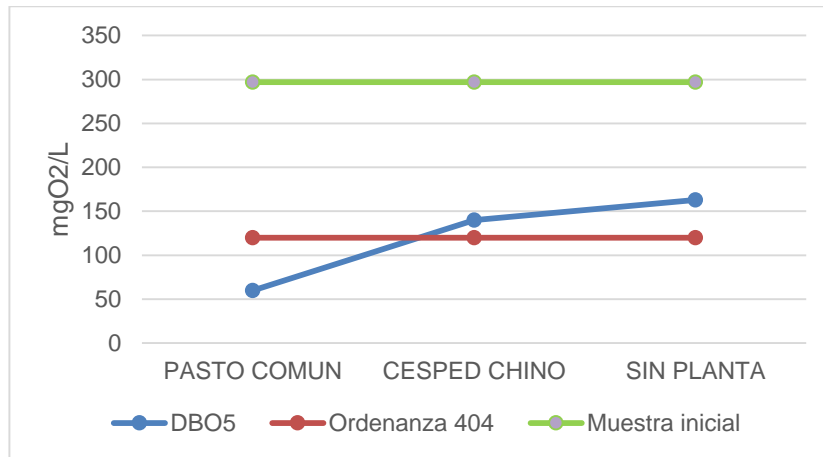


Figura 7. Análisis de muestras de agua para determinar DBO de la práctica de cárnicos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.

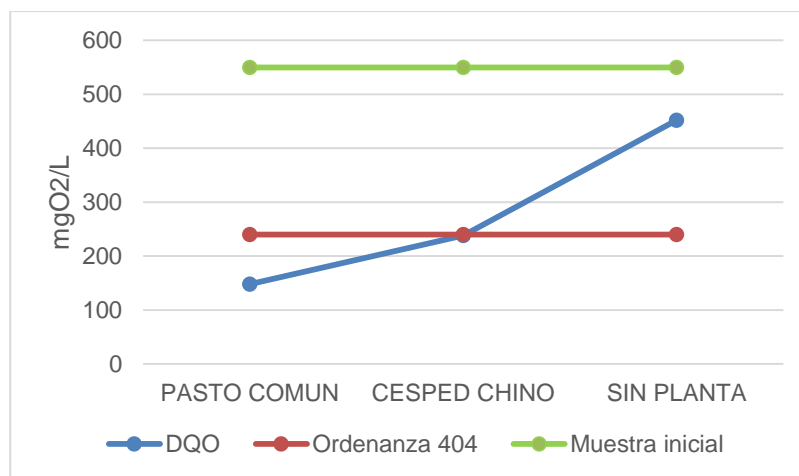


Figura 8. Análisis de muestras de agua para determinar DQO de la práctica de cárnicos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.

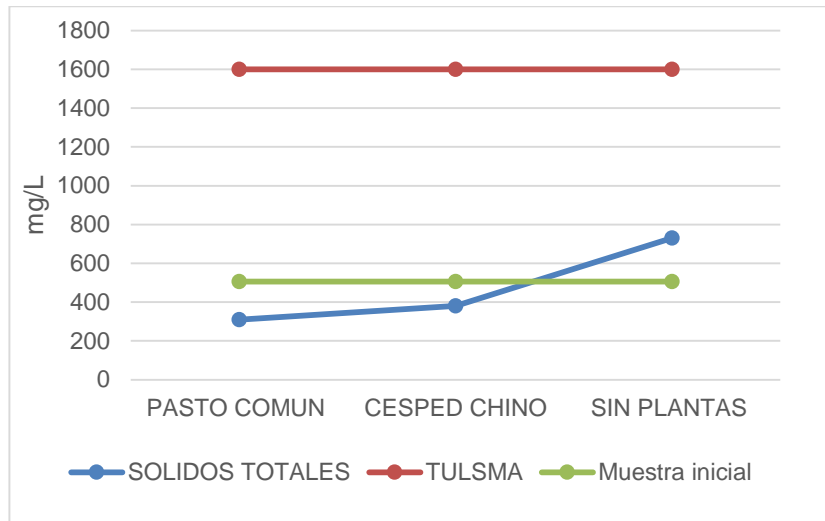


Figura 9. Análisis de muestras de agua para determinar solidos totales de la práctica de cárnicos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.

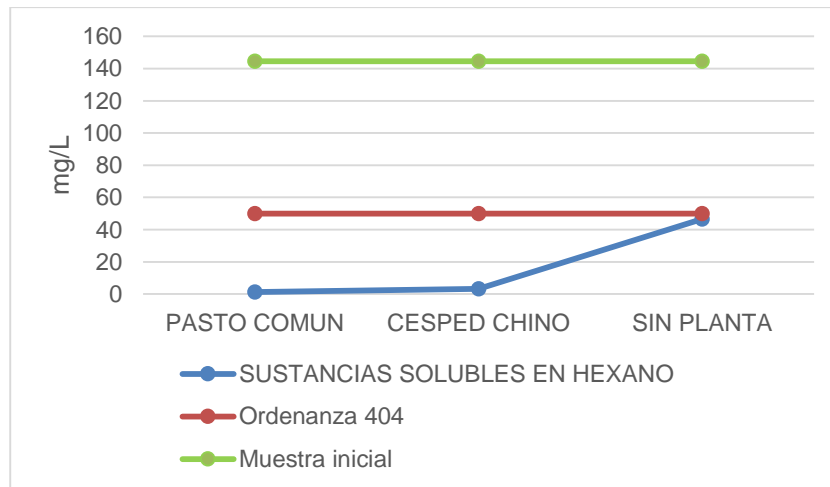


Figura 10. Análisis de muestras de agua para determinar sustancias solubles en hexano de la práctica de cárnicos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.

Como se puede observar en las figuras existen variaciones en los resultados en cada una de las especies vegetales implementadas, se pudo observar que hubo

una reducción de en los niveles de los parámetros. Estos resultados son en la práctica de cárnicos.

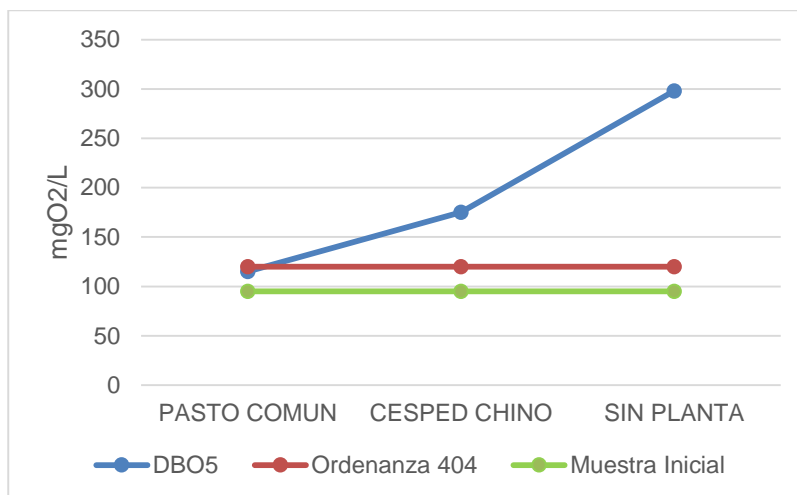


Figura 11. Análisis de muestras de agua para determinar DBO de la práctica de lácteos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.

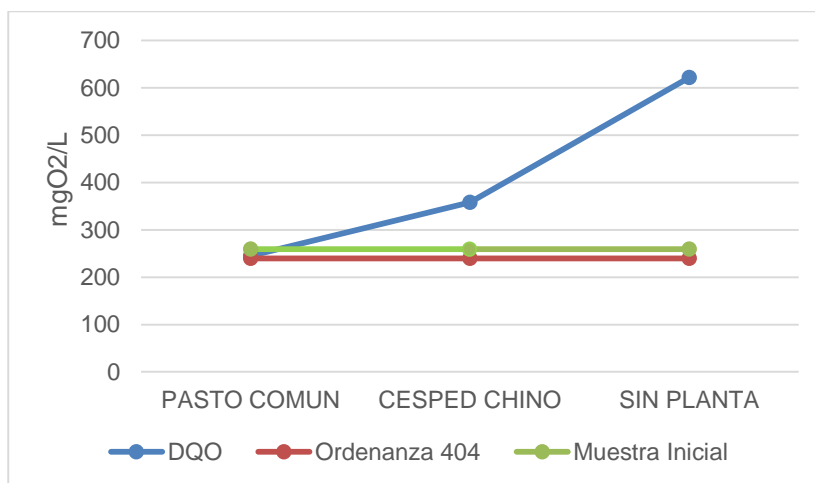


Figura 12. Análisis de muestras de agua para determinar DBO de la práctica de lácteos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.

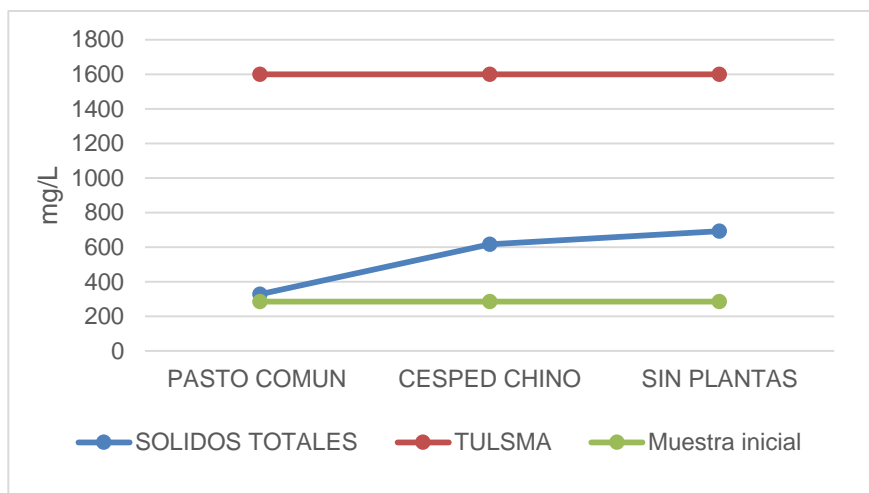


Figura 13. Análisis de muestras de agua para determinar solios totales de la práctica de lácteos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.

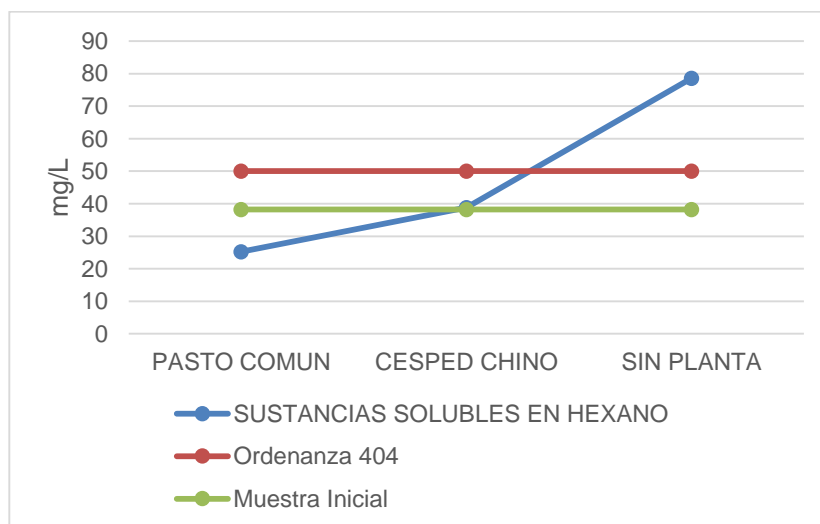


Figura 14. Análisis de muestras de agua para determinar sustancias solubles en hexano de la práctica de lácteos, comparando los resultados con los datos obtenidos al inicio del ensayo.

En el caso de la práctica de lácteos los valores después del tratamiento de rizofiltración tienen un incremento considerable.

Los contaminantes absorbidos por las especies vegetales en su mayoría no causaron ningún problema a las especies, el único problema que se observó fue con las plantas de zambo que no pudieron permanecer los 20 días en las aguas residuales. Según las figuras la planta que presentaron el mejor resultado de absorción fue en césped común que fue capaz de disminuir todos los parámetros e incremento su tamaño tanto de sus hojas como en sus raíces.

Las plantas de césped chino a pesar de su bajo índice de mortalidad no es una especie adecuada debido a que sus índices de absorción son muy bajos, lo que indica que puede adaptarse con facilidad a sistemas acuáticos, mas no a sistemas contaminados con residuos de la industria alimentaria.

3.2.6 Determinación de lodos después del proceso de fitorremediación

Después de los 20 días de tratamiento con las especies vegetales se procedió a sacar los tres litros de agua para su posterior análisis, quedando en el fondo de los recipientes agua un poco más espesa y con presencia de pedazos de grasas, tierra proveniente de las especies vegetales, que a pesar de haber permanecido un período de tiempo en agua para eliminar el exceso de las mismas y de haber sido lavadas antes de ponerlas en el proceso de tratamiento, las mismas seguían contando con un poco de tierra y pedazos de hojas. Figuras 14, 15, 16, 17,18. Estos lodos se almacenaron para que continúen secándose y después poder pesarlos para determinar la cantidad de lodos que quedan después del proceso de fitorremediación.

Existe presencia de lodos en este tipo de tratamiento debido a que en el proceso de fitorremediación las plantas no poseen la capacidad de absorber este tipo de contaminante y lo que ocurre es que se van acumulando en el fondo del recipiente, en el caso del agua sin tratamiento en la práctica de lácteos no se

obtuvieron lodos. A continuación se muestran los valores de los lodos secos en cada una de las prácticas y con cada una de las especies vegetales:

Tabla 22. Valores obtenidos de lodos secos con cada una de las especies.

	gr de lodos cárnicos	gr de lodos lácteos
Pasto Común	0	1
Césped Chino	1	2
Agua sin planta	9	-

3.2.7 Absorción de contaminantes de aguas residuales de la planta de alimentos mediante pasto común

Luego de determinar que la planta de pasto común presentó los mejores valores de absorción de los contaminantes, se observó que se tuvo un mejor rendimiento en la práctica de cárnicos, su rendimiento fue mucho mejor para los parámetros de DBO, DQO y sustancias solubles en hexano.

Para este tratamiento se utilizó tepes de césped común del cual se sacaron pedazos para luego colocarlos en agua para eliminar tierra y tenerlos en un medio hidropónico para evitar estrés. Se los coloco en el agua residual para continuar con el tratamiento, para lo cual se emplearon recipientes de plástico con espuma Flex que servía de soporte a las plantas, en cada uno de los recipientes se colocó 3 litros de aguas residuales la planta absorbió una cantidad de 200ml cada tres días los mismos que tuvieron que ser colocados nuevamente para continuar con el tratamiento. Durante los 20 días no ocurrió ninguna muerte del pasto común, no fue necesario realizar cambios.

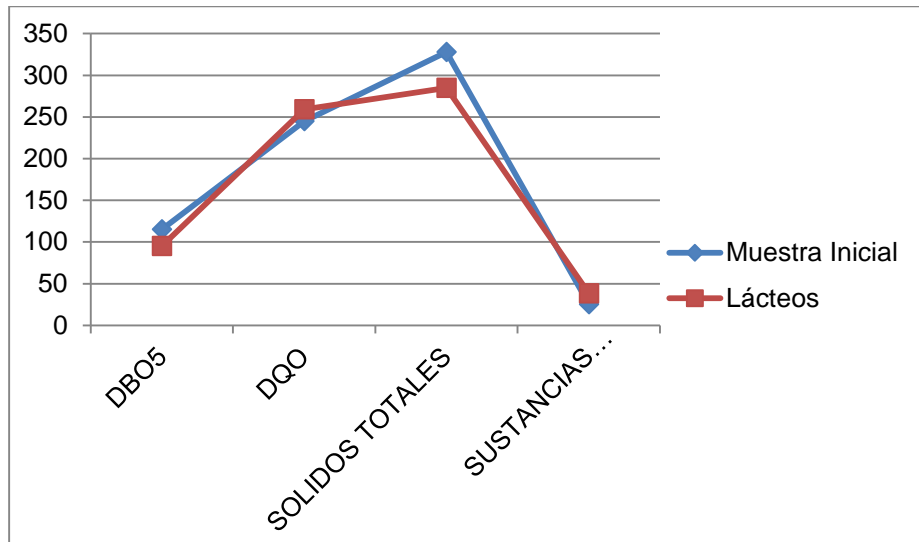


Figura 15. Comparación de eficiencia de tratamiento con pasto común y la muestra inicial de lácteos

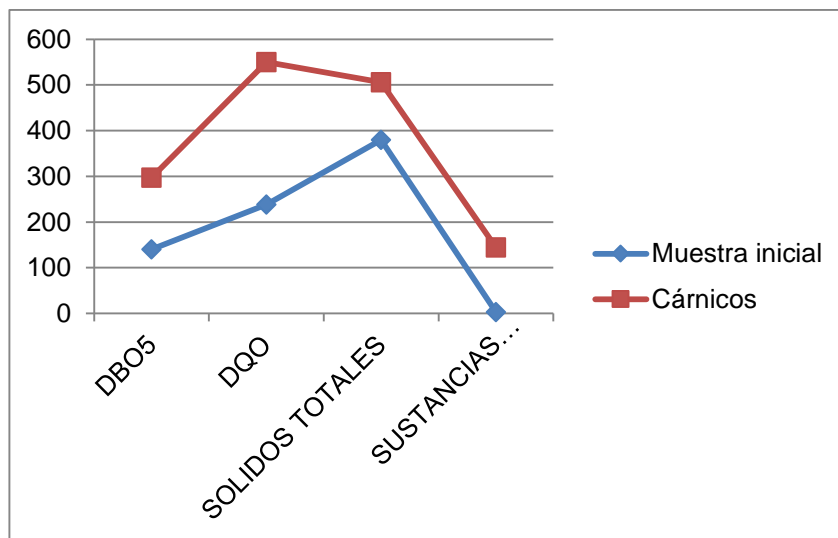


Figura 16. Comparación de eficiencia de tratamiento con pasto común y la muestra inicial de cárnicos

Como se puede observar en las figuras la eficiencia de este tipo de planta ha mejorado algunos de los parámetros en comparación con la muestra inicial,

podemos observar que los valores si han reducido, en algunos considerablemente y en otros pequeños rangos, pero lo cual nos indica que el sistema de fitorremediación si está funcionando, no como esperaba, lo que nos indica que se necesita un tratamiento adicional a la fitorremediación.

3.2.1 Absorción de contaminantes de aguas residuales de la planta de alimentos mediante césped chino

Para este tratamiento se emplearon 2 plantas de césped chino las cuales se compraron grandes, se lavó las raíces y luego se colocó en recipientes de agua para eliminar la tierra y las hojas secas. Para después colocarlas en recipientes con 3 litros de aguas residuales, cada 7 días se le aumentaba 200ml, ya que las plantas absorben esta cantidad y para tener los 3 litros necesarios para los análisis se aumentaba esta cantidad.

Las plantas de césped chino permanecieron 20 días en las aguas residuales, se realizó el tratamiento para las prácticas de lácteos y cárnicos para poder observar su rendimiento, este tipo de planta no tuvo crecimiento radicular, aumentaron su tamaño de tallos y hojas. Su crecimiento fue lento y difícil de observar pero si existió un aumento de tamaño.

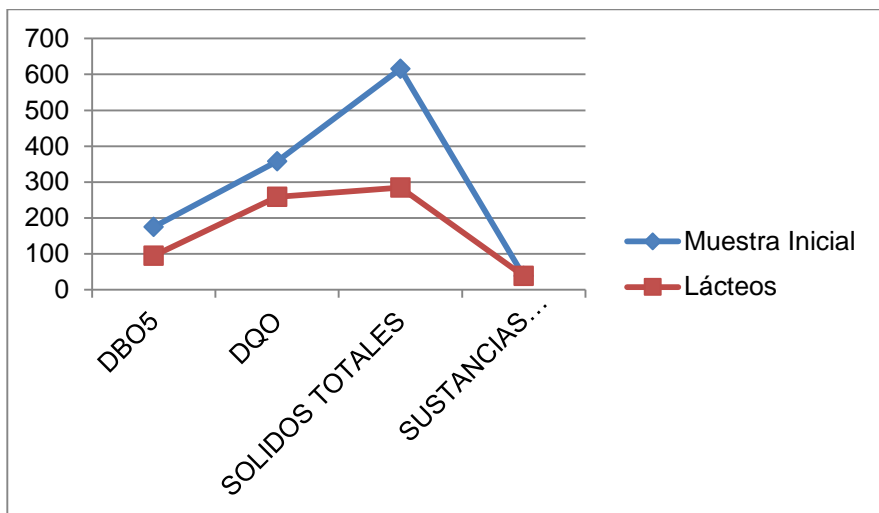


Figura 17. Comparación de eficiencia de tratamiento con césped chino y la muestra inicial de lácteos

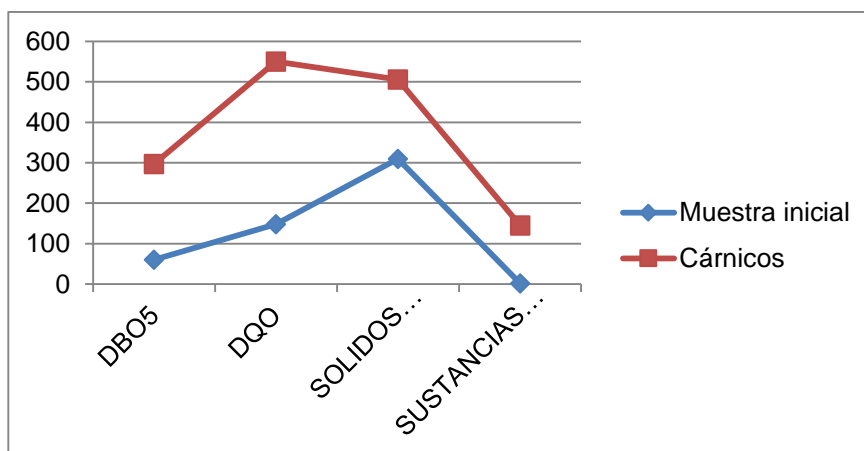


Figura 18. Comparación de eficiencia de tratamiento con césped chino y la muestra inicial de cárnicos.

En las figuras se observa que existe una variación en la concentración de los diferentes parámetros, principalmente en las aguas residuales de cárnicos existe un mejor rendimiento, y en los parámetros de DBO, DQO y Sustancias solubles en hexano tiene un mejor rendimiento, es necesario tomar en cuenta que la

mortalidad de este tipo de planta también es muy baja, si bien su crecimiento es lento su rendimiento es el adecuado.

3.2.2 Absorción de contaminantes de aguas residuales de la planta de alimentos mediante zambo

Para este ensayo se utilizaron 5 plantas de zambo, las cuales se recogieron de un lote, ya eran plantas adultas por lo cual se las colocó en recipientes con agua para que puedan adaptarse a un sistema hidropónico, se las mantuvo un periodo de 10 días debido a que como eran plantas adultas y se les sacó de la tierra y se rompieron un poco de raíces, en este tiempo crecieron 1cm las raíces, así que estaban listas para iniciar el tratamiento.

En un recipiente se colocaron 3 litros de aguas residuales de la práctica de cárnicos, en las cuales se colocó 2 plantas de zambo al cabo de 3 días las plantas estaban muertas. Unas que estaban florecidas en agua normal, en este corto periodo de tiempo sus flores se marchitaron y los tallos se tornaron de un color café. Después de 10 días se colocó dos plantas de zambo en un recipiente con 3 litros de aguas residuales de la práctica de lácteos, y después de 3 días los tallos de las plantas se volvieron de un color café y se volvieron babosos y blandos. Como se observaron estos resultados se tomó la decisión que la fitorremediación con esta especie vegetal no iba a ser posible, debido a que tasa de mortalidad era muy alta. Las aguas residuales que se empleaba para esta especie no se mandaron analizar.

3.2.3 Cambios sucedidos en el agua sin tratamiento de fitorremediación

Para este ensayo se colocó 3 litros de aguas residuales de cárnicos y de lácteos, cada 7 días se agregaba 100ml, en este recipiente no se colocó ningún tipo de planta, esto debido a que se quería observar los cambios que sucedería en este si no tuviera tratamiento para poder compararlo con las aguas que si tenían

tratamiento. Si bien la cantidad de grasas se redujo el resto de los parámetros aumento su cantidad o no tuvo mayor variación, así como se puede observar a continuación:

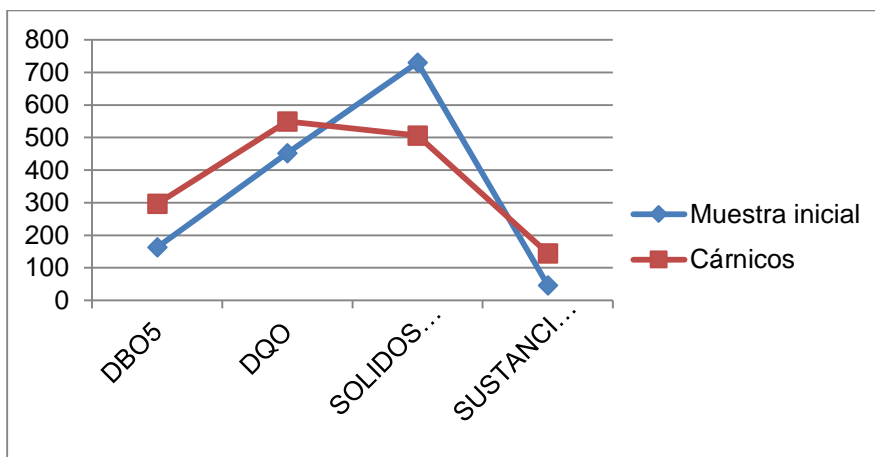


Figura 19. Comparación entre el agua sin planta y la muestra inicial de cárnicos

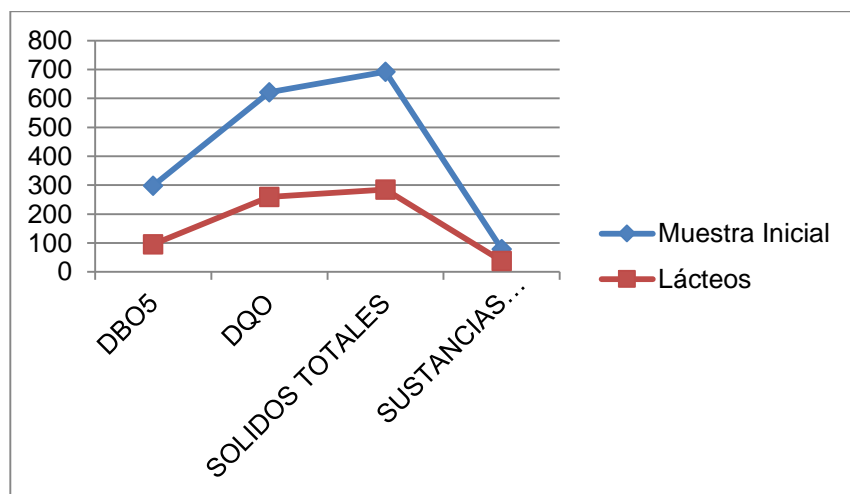


Figura 20. Comparación entre el agua sin planta y la muestra inicial de lácteos.

En la figura podemos observar que la muestra inicial tiene niveles de parámetros mucho más bajas que el agua que no constaba con plantas para realizar el tratamiento, con esto podemos constatar que es necesario realizar un tratamiento adicional a la trampa de grasas que ya está implementada.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES

- Al caracterizar las aguas residuales se pudo conocer el estado actual de las aguas empleadas, en la práctica de lácteos se determinó que cumple en los parámetros de DBO en un 20,84%, sólidos totales en un 82,19% y sustancias solubles en hexano en un 23,6%, en el resto de los parámetros no se cumple con la normativa. En la práctica de cárnicos se cumple solo en sólidos totales en un 68,37%, en el resto de parámetros sobrepasan los límites permisibles como por DQO sobrepasa en un 129,16% y en sustancias solubles en hexano en un 189,2%.
- Se seleccionaron tres tipos de vegetales que son: pasto común, césped chino y zambo para observar sus rendimientos.
- Para este estudio se seleccionó rizofiltración debido a que se emplean plantas cultivadas hidropónicamente y no plantas acuáticas.
- Después de realizado el tratamiento se observó que existe un mejor rendimiento con el pasto común. En el análisis de las aguas residuales de lácteos solo el parámetro DBO aumento un 21,05%, mientras que los otros parámetros si redujeron así como por ejemplo en solidos totales que se redujo 86,89%, y en las aguas residuales de cárnicos se cumple con todos los parámetros se observó que en solidos totales se presentó una reducción del 61,06% y en sustancias solubles en hexano de un 0,83%.

4.1 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la caracterización de las aguas cada seis meses para poder conocer que el sistema de tratamiento siga funcionando correctamente.
- Para la implementación de este tipo de tratamiento se recomienda el empleo de pasto común (*Cynodon dactylon*).
- Al ser un proceso de rizofiltración se recomienda cortar un poco de la vegetación, debido a que con mayores nutrientes va a existir una mayor cantidad de vegetación.

5. BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, e. a. (05 de 2015). *Fitorremediación: la alternativa para absorber metales pesados de los biosólidos*. Obtenido de <http://eca-suelo.com.pe/wp-content/uploads/2015/05/Fitorremediaci%C3%B3n-la-alternativa-para-absorber-metales-pesados-de-los-bios%C3%B3lidos.pdf>
- Aguilera Morales, M. E. (2012). Producción integral sustentable de alimentos . *Mochicahui, El Fuerte, Sonaloa*, 71-74.
- Canales, R. (2012). *Fitorremediación*. Obtenido de <http://facultad.bayamon.inter.edu/rrcanales/BIOL-6009-2012/Documentos/Presentaciones/Fitorremediacion.pdf>
- Cerrato, R. F. (2006). Proceso de biorremediación de suelo y agua contaminados por hidrocarburos del petróleo y otros compuestos orgánicos. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 179-187.
- Cubillos Vargas, J. A. (10 de 2011). *Evaluación de la fitorremediación como alternativa de tratamiento de aguas contaminadas con hidrocarburos*. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2782/1/6281683C962.pdf>
- Cuenca, F. (22 de 08 de 2014). *Plantas macrófitas*. Obtenido de <http://www.floresyplantas.net/plantas-macrofitas/>
- Delgadillo Lopez, A. E., & Gonzalez Ramirez, C. A. (2011). Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación . *SCIELO*, 597-612.
- Delgadillo, A. (2011). Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación . *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 597-612.

- Escalante, V. (2014). *Calidad del agua y su relación con alimentos: aplicación de procesos Fenton y tipo Fenton en la eliminación de contaminantes en agua*. Puebla: Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental .
- Espigares, M. (2010). *Aguas residuales. Composición*. Obtenido de http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
- García Trujillo, Z. T. (2012). Obtenido de Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas : http://www.lima-water.de/documents/zgarcia_tesis.pdf
- García, O. (2006). Biorremediación de cromo de aguas residuales de curtiembre por *Pseudomonas* sp . *Revista Médica*, 32-43.
- Karen, S. (2012). *Manual de construcción: Humedales contruidos para el tratamiento de aguas negras*. Santa Barbara.
- Martelo, J. (2012). Macrofitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales. *Ingeniería y Ciencia, ing. cienc.*, 221-243.
- Martelo, J. (2012). Macrofitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales; una revisión del estado del arte. *Ingeniería y Ciencia, ing. cienc*, 221–243.
- Núñez López, R. A., & Olgún, E. (2006). *Fitorremediación fundamentos y aplicaciones*. Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301332/CORE_2013/Actividad_7.pdf
- Olmedo, F. (16 de 04 de 2013). Obtenido de Biorremediación con vegetales: fitorremediación de aguas residuales: <http://www.biodisol.com/contaminacion-ambiental/biorremediacion-con-vegetales-fitorremediacion-de-aguas-residuales/>

- Olmedo, F. (16 de 04 de 2013). *Biorremediación con vegetales: fitorremediación de aguas residuales*. Obtenido de <http://www.biodisol.com/contaminacion-ambiental/biorremediacion-con-vegetales-fitorremediacion-de-aguas-residuales/>
- Peña Salamanca, E. (2013). Bioprospeccion de plantas nativas para su uso en procesos de biorremediación. *Academica Colombia Ciencia*, 144-181.
- Poveda, R. A. (2014). *“EVALUACIÓN DE ESPECIES ACUÁTICAS FLOTANTES PARA LA FITORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIAL Y DE USO AGRÍCOLA PREVIAMENTE CARACTERIZADAS EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8455/1/BQ%2056%20.pdf>
- Quishpe, A. (10 de 2010). *Tratamiento de efluentes líquidos de la industria de curtido, mediante precipitación química adsorción con carbón activado y rizofiltración*. Quito.
- Ramos , Y., & Uribe , I. (2009). Planta piloto para tratamiento de aguas residuales industriales de Acesco por medio de humedales construidos . *Red de Ingenieria en Saneamiento Ambiental* , 1-15.
- Rodriguez, C. (2008). *Acción depuradora de algunas plantas acuáticas sobre las aguas residuales*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/mexico/01280e08.pdf>
- SENAGUA. (2012). *Diagnóstico de las estadísticas del agua en Ecuador*. Obtenido de <http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIC%202012-2.pdf>

6. ANEXOS

6. ANEXOS

ANEXO 1

Marco Legal e Institucional

<p>Constitución Política de la República del Ecuador - Registro Oficial No. 449 - Lunes 20 de octubre De 2008</p>	<p><i>Título I:</i> De los Principios fundamentales. Art. 3.</p> <p><i>Título II:</i> Derechos. En el Capítulo Segundo – Derechos del Buen Vivir. Sección Primera. Art. 12. Art. 13. Sección Segunda – Ambiente Sano. Art. 14. Art. 15</p> <p><i>Título II:</i> Derechos. En el Capítulo Séptimo – Derechos de la naturaleza. Art. 71. Art. 72.</p> <p><i>Título II:</i> Derechos. En el Capítulo Noveno – Responsabilidades. Art 83.</p> <p>Título VI Régimen de Desarrollo. En el Capítulo Primero- Principios Generales. Art 276</p> <p>Título VI Régimen de Desarrollo. En el Capítulo Quinto- Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas. Art 318</p> <p>Título VII Biodiversidad y recursos naturales Capítulo segundo: Sección Sexta: Agua. Art 411. Art 412.</p>
<p>Plan Nacional Del Buen Vivir 2013-2017: “Plan Nacional para El Buen Vivir 2013-2017”. 24 De Junio De 2013, Mediante Resolución No. CNP-002-2013.</p>	<p><i>Objetivo 3:</i></p> <p>“Mejorar la calidad de vida de la población”.</p> <p><i>Objetivo 7:</i></p> <p>“Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”.</p>
<p>Codificación a la Ley de</p>	<p><i>Título I:</i> Ámbito y Principios de la Gestión Ambiental.</p>

<p>Gestión Ambiental (LGA) - Codificación 19, Registro Oficial, Suplemento 418 De 10 de septiembre de 2004.</p>	<p>Art. 1</p> <p><i>Título II:</i> Del Régimen Institucional de La Gestión Ambiental. Capítulo IV: De la Participación de las Instituciones del Estado. Art 12. Art. 13</p> <p><i>Título III:</i> Instrumentos de Gestión Ambiental. Capítulo V: Instrumentos de Aplicación de Normas Ambientales. Art.33.</p>
<p>Ley de Prevención Y Control de Contaminación Ambiental -Suplemento Del R.O. No 418 de 10 de Septiembre De 2004</p>	<p><i>Capítulo II.</i> De la prevención y control de la contaminación de las aguas. Art 6. Art. 7. Art. 8. Art. 9.</p>
<p>Texto Unificado De Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente – Decreto Ejecutivo Nº: 3516 Del 31 de marzo Del 2003.</p>	<p>Libro I: DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL</p> <p>Libro II: DE LA GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>Libro VI: DE LA CALIDAD AMBIENTAL</p> <p>Título IV. Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental</p> <p>Anexo: 1.</p>
<p>Acuerdo Ministerial 028. Sustituyese el Libro Vi del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Registro Oficial N° 270 del</p>	<p>El presente Libro establece los procedimientos y regula las actividades y responsabilidades públicas y privadas en materia de calidad ambiental.</p>

<p>13 de febrero de 2015.</p>	
<p>Acuerdo Ministerial Nº 061 Reforma Del Libro Vi Del Texto Unificado De Legislación Secundaria (04 De Mayo 2015)</p>	<p>Art. 209, Art. 210, Art. 211.</p>
<p>Ordenanza 014-2013 del Subsistema de EIA – GADMUR. Que pone en vigencia y aplicación el Subsistema de Evaluación de Impactos Ambientales del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Quito</p>	<p>Establece y regula las etapas, requisitos y procedimientos del Subsistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Quito, para la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales que generan las actividades, obras o proyectos a ejecutarse así como aquellas que se encuentran en operación dentro de la jurisdicción territorial del Cantón Quito.</p>
<p>Ordenanza Metropolitana Nº 404. Reformatoria de la Ordenanza Nº 213, Sustitutiva del Título V Del Medio Ambiente del Libro Segundo del Código Municipal.</p>	<p>CAPÍTULO IV. Del subsistema de impactos ambientales y control ambiental</p> <p>Sección I: Normas generales</p>
<p>Resolución 002–2014, Normas Técnicas para la aplicación de las Ordenanzas Metropolitanas Sustitutiva del Título V, “Del Medio Ambiente” del Libro Segundo del Código</p>	<p>- Norma Técnica para el Control de Descargas Líquidas.</p>

<p>Municipal. (2014-01-20).</p> <p>Establece las Normas Técnicas para la Aplicación de las Ordenanzas Metropolitanas No. 213, 332 y 404.</p>	
--	--

ANEXO 2

Registro Fotográfico



Figura 1. Ubicación de la trampa de grasas de la planta de alimentos dentro de la Universidad Tecnológica Equinoccial.



Figura 2. Interior de la trampa de alimentos durante la práctica de cárnicos.



Figura 3. Interior de la trampa de alimentos durante la práctica de lácteos.



Figura 4. Recolección de muestras de aguas residuales.



Figura 5. Pasto común en agua para eliminar la tierra de sus raíces.



Figura 6. Césped chino en agua para eliminar la tierra de sus raíces.



Figura 7. Planta de zambo en agua para eliminar el exceso de agua



Figura 8. Planta de zambo con agua limpia para que se adapte a un sistema hidropónico.



Figura 9. Planta de zambo después de tres en las aguas residuales.



Figura 10. Césped chino en agua residual de lácteos.



Figura 11. Pasto común en agua residual de lácteos.



Figura 12. Césped chino en agua residual de cárnicos.



Figura 13. Pasto común en agua residual de cárnicos.



Figura 14. Lodos después del tratamiento con pasto común, de las aguas residuales de lácteos.



Figura 15. Lodos después del tratamiento con pasto común, de las aguas residuales de lácteos.



Figura 16. Lodos después del tratamiento con pasto común, de las aguas residuales de cárnicos.



Figura 17. Lodos después del tratamiento con césped chino, de las aguas residuales de cárnicos.



Figura 18. Lodos de agua sin tratamiento, de las aguas residuales de cárnicos.



Figura 19. Pasto común tamaño inicial con aguas residuales de cárnicos.



Figura 20. Pasto común utilizado en aguas residuales de lácteos tamaño final



Figura 21. Sistema radicular del cesped chino.



Figura 22. Mediciones realizadas a la planta de cesped chino.



Figura 23. Lodos secos de las aguas residuales de lácteos después de ser tratados con césped chino.



Figura 24. Lodos secos de las aguas residuales de lácteos después de ser tratados con pasto común.



Figura 25. Lodos secos de las aguas residuales de cárnicos después de ser tratados con césped chino.



Figura 26. Lodos secos de las aguas residuales de cárnicos después de ser tratadas con pasto común.



Figura 27. Lodos secos de las aguas residuales de cárnicos sin tratamiento.

ANEXO 3

Resultados de los análisis realizados en la Universidad Central.



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

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 42618
 ORDEN DE TRABAJO No. 54245

SOLICITADO POR:	BONILLA GABRIELA		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	EL EDEN		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA DE TRAMPA, DESPUES		
FECHA DE RECEPCIÓN:	24/10/2016	HORA DE RECEPCIÓN:	12H44
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 24/10/2016 AL 14/11/2016		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	15/11/2016		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TURBIA	ESTADO:	LIQUIDO
		CONTENIDO:	3 LITROS
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la factura.		

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
DBO5	mgO2/L	297	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	10,00
DQD	mgO2/L	550	MAM-23A / MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO	2,00
SOLIDOS TOTALES	mg/L	506	MAM-29 / APHA 2540 B MODIFICADO	5,00
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/L	144,6	MAM-40 / APHA 5520 B MODIFICADO	10,70




Acreditación N° OME-LE-10-002, LABORATORIO DE ENSAYOS
 Los ensayos realizados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del IAF




B.F. ALICIA CEPA
 JEFE DE ÁREA DE AMBIENTAL

RAM-4.1.04

Dirección: Pastochea Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2503-262 / 2503-456, ext. 18, 19, 21, 31, 33
 Telefax: 3226-740 - Web: www.fciq.usc.edu.ec - E-mail: laboratorioosp@fciq.usc.edu.ec



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

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 42781
ORDEN DE TRABAJO No. 54350

SOLICITADO POR:	BONILLA GABRIELA		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	EL EDEN		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA DE TRAMPRA DESPUES		
FECHA DE RECEPCIÓN:	01/11/2018	HORA DE RECEPCIÓN:	12:52
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 01/11/2018 AL 25/11/2018		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	28/11/2018		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	MUY TURBA	ESTADO:	LÍQUIDO
		CONTENIDO:	3 LITROS
OBSERVACIONES:	<p>* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la factura.</p>		

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
DBOS	mgO ₂ /L	95	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	4,00
DGD	mgO ₂ /L	255	MAM-23A / MERCK 112,28,29,112 MODIFICADO	2,08
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	285	MAM-29 / APHA 2540 B MODIFICADO	5,00
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/L	38,2	MAM-40 / APHA 1530 B MODIFICADO	10,70



Servicio de Acreditación Ecuadoriano

Acreditación N° OAE LE 10 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

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



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL



2 de 11

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gabriela García Suárez - Teléfono: 2500-262 / 2500-486, ext. 25, 28, 31, 33, 33
Teléfono: 0216-740 - Web: www.fuquimica.ucbae.edu.ec - E-mail: laboratorioosp@hotmail.com



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

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 43401
 ORDEN DE TRABAJO No. 55015

Cárnicos

SOLICITADO POR:	BONILLA MARCO		
DIRECCION DEL CLIENTE:	EL EDEN		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA CON CESPED COMUN		
FECHA DE RECEPCIÓN:	02/02/2017	HORA DE RECEPCIÓN:	11H12
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 02/02/2017 AL 15/02/2017		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	16/02/2017		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TURBIA	ESTADO:	LIQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALON
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la factura.		

RESULTADOS				
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
DBOS	mgO ₂ /L	60	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	4,00
DQO	mgO ₂ /L	148	MAM-23A / MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO	6,00
SOLIDOS TOTALES	mg/L	309	MAM-29 / APHA 2540 B MODIFICADO	5,00
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/L	1,2	MAM-40 / APHA 5520 B MODIFICADO	9,80

2: FUERA DEL RANGO DE ACREDITACION



Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

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



B.F. ALICIA CEPA
 JEFE DE AREA DE AMBIENTAL



RAM-4.1.04



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

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

Cárnicos

INF. LAB. AMB 43399
ORDEN DE TRABAJO No. 55015

SOLICITADO POR:	BONILLA MARCO		
DIRECCION DEL CLIENTE:	EL EDEN		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCION:	AGUA SIN PLANTA		
FECHA DE RECEPCION:	02/02/2017	HORA DE RECEPCION:	11H12
FECHA DE ANALISIS:	DEL 02/02/2017 AL 15/02/2017		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	16/02/2017		
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERISTICA:	TURBIA	ESTADO:	LIQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALON
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la factura.		

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	RESULTADOS	
			METODOS	INCERTIDUMBRE %
DBO5	mgO2/L	163	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	4,00
DQO	mgO2/L	452	MAM-23A / MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO	2,00
SOLIDOS TOTALES	mg/L	730	MAM-29 / APHA 2540 B MODIFICADO	5,00
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)*	mg/L	46,6	MAM-40 / APHA 5520 B MODIFICADO	

* FUERA DEL RANGO DE ACREDITACION



Acreditación N° OAE LE 1C 04-002. LABORATORIO DE ENSAYOS

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



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL



1/1

Dirección: Avenida 15...

RAM-4.1.04



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

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 43400
 ORDEN DE TRABAJO No. 55015

Cáceres

SOLICITADO POR:	BONILLA MARCO		
DIRECCION DEL CLIENTE:	EL EDEN		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA CON CESPED CHINO		
FECHA DE RECEPCIÓN:	02/02/2017	HORA DE RECEPCIÓN:	11H12
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 02/02/2017 AL 15/02/2017		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	16/02/2017		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TURBIA	ESTADO:	LIQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALON
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la factura.		

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	RESULTADOS	
			METODOS	INCERTIDUMBRE %
DBO5	mgO2/L	140	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	4,00
DQO	mgO2/L	238	MAM-23A / MEREK 112,28,29,132 MODIFICADO	2,00
SOLIDOS TOTALES	mg/L	380	MAM-29 / APHA 2540 B MODIFICADO	5,00
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/L	3,2	MAM-40 / APHA 5520 B MODIFICADO	9,80

2. FUERA DEL RANGO DE ACREDITACION



Acreditación N° OAE LE 1C 04-002. LABORATORIO DE ENSAYOS

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



B.F. ALICIA CEPA
 JEFE DE ÁREA DE AMBIENTAL



2 / 11

RAM-4.1.04



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

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 43144
ORDEN DE TRABAJO No. 54751

Lácteos

SOLICITADO POR:	BONILLA MARCO				
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	EL EDEN				
MUESTRA DE:	AGUA				
DESCRIPCIÓN:	AGUA CON PASTO NORMAL				
FECHA DE RECEPCIÓN:	23/12/2016	HORA DE RECEPCIÓN:	11H12		
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 23/12/2016 AL 11/01/2017				
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	11/01/2017				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERÍSTICA:	AGUA CON PASTO NORMAL	ESTADO:	LIQUIDO	CONTENIDO:	1 GALON
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la factura.				

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
DBOS	mgO ₂ /L	115	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	4,00
DQO	mgO ₂ /L	245	MAM-23A / MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO	2,00
SOLIDOS TOTALES	mg/L	328	MAM-29 / APHA 2540 B MODIFICADO	5,00
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/L	25,2	MAM-40 / APHA 5520 B MODIFICADO	10,70



Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

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



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL



3 1/1

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Lácteos



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

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 43143
ORDEN DE TRABAJO No. 54751

SOLICITADO POR:	BONILLA MARCO				
DIRECCION DEL CLIENTE:	EL EDEN				
MUESTRA DE:	AGUA				
DESCRIPCIÓN:	AGUA CON CESPED CHINO				
FECHA DE RECEPCIÓN:	23/12/2016	HORA DE RECEPCIÓN:	11H12		
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 23/12/2016 AL 11/01/2017				
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	11/01/2017				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERÍSTICA:	MUY TURBIA	ESTADO:	LIQUIDO	CONTENIDO:	1 GALON
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la factura.				

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
DBO5	mgO2/L	175	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	4,00
DQO	mgO2/L	358	MAM-23A / MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO	2,00
SOLIDOS TOTALES	mg/L	616	MAM-29 / APHA 2540 B MODIFICADO	5,00
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/L	38,8	MAM-40 / APHA 5520 B MODIFICADO	10,70



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

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



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL



2/11

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



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

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 43142
ORDEN DE TRABAJO No. 54751

Lácteos

SOLICITADO POR:	BONILLA MARCO		
DIRECCION DEL CLIENTE:	EL EDEN		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA ESTANCADA		
FECHA DE RECEPCIÓN:	23/12/2016	HORA DE RECEPCIÓN:	11H12
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 23/12/2016 AL 11/01/2017		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	11/01/2017		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	MUY TURBIA	ESTADO:	LIQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALON
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la factura.		

RESULTADOS				
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
DBO5	mgO2/L	298	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	10,00
DQO	mgO2/L	622	MAM-23A / MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO	2,00
SOLIDOS TOTALES	mg/L	692	MAM-29 / APHA 2540 B MODIFICADO	5,00
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS) ²	mg/L	78,6	MAM-40 / APHA 5520 B MODIFICADO	

2: FUERA DEL RANGO DE ACREDITACION



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

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



[Signature]
B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL



RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com