

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



AGUAS RESIDUALES, SU USO EN LA AGRICULTURA

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR

DANIELA ABIGAIL APARICIO FERRUFINO

STEFANY MARGARITA ESCOBAR ORTIZ

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADA EN QUÍMICA Y FARMACIA

AGOSTO, 2023

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

MAESTRO FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. REINA MARIBEL GALDAMEZ

SECRETARIA

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN DE PROCESOS DE GRADO

M.Sc. Ena Edith Herrera Salazar

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESORES

Lic. Mario Antonio Hernández Melgar

M.Sc. María Del Carmen Polío Martínez

TUTOR

M.Sc. Guillermo Emilio Alvarenga Marroquín

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecerle a Dios Todopoderoso y a la Virgen María por toda su fidelidad y compañía a lo largo de toda la carrera universitaria y permitírnos culminar de manera satisfactoria nuestros estudios superiores al brindarnos sabiduría, paciencia y serenidad en este largo proceso

A nuestro tutor encargado M.Sc. Guillermo Emilio Alvarenga por brindarnos de su tiempo y sabiduría, guiándonos en cada una de las etapas del desarrollo de nuestro proyecto y por la paciencia entregada en todo este proceso, ayudándonos de esta manera a culminar nuestra formación académica.

A nuestros asesores Lic. Mario Hernández y M.Sc. Carmen Polio, por toda su asesoría durante este trabajo de graduación quienes fueron de gran ayuda en esta última etapa de formación académica, siendo una pieza fundamental para la culminación de esta etapa.

A Licda. Katia Leyton por su gran labor como docente y su compromiso con los estudiantes, por siempre motivarnos a alcanzar la excelencia académica y a entregar lo mejor de nosotros en cada una de las etapas de desarrollo, por siempre atender nuestras dudas e intrigas y ayudarnos a resolverlas de la mejor forma posible, ayudándonos, motivándonos siempre.

A la Sra. Arminda Mejía a los Ing. Karla Rincan, Ing. José Ramos e Ing. Carlos Zelaya que nos brindaron un poco de su tiempo, de sus conocimientos y experiencias para poder realizar de una mejor manera nuestro proyecto de graduación, y de esta manera poder hacer una mejor experiencia nuestro video documental.

Por último, queremos agradecer al alma mater Universidad de El Salvador por exigirnos tanto durante todo este periodo de formación, para de esta manera obtener nuestro gran ansiado título universitario.

A todos ustedes muchísimas Gracias.

DEDICATORIA

Al llegar al final de este gran viaje, para poder culminar de manera exitosa mis estudios superiores quiero dedicarle este éxito de mi vida a:

Mi madre por siempre ser esa luz en mi camino y nunca dejarme caer a pesar de los momentos difíciles que viví a lo largo de esta carrera, por siempre apoyarme en cada una de las aventuras y proyectos en los que me iniciaba y siempre tomar mi mano cuando ya sentía que no podía avanzar.

Mi padre por ser ese ángel que desde el cielo me observa y me guía en mi vida y por ser el modelo de excelente persona en el que siempre me guio para ser, para esforzarme cada día para enorgullecerte allá en el cielo y que veas en la persona profesional que me estoy convirtiendo.

Mi tía por siempre darme palabras de ánimo a seguir perseverando y decirme que diera lo mejor de mí, que era la última cuesta que tenía que dominar para poder salir del otro lado, por siempre tener palabras de ánimo y aliento y no dejar que me rindiera.

Mi hermano y Mi Papá por siempre amarme y estar conmigo en este largo camino por siempre darme de su cariño y amor, dándome ánimos para seguir adelante.

Mi compañera de trabajo y mi gran amiga Stefany Escobar por siempre animarme a culminar este trabajo de graduación y no permitir que me rindiera a medio camino, agradecerte infinitamente por permitirme ser tu compañera en esta última etapa de nuestra formación académica y culminarla ambas de manera satisfactoria, por tenerme paciencia en todo este proceso

Daniela Abigail Aparicio Ferrufino

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios todo poderoso y la Virgen María por la bendición de permitirme finalizar satisfactoriamente mis estudios de nivel superior en la carrera de Licenciatura en Química y Farmacia, por darme la sabiduría, serenidad y fuerzas necesarias día a día para mi formación profesional y así poder salir con éxito en cada uno de mis pasos.

A mi Madre, mi padre (Q.E.P.D) y mis hermanos por el apoyo incondicional, su amor y comprensión en cada momento a lo largo de este proceso desde que inicie mis estudios, por cada uno de los sacrificios y dificultades que pasamos juntos, por sus consejos y apoyo moral siendo el pilar para poder lograr convertirme en una profesional.

Amigos y compañeros con quienes conviví y compartí momentos buenos y también dificultades durante todos estos años de la carrera, quienes estuvieron siempre en todo momento con sus consejos y apoyo incondicional.

A mi compañera de trabajo de grado y amiga Daniela Aparicio con quien hemos estado desde el inicio de la carrera en las buenas y las malas, ha sido un gran apoyo, con su paciencia y dedicación juntas nos hemos esforzado para lograr culminar esta etapa importante de nuestras vidas.

Finalmente, a cada una de las personas que fueron parte de este proyecto brindando su tiempo y su colaboración para el desarrollo de mi investigación y así llevar a cabo la elaboración del video documental Aguas Residuales, su uso en la Agricultura porque sin cada uno no sería esto posible.

Stefany Margarita Escobar Ortiz

Índice General

RESUMEN

CAPÍTULO I

1.0 Introducción.....	ix
-----------------------	----

CAPITULO II

2.0 Objetivos

CAPITULO III	12
---------------------------	-----------

3.0 Justificación.....	13
------------------------	----

CAPITULO IV	14
--------------------------	-----------

4.0 Producto Final.....	15
-------------------------	----

CAPITULO V	16
-------------------------	-----------

5.0 Conclusiones.....	17
-----------------------	----

CAPITULO VI	19
--------------------------	-----------

6.0 Recomendaciones	20
---------------------------	----

Referencias Bibliográficas

RESUMEN

El estudio realizado surge debido a la escasez del agua potable en nuestro país El Salvador y a nivel mundial, una problemática generada por cambios drásticos en el clima debido al calentamiento global y la contaminación antropogénica, entre otros. El área agrícola es uno de los mayores perjudicados, debido a que la escasez del agua provoca una reducción de las cosechas; afectando la seguridad alimentaria y la productividad de los suelos. En contribución a la solución del problema, no al problema en sí, se optó como iniciativa el uso de las aguas residuales para el riego en la agricultura, con el fin de disminuir el gasto del recurso hídrico natural, anexando como una recomendación adicional y eficaz la recaptación de aguas lluvias. En El Salvador el uso de las aguas residuales de tipo ordinario no es una práctica óptimamente desarrollada, sin embargo existen plantas donde estas aguas residuales son tratadas previo al vertido en aguas superficiales, en algunas comunidades de poca o nula disponibilidad de agua potable se realizan tratamientos ecológicos y económicos para el uso de las aguas residuales, por lo tanto, el uso de las aguas residuales de tipo ordinario para el riego de cultivos agrícolas; es una práctica viable que no representa un problema para la salud, al contrario proporciona una cantidad de nutrientes como beneficio, tanto al cultivo como a los suelos provocando una disminución del uso de fertilizante químicos y un mayor rendimiento en la producción tanto en cantidad como calidad, en caso que las aguas residuales no estén debidamente tratadas la consecuencias de la utilización de ellas en ese estado en el riego de los cultivos puede producir un incremento descontrolado en la salinización de los suelos y de los niveles freáticos afectando su productividad y la calidad para el consumo humano.

.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.0 INTRODUCCIÓN

El uso de las aguas residuales para riego de cultivos puede ser una práctica viable y no representaría un problema para la salud, si estas fueran procesadas de manera correcta por las plantas de tratamiento de aguas residuales. Estas aguas al provenir de diferentes efluentes, causan muchos beneficios porque permitiría cultivar en zonas donde hay escasez de agua, donde el acceso a esta es limitado y también permite reciclar nutrientes haciendo que los agricultores reduzcan costos de fertilizantes. El aumento poblacional y la urbanización en diferentes regiones, ha permitido que el agua sea un recurso cada vez más escaso por la demanda de la misma, dicha situación se ha considerado como el principal impulsor para el uso de las aguas residuales en el riego de los cultivos.

La gestión de las aguas residuales en América-Latina varía mucho en diferentes países, en algunas comunidades el agua que se recolecta se trata en las plantas de tratamiento, en otras comunidades, esta práctica, es inexistente; el uso de las aguas residuales para el riego de los cultivos permite una mayor disponibilidad del agua potable para otros usos domésticos.

En El Salvador un gran porcentaje de las aguas residuales de la zona urbana son vertidas sin previo tratamiento en los cuerpos de agua superficial (ríos, quebradas, humedales, otros). El agua que se utiliza para el riego de los cultivos en la agricultura no es tratada adecuadamente y en ciertos casos esta agua se encuentra diluida con agua lluvia durante la época lluviosa. Por lo tanto, la investigación realizada en el periodo de enero- junio de 2023 en referencia a las aguas residuales, su uso en la agricultura va dirigido a la población salvadoreña en general, pero sobre todo la población agrícola, Especialistas ingenieros del área agrícola y ciudadanos salvadoreños pequeños agricultores de los departamentos de San Vicente y San Miguel, El Salvador. Contribuyeron en el desarrollo de este trabajo, con sus conocimientos y experiencias vividas, la investigación se enfoca en que la población amplie sus conocimientos sobre el uso de las aguas residuales y los beneficios que estas conllevan al aplicarlas en el riego de sus cultivos y jardines, al igual que las consecuencias de usarlas sin un tratamiento previo, también enseñarles de donde provienen estas aguas y proporcionar ideas de cómo tratarlas, con la finalidad de demostrar que el uso de las aguas residuales es una acción ecológica y económica para la disminución del uso excesivo del agua potable, a su vez contribuyendo a la problemática de la escasez del agua.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

1.1 Objetivo General: Exponer las consecuencias y beneficios del uso de aguas residuales de tipo ordinario en el riego de cultivos en El Salvador

1.2 Objetivos específicos

- 1.2.1 Investigar los beneficios que aporta la utilización de las aguas residuales en el riego de los cultivos
- 1.2.2 Especificar las tipologías de aguas residuales utilizadas con fines de riego agrícola.
- 1.2.3 Describir las consecuencias tanto para el suelo como para la salud del consumidor al utilizar aguas residuales para riego de cultivos agrícolas.

CAPITULO III
JUSTIFICACIÓN

3.0 JUSTIFICACIÓN

Debido al calentamiento global se han generado cambios drásticos en el clima, la contaminación antropogénica y una mayor escasez del agua. Esto ocasiona en la agricultura, la reducción de las cosechas; afectando la seguridad alimentaria y la productividad de los suelos. En contribución a la solución del problema, no al problema en sí, se optó como iniciativa el uso de las aguas residuales para riego en la agricultura, con el fin de disminuir el gasto del recurso hídrico natural.

La FAO señaló que el uso de las aguas residuales tratadas, en agricultura, es una práctica que no está tan extendida como debería. Estas, contienen numerosos nutrientes inorgánicos y orgánicos esenciales que se consideran necesarios para el metabolismo de las plantas ⁽⁵⁾. Según la ONU, una gestión segura ayudaría como una solución viable y extremadamente rentable para aliviar la competencia entre las ciudades y los regantes por el agua ⁽⁶⁾⁽⁷⁾.

Por tanto, se pretende que en El Salvador se implemente la práctica de la utilización de las aguas residuales de tipo ordinario para el uso de riego agrícola, principalmente en regiones donde la escasez va en aumento, se puede utilizar de forma segura el reciclaje del agua residual para apoyar la reducción de la escasez hídrica y el aumento de la producción de los cultivos agrícolas.

Uno de los países con mayor utilización de aguas residuales es Israel, debido a los problemas de escasez que este presenta, dependiendo del tipo de agua residual que se utilice aportará o afectará a los cultivos. Caso contrario en algunos países de América Latina donde la utilización de las aguas residuales es baja, sin embargo, en El Salvador se ha usado en algunas comunidades como; la comunidad de San Francisco Menéndez, Ahuachapán, como piloto. Las comunidades en el salvador podrían adoptar prácticas de uso de aguas residuales que consiste en la filtración de las aguas provenientes de limpieza, lavado de utensilios de cocina y ropa, una vez filtrada esta agua es utilizada para riego de cultivos o los servicios sanitarios, disminuyendo el gasto económico porque se invertiría en menos fertilizantes.

CAPITULO IV
PRODUCTO FINAL

4.0 PRODUCTO FINAL

El Video Documental presentado, muestra a la población interesada las diversas maneras de utilizar las aguas residuales de tipo ordinario, principalmente el uso de estas para el riego agrícola y a su vez proporciona opciones de tratamientos amigables al ambiente que pueden ser empleados por la población misma de manera eficaz y práctica, con las cuales se obtendrán los beneficios de las aguas residuales de tipo ordinario para el uso de riego agrícola siendo estas tratadas, de igual manera se muestra las consecuencias de las aguas residuales de tipo ordinario sin tratar, la diversidad de afectaciones al suelo agrícola, a los cultivos y al consumidor mismo que podrían causar las aguas residuales sin tratamiento. Por lo tanto, para evitar daños por el uso de las aguas residuales de tipo ordinario sin tratar y el uso de manera inadecuada existen reglamentos y tipologías de aguas residuales para fines de riego agrícola, por medio de esta información los agricultores y toda persona interesada en esta práctica de utilización de las aguas residuales puede ampliar sus conocimientos y comenzar una iniciativa para emplearlo en su día a día, logrando disminuir el uso constante del agua potable que en muchas ocasiones no está al alcance de toda la población o el servicio de agua potable no es diariamente.

Enlace al Video Documental

<https://www.youtube.com/watch?v=9tFo2x4BnI8>

CAPITULO V
CONCLUSIONES

5.0 CONCLUSIONES

1. El agua es fundamental para el desarrollo de toda vida en el planeta. Los seres humanos, los animales y las plantas necesitan del agua para poder sobrevivir. Su desecho trae muchas pérdidas no solo para la preservación de todas las formas de vida, sino también afecta la economía y la producción de los alimentos. La agricultura es el principal sector consumidor de los recursos hídricos; la falta de la disponibilidad del agua hace que en algunas zonas sea necesario emplear otros recursos, como las aguas residuales domésticas.
2. Los beneficios que las aguas residuales tratadas aportan un recurso hídrico que permite el desarrollo de la agricultura aún en las zonas áridas o semiáridas, ya que por su ubicación muchas veces poseen déficit de agua, las aguas residuales contienen nutrientes (Fósforo, Nitrógeno o fósforo) de gran interés económico y medioambiental para la industria disponibles para las plantas, de esta manera se reducen los costos de producción al no requerir o disminuir el uso de los fertilizantes químicos.
3. Los nutrientes que contienen las aguas residuales mejoran la fertilidad de los suelos, esto da mejores rendimientos de los cultivos que se producen, las aguas residuales se pueden utilizar para aumentar los volúmenes disponibles para riego en las zonas agrícolas que poseen déficit para complementar la demanda de los usuarios de la localidad, las aguas residuales también permiten el desarrollo de pequeños huertos caseros generando empleos y producción de alimentos.
4. El uso de las aguas residuales es recomendado principalmente para aquellos cultivos que sufrirán una transformación industrial; sin embargo, en América Latina hay un uso elevado en cultivos de consumo directo, como el de hortalizas, lo que representa muchos riesgos para la salud pública que deben ser considerados.
5. Las consecuencias de la utilización de las aguas residuales, al ser un producto de desecho contienen agentes patógenos y otros contaminantes. Por lo que al no ser tratada adecuadamente el agua residual puede producir problemas al medio ambiente y a la salud, cuando son vertidas a cuerpos de agua superficiales pueden provocar contaminación y

eutrofización de cuerpos de agua cercanos, Cuando las aguas residuales son utilizadas en el riego agrícola existe el riesgo de cosechar productos con mala calidad sanitaria que incrementen los riesgos de salud de los consumidores.

6. La mezcla de aguas superficiales con aguas residuales podría llevar contaminantes a zonas donde antes no existían, limitando la siembra a ciertos cultivos que no impliquen riesgos a la salud, Si las aguas residuales se aplican sin considerar prácticas de manejo de suelos y agua, se puede producir un incremento de los niveles freáticos y salinización de los suelos, afectando su productividad.

CAPITULO VI
RECOMENDACIONES

6.0 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la población de El Salvador el uso de las aguas residuales en la agricultura bebido a que es una alternativa para reducir la utilización del agua potable para el riego de los cultivos y jardines. Aunque siempre es recomendable tratarlas antes de su uso, en todos los países de América Latina predomina la práctica del empleo de aguas residuales crudas, estas diluidas en cuerpos de agua superficiales y en menor proporción, el de aguas tratadas, aunque no necesariamente de forma adecuada. Por lo que el empleo seguro en actividades agrícolas requiere un tratamiento y un manejo apropiado
2. Se sugiere a los agricultores y población salvadoreña en general, los sistemas de recolección de agua de lluvia para limpieza doméstica, como para la limpieza de los inodoros, suministro para la lavadora, limpieza de aceras, incluyendo para uso en el jardín y mucho más. Ahorrando hasta un 50% del consumo de agua de la red, utilizando agua de lluvia. Debido a que los sistemas de captación de agua de lluvia pueden generar diversas ventajas, como: Disminuir el uso de la energía y reduce las emisiones de carbono, Reduce la escorrentía, Reabastece los suministros de agua subterránea, Reduce la sobreexplotación de aguas subterráneas, Se obtienen suelos y plantas más saludables, ayudando en economía siendo de bajo mantenimiento.
3. Recordando que un sistema de recolección de agua de lluvia y hacer uso de las aguas residuales, ayudará a reducir inmediatamente las facturas de servicios públicos, teniendo en cuenta que también es una solución muy ecológica que se puede aplicar en pequeña agricultura, así como en agricultura industrial y en propiedades residenciales como en las comerciales. Por lo que el uso de las aguas residuales es una solución viable y eficaz en tiempo de crisis por escases de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia. GUÍA TÉCNICA PARA EL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA. [Internet]. 2018. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/429934/guia_reuso_aguas_residuales.pdf
- 2) Silva J, Torres P, Madera C. Reusó de aguas residuales domésticas en agricultura. Agronomía colombiana. [Internet]. 2008; 26(2) 347–359. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652008000200020
- 3) Rotoplas Centroamérica [Internet]. Centroamerica: Rotoplas; 2021. Disponible en: <https://rotoplascentroamerica.com/6-beneficios-de-recoger-agua-de-lluvia/>
- 4) GUIA PRACTICA E ILUSTRADA: Aguas grises-tratamiento con biojardineras y uso [Internet]. Disponible en: http://difundecr.org/bitstream/handle/123456789/305/Proyecto%20Cosecha%20de%20agua_GUIA%20Uso%20de%20aguas%20grises.pdf
- 5) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The Wealth of waste. The economics of wastewater use in agriculture. Roma [Internet], 2010. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i1629e/i1629e.pdf>
- 6) United Nations Environment Programme [Internet]. 2019. Disponible en: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/mejorar-el-tratamiento-de-aguas-residuales-es-crucial-para-la>
- 7) Banco Mundial [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank>