

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



LAGO DE COATEPEQUE, AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR

KAREN YESENIA FLORES CONTRERAS

EDWIN ALEXANDER MARTÍNEZ RAMÍREZ

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO(A) EN QUÍMICA Y FARMACIA

OCTUBRE 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 GALDÁMEZ

SECRETARIA

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS.

DIRECCIÓN DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL

M.Sc. Ena Edith Herrera Salazar

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESORAS

M.Sc. María del Carmen Polio Martínez

M.Sc. Rosa Mirian Rivas de Lara

TUTORA

Lcda. Katia Eunice Leyton Barrientos

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, gracias a Dios por permitirnos llegar al culmen del camino que hace algunos años comenzó, fue el principal apoyo y motivador para cada día continuar y nunca renunciar a este sueño.

Gracias a la Universidad de El Salvador, porque nos ha permitido convertirnos en profesionales en lo que nos apasiona, gracias a cada maestro que hizo parte de este proceso, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte día con día, el cual hoy se ve reflejado.

Gracias a cada una de nuestras familias porque en cada decisión y proyecto siempre sentimos su apoyo incondicional y siempre nos enseñaron a no rendirnos, a seguir adelante hasta llegar al final del camino.

Gracias a amigos y compañeros que estuvieron con nosotros en cada uno de los momentos de este largo camino.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que directa o indirectamente nos apoyaron siempre y creyeron en nosotros.

Edwin y Karen

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO: por su inmensa sabiduría, fortaleza y derramar sobre mí mucha bendición.

A MI MADRE: Yanira Ramírez por su empeño a lo largo de toda mi carrera.

A MI PADRE: Alonso por su gran apoyo a lo largo de toda mi carrera.

A MIS HERMANOS: Alonso, Raúl y Vanessa por su colaboración a lo largo de mi carrera.

A MI COMPAÑERA: Karen por su comprensión y por su esfuerzo.

A MIS TUTORES: Licda. Katia Leyton, Lic. Mario Hernández y Lic. Guillermo Alvarenga, por su paciencia y constancia en este trabajo y por sus aportes profesionales que los caracterizan.

A DOCENTES: por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable.

Agradezco a todas las personas que apoyaron en la realización de este video documental.

Edwin Alexander Martínez Ramírez

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO: por fortalecerme y acompañarme en todos los momentos de mi vida y carrera.

A MI MADRE: Rosa Contreras, por ser el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, por ser mi mejor guía de vida.

A MI PADRE: Mauricio Flores, por su apoyo en este camino.

A MI HERMANO: Kevin Flores, por siempre creer en mí, por todo su apoyo y constancia.

A MI ESPOSO: Miguel Orellana, por su ayuda y apoyo incondicional para poder culminar mi carrera.

A MI HIJA: Mariana Orellana, por ser el motor que me impulsa cada día para llegar al final de esta meta.

A MI COMPAÑERO: Edwin por la dedicación y el esfuerzo a lo largo de este trabajo.

A MIS TUTORES: Licda. Katia Leyton por su paciencia, comprensión y sus consejos sabios que fueron de mucha ayuda. Lic. Mario Hernández y Lic. Guillermo Alvarenga, por la ayuda y el esfuerzo para poder estar con nosotros en este curso.

A DOCENTES: por compartir sus conocimientos y haber participado en mi formación académica. Agradezco a todas las personas que apoyaron en la realización de este trabajo.

Todas las personas que participaron en la elaboración y edición de este vídeo documental.

Karen Yesenia Flores Contreras

ÍNDICE GENERAL

	Pág. N°
CAPÍTULO I	
1.0 Introducción	9
CAPÍTULO II	
2.0 Objetivos	12
CAPÍTULO III	
3.0 Justificación	14
CAPÍTULO IV	
4.0 Producto final	16
CAPÍTULO V	
5.0 Conclusiones	18
CAPÍTULO VI	
6.0 Recomendaciones	20
Referencias bibliográficas	22

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

Según el Banco Mundial, el agua es un insumo fundamental para la producción agrícola y desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria. La agricultura de regadío representa el 20 % del total de la superficie cultivada y aporta el 40 % de la producción total de alimentos en todo el mundo. Es, en promedio, al menos el doble de productiva por unidad de tierra que la agricultura de terrenos, que solamente se beneficia del agua de la lluvia, lo que permite una mayor intensificación de la producción y diversificación de los cultivos.

En El Salvador, la agricultura es uno de los sectores que más agua utiliza, muchos recursos hídricos superficiales son utilizados para ello. Tal es el caso del Lago de Coatepeque, cuya agua tiene otros fines además del riego, como la potabilización para agua de uso humano, turismo, pesca, deportes, entre otros. Por lo que, la calidad de sus aguas se ve afectada, siendo importante conocer los efectos que ocasiona su uso en el riego de cultivos agrícolas en particular.

Para el desarrollo de este trabajo se llevó a cabo la recopilación de diferentes investigaciones realizadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y otras organizaciones, con el fin de monitorizar la calidad del agua del Lago de Coatepeque en el período comprendido entre los años 2014 a 2023. Para luego, realizar comparaciones con las normativas correspondientes: Organización mundial para la salud (OMS) y reglamentos para agua de consumo humano y para uso de riego. Se comparó con la NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA NSO 13.O7.01.08 AGUA, AGUA POTABLE; LEY DE RIEGO Y AVANAMIENTO: DECRETO #51 DEL DIARIO OFICIAL DE EL SALVADOR.

Para conocer acerca del uso y opinión con respecto a la calidad del agua en la zona, se realizaron entrevistas a pobladores, agricultores y miembros de organizaciones, determinándose que la calidad del agua del Lago de Coatepeque no es apta para el riego agrícola, ni tampoco para consumo humano. A través de esta investigación se identificaron los efectos en los cultivos agrícolas a causa del riego con agua proveniente del Lago. Este estudio muestra también las principales enfermedades que podría ocasionar el consumo de agua procedente del Lago, así

como la ingesta de alimentos que han sido regados con dicho recurso.

Según datos reportados en las investigaciones realizadas por diferentes organismos como el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) y la Universidad de El Salvador, el agua del Lago de Coatepeque no debe utilizarse para una diversidad de actividades, debido a que los valores encontrados sobrepasan los límites permitidos.

CAPÍTULO II

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar las consecuencias del uso de agua del Lago de Coatepeque para riego agrícola.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 2.2.1 Examinar las investigaciones realizadas por el Ministerio de Medio ambiente y Recursos Naturales, y otras organizaciones sobre la calidad del agua del Lago de Coatepeque, durante el período comprendido entre 2014 a 2023.
- 2.2.2 Conocer los diferentes tipos de cultivos en las zonas aledañas al Lago de Coatepeque.
- 2.2.3 Realizar entrevistas a los pobladores y agricultores de la zona para conocer que tanto utilizan el agua del lago de Coatepeque para el riego y para sus actividades domésticas.
- 2.2.4 Describir los efectos en la salud humana y en la producción agrícola por el uso de agua del Lago de Coatepeque para riego.
- 2.2.5 Determinar, con toda la información obtenida, si la calidad del agua del Lago de Coatepeque es apta para el riego agrícola.

CAPÍTULO III

3.0 JUSTIFICACIÓN

El riego ha tenido una función estratégica en el incremento de la producción de alimentos en los alrededores del Lago de Coatepeque, ya que en la zona se produce una gran cantidad de diferentes cultivos agrícolas. Sin embargo, de acuerdo a investigaciones realizadas por diversas autoridades, la calidad del agua del Lago no es apta para el riego agrícola.

Para identificar las consecuencias en los habitantes por el uso del agua del Lago de Coatepeque para riego agrícola se realizaron a partir de entrevistas a diferentes personas, entre ellos pobladores de la zona, agricultores y miembros de organizaciones, quienes dieron a conocer, además de los efectos, las razones principales que llevan a los pobladores del Lago de Coatepeque a utilizar su agua para diversos fines, como riego de cultivos, agua de consumo y para el uso de sus actividades domésticas y recreativas. Conociendo a la vez, si existe regulación y control en el manejo de los vertidos de aguas residuales provenientes tanto de comunidades como restaurantes de la zona.

Este vídeo documental pretende ser un aporte que ayude a visualizar y tomar conciencia sobre las condiciones actuales del agua del Lago de Coatepeque y de esta manera poder prevenir y evitar las consecuencias negativas a la salud de la población que hace uso de ella. A la vez, para que las autoridades tomen cartas en el asunto y los pobladores cuenten con agua de calidad para su uso doméstico y agrícola y no tengan que hacer uso del agua del Lago de Coatepeque para dichas actividades.

CAPÍTULO IV

4.0 PRODUCTO FINAL

Toda la investigación realizada en el Lago de Coatepeque, fue de vital importancia para la recolección de información esencial para la realización este vídeo documental. El cual, detalla principalmente las consecuencias del uso del agua del Lago de Coatepeque para riego agrícola, además de dar a conocer los daños que puede causar a la salud humana el consumo de productos que han sido regados con esta agua.

Para ello, se tomaron como base diferentes investigaciones realizadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), así como también investigaciones realizadas por la Universidad de El Salvador, para conocer la calidad del agua del Lago de Coatepeque. Se utilizaron Normas y Reglamentos establecidos para la calidad de agua para riego y agua de uso humano, comparando los resultados obtenidos en dichas investigaciones y así concluir si el agua del Lago de Coatepeque es o no apta para riego de cultivos.

Ver documental en el enlace siguiente:

<https://youtube.com/watch?v=vqUk0NSgNU0&feature=shared>

CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES

1. Con base a las investigaciones consultadas, de estudios realizados al agua del Lago de Coatepeque, este se encuentra con un alto grado de contaminación, fisicoquímica y microbiológica, lo que la vuelve no apta para riego agrícola y consumo humano.
2. Las aguas de regadío juegan un papel muy importante, ya que el consumo de cultivos con riego del agua contaminada del Lago de Coatepeque, especialmente alimentos que crecen a ras del suelo y que son consumidos crudos, puede ocasionar serios problemas en la salud, entre ellos, problemas gastrointestinales. La mayoría de estas son infecciones, ocasionadas por distintas bacterias, virus y parásitos que pueden ser transmitidos por los alimentos.
3. Los agricultores consultados en la investigación consideran que no es conveniente utilizar el agua del Lago de Coatepeque para el consumo o el riego de cultivos debido al nivel de contaminación que presenta, lo cual incrementa sus costos ya que son obligados a abastecerse mediante la compra del agua a particulares.
4. De acuerdo a las entrevistas realizadas a los agricultores de las zonas aledañas al Lago los principales productos que se cultivan son: Café, árboles frutales y forestales los cuales son cultivos permanentes y cultivos de temporada como son maíz, frijol, ejote, tomate, chile dulce y ayote.
5. Parte de la contaminación del agua del Lago de Coatepeque procede de las aguas residuales de las comunidades aledañas ya que no cuentan con un sistema de tratamiento previo a su descarga.
6. Aunque existe un convenio firmado por la Fundación Coatepeque con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en el 2019, en donde ambas instituciones trabajarán en el desarrollo de un plan de manejo integrado del Lago, aún hay mucho por hacer para mejorar su calidad.

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES

1. El MARN, MINSAL y FUNDACOATEPEQUE deben de continuar con la elaboración de sistemas, para darle un mejor tratamiento a las aguas y grasas residuales provenientes de restaurantes, quintas, hoteles y comunidades en los alrededores del Lago, proyecto que dio inicio en el año 2021.
2. Las entidades encargadas como el MARN, SNET, ANDA, etc. deben tomar acciones para evitar la contaminación del Lago, a través de la ayuda a las poblaciones para tener un mejor acceso al agua de calidad para cada uno de sus usos.
3. La comunidad debe aumentar las acciones encaminadas a buscar que las autoridades ambientales como MARN y ANDA instalen sistemas de agua potable, sistemas de tratamiento y saneamiento de aguas residuales en la cuenca del Lago, ya que según informes del MARN Y FUNDACOATEPEQUE son proyectos que se están tratando desde 2019 y no hay hasta el momento ninguna solución.
4. Al Ministerio de Turismo (MITUR) realizar campaña denominada “Yo quiero Coatepeque limpio” presentada en el año 2022 y hasta que a la fecha no ha sido desarrollada.
5. A las alcaldías involucradas: Santa Ana, Ízalco, Coatepeque y El Congo tomar acciones para implementar mecanismos de recolección de desechos en la zona del Lago periódicamente, ya que no se cuenta con esto actualmente.
6. A las autoridades o Instituciones gubernamentales (alcaldías y ministerios) controlar actividades recreativas y deportivas en el Lago de Coatepeque de tal manera que las descargas de origen humano, industrial y domésticas sea cada vez menor.
7. A las autoridades de Salud y Medio Ambiente tener una mayor comunicación y coordinación con la población de la cuenca, para la elaboración de planes para el manejo aguas de negras y grises.

8. A las empresas incorporar sistemas de pretratamiento de trampa de grasas para hoteles, restaurantes, salas de eventos y otros lugares en los que su proceso implica la elaboración de alimentos.
9. El MARN y ADESCOS deben continuar con las jornadas de capacitación y sensibilización para preservar la calidad del agua del Lago de Coatepeque y minimizar la contaminación de este recurso hídrico.
10. Continuar con el trabajo de las ADESCO con diferentes organizaciones defensoras del medio ambiente, para seguir gestionando proyectos que mejoren la calidad del agua y, por tanto, mejoren la calidad de vida del ecosistema y así preservarlo.
11. A las comunidades de los alrededores No utilizar el agua del Lago Coatepeque para ningún tipo de consumo humano, ya que es un riesgo para la salud y puede causar serios daños.
12. Es necesario que los agricultores hagan uso de pesticidas, insecticidas, abonos y fertilizantes permitidos y la vez utilizar insumos agrícolas de origen orgánico, con el objetivo de evitar posibles fuentes contaminantes y minimizar el excesivo aporte de nutrientes al suelo y que estos terminen contaminando aún más el Lago.
13. De acuerdo a resultados obtenidos por el MARN y la Universidad de El Salvador, se recomienda a los pobladores, no utilizar el agua del Lago de Coatepeque para riego de cultivos de ningún tipo, ya que la calidad del agua no es apta para este uso y el consumo de cultivos que han sido regados con esta agua puede causar graves daños a la salud de las personas que lo consumen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cea M. “La calidad de agua de Coatepeque es fundamental para salvar la vida del lago”, advierte la Fundación Coatepeque [Internet]. La Prensa Gráfica. 2023 [citado el 27 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/La-calidadde-agua-de-Coatepeque-es-fundamental-para-salvar-la-vida-del-lago-advierte-la-FundacionCoatepeque-20230221-0079.html>
2. de Medio Ambiente y Recursos Naturales M. Evaluación de la calidad del agua lago de Coatepeque: año 2014. 2014 [citado el 1 de noviembre de 2023]; Disponible en: <http://rcc.marn.gob.sv/handle/123456789/155>
3. de los Recursos Hidráulicos. CID y. C. REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DE RIEGO Y AVENAMIENTO [Internet]. Fao.org. [citado el 20 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.mag.gob.sv/wp-content/uploads/2021/06/49ley-de-riego-y-avenamiento.pdf>
4. Dimas A. Lago de Coatepeque: Fuente de vida y cloaca de sus habitantes [Internet]. FOCOS. 2021 [citado el 27 de junio de 2023]. Disponible en: <https://focostv.com/lagode-coatepeque-fuente-de-vida-y-cloaca-de-sus-habitantes/>
5. Diversifican cultivos para cuidar cuenca lago Coatepeque [Internet]. Noticias de El Salvador - elsalvador.com. 2014 [citado el 27 de junio de 2023]. Disponible en: <https://historico.elsalvador.com/historico/125050/diversifican-cultivos-para-cuidar-cuenca-lago-coatepeque.html>
6. Edu.sv. [citado el 27 de junio de 2023]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4753/1/16100018.pdf>
7. Evaluación de la calidad del lago de Coatepeque. El Salvador — 2021 [Internet]. Gob.sv. [citado el 27 de junio de 2023]. Disponible en: <https://cidoc.ambiente.gob.sv/documentos/evaluacion-de-la-calidad-del-lago-de-coatepeque-el-salvador-2021/>
8. Gráfica LP. Detectan proliferación de algas en lago de Coatepeque [Internet]. La Prensa Gráfica. 2023 [citado el 27 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/Detectan-proliferacion-de-algas-en-lago-de-Coatepeque-20230106-0051.html>.

9. Gráfica LP. Extraen y venden sin control el agua de lago Coatepeque [Internet]. La Prensa Gráfica. 2018 [citado el 27 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/Extraen-y-venden-sin-control-el-agua-de-lago-Coatepeque-20180617-0080.html>
10. Gráfica LP. La protección estatal que no llegó al lago de Coatepeque [Internet]. La Prensa Gráfica. 2023 [citado el 1 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/La-proteccion-estatal-que-no-llego-al-lago-de-Coatepeque-20230225-0056.html>
11. Gráfica LP. Plan de manejo del lago de Coatepeque restringe extracción de agua [Internet]. La Prensa Gráfica. 2023 [citado el 1 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/Plan-de-manejo-del-lago-de-Coatepeque-restringe-extraccion-de-agua-20230714-0084.html>
12. Grario M a: D. LEY DE RIEGO Y AVENAMIENTO [Internet]. Gob.sv. [citado el 20 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://cidoc.ambiente.gob.sv/documentos/evaluacion-de-la-calidad-del-lago-de-coatepeque-el-salvador-2021/>
13. Instituto P. ECA para Agua [Internet]. Instituto Ambiental. 2023 [citado el 20 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://institutoambiental.pe/eca-para-agua/>
14. Introducción I. EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA LAGO DE COATEPEQUE AÑO 2014 [Internet]. Gob.sv. [citado el 27 de junio de 2023]. en:<http://rcc.marn.gob.sv/bitstream/handle/123456789/155/Lago%20de%20Coatepeque%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20agua%20del%20Lago%20de%20Coatepeque%20presenta%20condiciones%20alcalinas%20y,desarrollo%20de%20la%20vida%20acu%C3%A1tica>
15. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES [Internet]. Gob.sv. [citado el 27 de junio de 2023]. Disponible en: <http://rcc.marn.gob.sv/bitstream/handle/123456789/154/Informe%20Lago%20de%20Coatepeque%202012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. M. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Internet]. Gob.sv. [citado el 1 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.marn.gob.sv/realizamos-jornada-de-capacitacion-y-sensibilizacion-para-proteger-el-lago-de-coatepeque/>
17. Norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08.: agua, agua potable (segunda actualización) [Internet]. Gob.sv. [citado el 20 de octubre de 2023]. Disponible en:

<https://cidoc.ambiente.gob.sv/documentos/norma-salvadorena-obligatoria-nso-13-07-0108-agua-agua-potable-segunda-actualizacion/>

18. Quintanilla R, Guerra J. Reporte de Análisis de Fitoplancton Lago de Coatepeque [Internet]. Edu.sv. 2000 [citado el 2 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://eluniversitario.ues.edu.sv/wpcontent/uploads/sites/11/2023/01/INF_23_02_Informe_Fitoplancton_Lago_de_Coatepeque_coloracion_turquesa.pdf.
19. “Si no hacemos nada, Coatepeque será un lago muerto en 20 años”, alerta Fundación Coatepeque [Internet]. Noticias de El Salvador - elsalvador.com. 2021 [citado el 27 de junio de 2023]. <https://historico.elsalvador.com/historico/847751/contaminacion-lago-de-coatepeque-fundacion.html>.
20. Travel L. Lago volcánico de Coatepeque en El Salvador, un lugar para disfrutar [Internet]. CATA. 2017 [citado el 27 de junio de 2023]. <https://www.visitcentroamerica.com/visitar/lago-coatepeque/>
21. Vides W. Falta de institucionalidad en el Lago de Coatepeque [Internet]. Unidad Ecológica Salvadoreña. [citado el 1 de septiembre de 2023]. <https://unes.org.sv/2023/03/04/falta-de-institucionalidad-en-el-lago-de-coatepeque/>