

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
SECCIÓN DE LABORATORIO CLÍNICO**



**INFORME FINAL DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN:
CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE AGUA**

**TÍTULO DEL INFORME FINAL:
CONTAMINACIÓN EN EL RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL**

**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO**

PRESENTADO POR:

EVA ELIZABETH LEMUS RAMOS N° CARNET LR20031
IRENE ALEXANDRA ORTIZ MACHADO N° CARNET OM20003
VANESSA GUADALUPE MUÑOZ DIAZ N° CARNET MD20002

DOCENTE ASESOR:

LIC. DARTON ALEXANDER VELÁSQUEZ

OCTUBRE DE 2025
SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES**



**MSC JUAN ROSA QUINTANILLA
RECTOR**

**DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN
VICERRECTORA ACADÉMICA**

**MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO**

**LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA
SECRETARIO GENERAL**

**LIC. CARLOS AMILCAR SERRANO RIVERA
FISCAL GENERAL**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**

AUTORIDADES



**MSC. CARLOS IVÁN HERNÁNDEZ FRANCO
DECANO**

**DRA. NORMA AZUCENA FLORES RETANA
VICEDECANA**

**LIC. CARLOS DE JESÚS SÁNCHEZ
SECRETARIO**

**DR. AMADEO ARTURO CABRERA GUILLÉN
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA**

**MSC. LORENA PATRICIA PACHECO DE QUINTANILLA
COORDINADORA DEL PROCESO DE GRADO DE LA CARRERA DE
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO**

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por permitirnos alcanzar una meta más en nuestra formación profesional.

A nuestros padres, por ser nuestra mayor motivación y apoyo constante en cada etapa de este camino.

A nuestros docentes, por su acompañamiento y orientación a lo largo del desarrollo de nuestra carrera.

A las instituciones que nos han brindado valiosa información acerca de la problemática que estamos investigando, así como a nuestra Alma Mater la Universidad de El Salvador que ha impulsado la investigación de diversos problemas que afectan profundamente nuestro país.

Y a todas las personas que, de una u otra forma, colaboraron y nos apoyaron en este proceso, hasta la culminación del mismo.

Eva, Irene y Vanessa

ÍNDICE

Resumen	I
Abstract	II
Introducción	3
Discusión	5
Determinación de coliformes en el Rio Grande de San Miguel.....	7
Acciones implementadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	10
Monitoreo de la calidad del agua en El Salvador.....	11
Contaminación y vulnerabilidad de los acuíferos en la zona oriental de El Salvador.....	13
Calidad del agua en los ríos de El Salvador según el índice de calidad del agua ICA.....	15
Descarga de aguas negras según el plano oficial de la Red de Alcantarillado Sanitario.....	17
Regulación legal de la contaminación del agua en El Salvador.....	17
Conclusión.....	20
Referencias bibliográficas.	22

Resumen

El presente artículo de revisión narrativa tiene como objetivo identificar y clasificar las principales fuentes de contaminación que afectan la calidad del agua del Río Grande de San Miguel, uno de los afluentes más importantes de la zona oriental de El Salvador. A través del análisis de antecedentes técnicos, estudios institucionales y datos hidrológicos, se evidenció un deterioro progresivo de este recurso hídrico, que incide negativamente en la salud pública, el equilibrio ecológico y la sostenibilidad de las comunidades que dependen de él. Entre los factores más relevantes se destacan la descarga de aguas residuales sin tratamiento, el uso excesivo de agroquímicos en zonas agrícolas, y la acumulación de desechos sólidos. Informes del Ministerio de Medio Ambiente (MARN) y del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) clasifican la calidad del agua del río como “regular” o “mala” según el Índice de Calidad del Agua ICA, con presencia significativa de coliformes fecales, bajos niveles de oxígeno disuelto y condiciones inadecuadas para el desarrollo de vida acuática.

Asimismo, el estudio subraya la necesidad urgente de implementar medidas correctivas y preventivas, tanto a nivel institucional como comunitario. La gestión ambiental adecuada, el fortalecimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y la concientización ciudadana son elementos clave para revertir el daño ambiental y garantizar el derecho humano al agua. El presente trabajo de investigación servirá como una base informativa para la toma de decisiones ambientales efectivas, así como para promover una mayor concientización y participación social en la protección del recurso hídrico.

Palabras clave: Río Grande, Ministerio de Medio Ambiente, contaminación, desechos sólidos, agroquímicos, pesticidas, Cámara Ambiental, Cuenca media, ANDA, SNET, MARN.

Abstract

The objective of this research project is to identify and classify the main sources of pollution affecting the water quality of the Grande de San Miguel River, one of the most important tributaries in eastern El Salvador. Through the analysis of technical background information, institutional studies, and hydrological data, a progressive deterioration of this water resource was evident, which negatively affects public health, ecological balance, and the sustainability of the communities that depend on it. Among the most relevant factors are the discharge of untreated wastewater, the excessive use of agrochemicals in agricultural areas, and the accumulation of solid waste—especially plastics—in various sections of the river. Reports from the Ministry of the Environment (MARN) and the National Territorial Studies Service (SNET) classify the river's water quality as “fair” or “poor” according to the ICA Water Quality Index, with significant presence of fecal coliforms, low levels of dissolved oxygen, and inadequate conditions for aquatic life.

The study also highlights the urgent need to implement corrective and preventive measures at both the institutional and community levels. Proper environmental management, strengthening wastewater treatment systems, and raising public awareness are key elements in reversing environmental damage and guaranteeing the human right to water. This research will serve as an informative basis for effective environmental decision-making, as well as for promoting greater awareness and social participation in the protection of water resources.

Keywords: Rio Grande, Ministry of the Environment, pollution, solid waste, agrochemicals, pesticides, Environmental Chamber, Middle Basin, ANDA, SNET, MARN.

Introducción

El Río Grande de San Miguel, ubicado en el oriente de El Salvador, representa una fuente vital de agua para actividades domésticas, agrícolas e industriales en la región. Sin embargo, en los últimos años, este recurso natural ha sido objeto de una creciente preocupación debido a los altos niveles de contaminación que presenta. Diversos estudios y reportes locales han alertado sobre el deterioro de la calidad del agua, lo cual afecta no solo al ecosistema acuático, sino también a las comunidades que dependen de este río para su sustento diario.

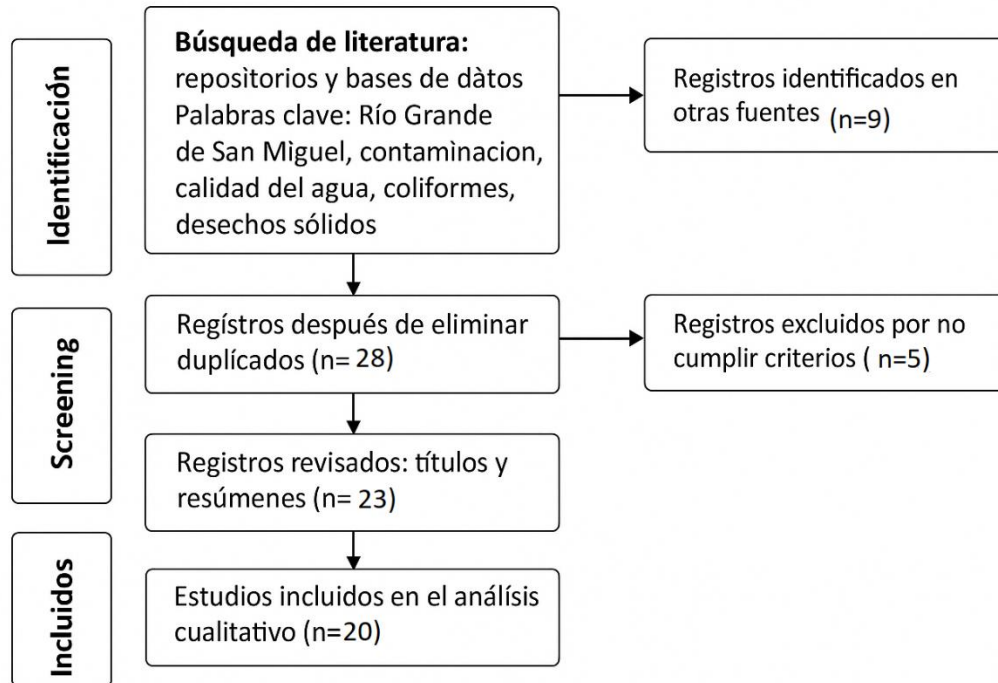
La Cámara Ambiental de Segunda Instancia emitió recientemente una medida cautelar que ordena a ministros, alcaldes y otros funcionarios a ejecutar acciones debido a la contaminación del Río Grande de San Miguel, que afecta directamente al suelo, agua, aire, paisaje y biodiversidad de los 45 municipios que atraviesa el río.

La contaminación de este afluente se debe a múltiples factores, entre ellos el vertido de aguas residuales sin tratamiento, el uso excesivo de agroquímicos, y la disposición inadecuada de desechos sólidos. A pesar de la gravedad del problema, aún existe una limitada información sistematizada sobre las principales fuentes contaminantes y su impacto.

Por ello, el presente artículo de revisión tiene como objetivo identificar las principales fuentes de contaminación que afectan a este río, así como evaluar su impacto en el medio ambiente y en la salud de las poblaciones cercanas. Con esta información, se espera evaluar los efectos de la contaminación sobre la calidad fisicoquímica y biológica del agua.

El proceso de búsqueda, depuración y selección de la información del presente artículo se hizo a partir de una revisión de literatura consultando repositorios institucionales y bases de datos institucionales, con el fin de recopilar los datos más relevantes. Dicho proceso se resume en el diagrama de flujo. Ver figura 1.

Figura 1. Diagrama de flujo para los resultados de búsqueda y selección de información.



Fuente: Elaboración propia con base a la revisión de los diferentes artículos considerados en el estudio.

Discusión

La cuenca del Río Grande de San Miguel cuenta con 2,352.67 Kilómetros cuadrados localizada en la parte oriental de la Meseta Central, limita al sur con una pequeña zona de la bahía de Jiquilisco, al este con la cuenca del Río Goascorán y los cerros Ventarrón, Yayantique, Juana Pacha y El Arco, cuya principal característica es el volcán de San Miguel, al norte colinda con la cordillera de Cacahuatique, al oeste con la cuenca del río Lempa pasando por los volcanes de San Miguel, Usuluán, Cerro El Tigre y Laguna Seca. Comprende gran parte de los municipios del departamento de San Miguel, entre los que se encuentran los de San Miguel, Chirilagua, Quelepa, Moncagua, Chapeltique, Lolotique, Nueva Guadalupe y Chinameca. Comprende, además, parte de los municipios de San Buenaventura, Jucuapa y Nueva Granada, del departamento de Usulután, y parte del municipio de El Carmen, del departamento de La Unión. (1)

El Servicio Hidrológico Nacional (SHN) del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) realizó una evaluación de la calidad de agua del Río Grande de San Miguel en el mes de noviembre del año 2003 y marzo del año 2004, aplicando la metodología estandarizada para monitoreo de aguas superficiales. Para evaluar la calidad de agua del río se aplicó el Índice de Calidad de Agua (ICA) diseñado para evaluar la amenaza que representa el agua a la población que tiene contacto con ella y las características del agua aptas para al desarrollo de vida acuática. Se ubicaron cuatro puntos de toma de muestra para el control de la contaminación en el canal principal, los cuales fueron: Villerías, Ciudad de San Miguel Puente Moscoso, El delirio y Vado Marín.

Se realizaron mediciones de calidad de agua en campo y se recolectaron muestras de tipo: Físicoquímicas, Bacteriológicas y Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días. Para el mes de noviembre el ICA clasifica los cuatro sitios estudiados como de calidad "Regular", lo que indica en estos lugares representan una amenaza

para el contacto humano y no existen condiciones para el desarrollo de vida acuática.
(2)

Dentro de los resultados se obtuvieron niveles bajos de oxígeno disuelto y valores arriba de las 1000 bacterias/100ml de coliformes fecales. Es importante mencionar que antes de entrar a la Ciudad de San Miguel la calidad de agua del río presenta niveles elevados de coliformes fecales por encima de los 2000 Bacterias/100 ml.

Por lo antes descrito, decidieron ampliar la red de trabajo a los afluentes que dan nacimiento al Río Grande de San Miguel. Para el mes de marzo del 2004 se presenta un deterioro mayor de la calidad de las aguas del río, debido a que el ICA la clasifica como “Regular” los sitios Villerías y El Delirio; para los sitios Puente Moscoso y Vado Marín la calidad de agua es “Mala”, según el sistema ICA la calidad del agua la mide según los parámetros siguientes: (ver tabla N°1)

Tabla N°1. Escala de Índice de Calidad del Agua ICA.

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, Índice de Calidad del agua ICA. (2)

El agua del río debajo de la ciudad de San Miguel presenta niveles de oxígeno disuelto menores a 1 mg/L y valores de coliformes fecales de hasta 2,2 millones de bacterias por 100/ml. En el sitio de muestreo El Delirio la calidad del agua mejora de

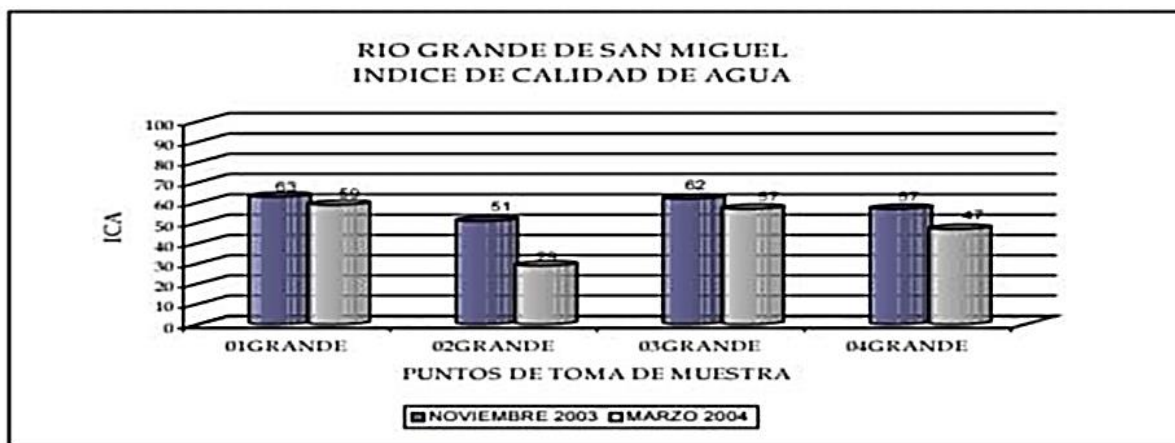
una forma leve debido a un efecto de dilución ocasionado por la Laguna de Olomega, pero debido a las descargas no puntuales en el sitio Vado Marín la calidad del agua se deteriora presentando valores de oxígeno disuelto menores de 2.5 mg/L. (2) (ver tabla N°2 y grafica N°1)

Tabla N°2. Puntos de toma de muestra.

CODIGO	UBICACION
01GRANDE	Río Grande de San Miguel, Estación Hidrométrica Villerías
02GRANDE	Río Grande de San Miguel aguas abajo de la Ciudad de San Miguel en puente Moscoso
03GRANDE	Río Grande de San Miguel, Estación Hidrométrica El Delirio
04GRANDE	Río Grande de San Miguel, Estación Hidrométrica Vado Marín

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Servicio Hidrológico Nacional. (2)

Gráfica N°1. Resultados de los niveles de contaminación alcanzados y clasificados según escala ICA.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Servicio Hidrológico Nacional. (2)

Determinación de coliformes en el Río Grande de San Miguel

En 2002 se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de coliformes en el Río Grande de San Miguel, este estudio se desarrolló en el período de julio a octubre de 2002, realizando un muestreo por mes. Se estudiaron 9 sitios de muestreo, correspondiente a 9 ríos afluentes al Río Grande de San Miguel, siendo: Río Guayabal, San Esteban, Taisihuat, El Jute, El Rebalse, Miraflores, La Pelota, Desagüe de La

Laguna de San Juan y el Río Desagüe de la Laguna de Olomega; se ubicaron dos puntos de muestreo en cada sitio, uno 10 metros antes de la descarga y 100 metros abajo de la descarga con el propósito de determinar el grado de contribución de los ríos afluentes a la carga bacteriana del Río Grande de San Miguel a lo largo de su recorrido.

Para determinar la concentración de coliformes totales se aplicó la técnica de Tubos Múltiples de Fermentación por el Método del Número más Probable (NMP), y en la concentración de Coliformes Fecales y *Escherichia coli* se utilizó la técnica de Recuento en Placa por el método del Recuento Total Bacteriano (RTB). Las descargas de los ríos afluentes a la cuenca media del Río Grande de San Miguel son fuente principal de contaminación, debido a que estos reciben las aguas domésticas e industriales a lo largo de su recorrido sin tratamiento previo.

Los puntos de muestreo ubicados 10m antes de la descarga del río afluente presentan una menor concentración de Coliformes Totales comparados con el punto ubicado a 100m después de la descarga, la diferencia que se encuentra entre ambos puntos de un río es la contribución de Coliformes Totales que cada afluente aporta a la cuenca media del Río Grande de San Miguel. (3) (ver tabla N°3, 4 y 5).

Tabla N°3. Contribución de Coliformes Totales de cada uno de los nueve ríos afluentes de la cuenca media del Río Grande de San Miguel durante el período de Julio –Octubre del año 2002.

<i>BLOQUES</i> <i>TRATAMIENTOS</i>	<i>JULIO</i>	<i>AGOSTO</i>	<i>SEPTIEMBRE</i>	<i>OCTUBRE</i>
<i>T1 (Guayabal)</i>	22000	6000	57000	167000
<i>T2 (S. Esteban)</i>	117000	135000	50000	385000
<i>T3 (Taisihuat)</i>	57000	1057000	50000	367000
<i>T4 (El Jute)</i>	640000	1025000	367000	640000
<i>T5 (El Rebalse)</i>	400000	365000	170000	400000
<i>T6 (Miraflores)</i>	640000	640000	640000	640000
<i>T7 (La Pelota)</i>	90000	860000	18000	310000
<i>T8 (San Juan)</i>	122000	421000	220000	220000
<i>T9 (Olomega)</i>	54000	176000	70000	117000

Fuente: Repositorio UES, Tesis. “ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE COLIFORMES EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL, EL SALVADOR” (3)

Tabla N°4. Contribución de Coliformes Fecales de las descargas de los ríos afluentes de la cuenca media del Río Grande de San Miguel durante el período de Julio –Octubre del año 2002.

<i>BLOQUES</i> <i>TRATAMIENTOS</i>	<i>JULIO</i>	<i>AGOSTO</i>	<i>SEPTIEMBRE</i>	<i>OCTUBRE</i>
<i>T1 (Guayabal)</i>	4600	1100	400	1500
<i>T2 (S. Esteban)</i>	20400	11100	3100	4000
<i>T3 (Taisihuat)</i>	25900	700	9200	15300
<i>T4 (El Jute)</i>	6200	21700	1000	1700
<i>T5 (El Rebalse)</i>	8400	21500	4500	900
<i>T6 (Miraflores)</i>	24900	2300	17500	2000
<i>T7 (La Pelota)</i>	23100	1300	1500	11800
<i>T8 (San Juan)</i>	28000	21700	5000	4900
<i>T9 (Olomega)</i>	300	300	2200	6100

Fuente: Repositorio UES, Tesis. “ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE COLIFORMES EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL, EL SALVADOR” (3)

Tabla N°5. Contribución de *Escherichia coli* de los ríos afluentes de la cuenca media del Río Grande de San Miguel durante el período de Julio –Octubre del año 2002

<i>BLOQUES TRATAMIENTOS</i>	<i>JULIO</i>	<i>AGOSTO</i>	<i>SEPTIEMBRE</i>	<i>OCTUBRE</i>
<i>T1 (Guayabal)</i>	<i>400</i>	<i>500</i>	<i>100</i>	<i>1100</i>
<i>T2 (S. Esteban)</i>	<i>7800</i>	<i>300</i>	<i>200</i>	<i>2200</i>
<i>T3 (Taisihuat)</i>	<i>1400</i>	<i>400</i>	<i>1900</i>	<i>16900</i>
<i>T4 (El Jute)</i>	<i>700</i>	<i>23600</i>	<i>300</i>	<i>3200</i>
<i>T5 (El Rebalse)</i>	<i>1600</i>	<i>15800</i>	<i>3400</i>	<i>400</i>
<i>T6 (Miraflores)</i>	<i>3400</i>	<i>400</i>	<i>7900</i>	<i>7000</i>
<i>T7 (La Pelota)</i>	<i>3600</i>	<i>1800</i>	<i>400</i>	<i>5200</i>
<i>T8 (San Juan)</i>	<i>1600</i>	<i>4700</i>	<i>5800</i>	<i>3400</i>
<i>T9 (Olomega)</i>	<i>1300</i>	<i>4000</i>	<i>200</i>	<i>3500</i>

Fuente: Repositorio UES, Tesis. "ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE COLIFORMES EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL, EL SALVADOR" (3)

Acciones implementadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

La restauración ambiental del Río Grande de San Miguel es el tema que motivó al ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), coordinar y buscar medidas que reduzcan la contaminación de su cauce. El Río Grande se desplaza por cuarenta y cinco municipios de Morazán, San Miguel y Usulután y es alimentado por muchos afluentes. Sus aguas están contaminadas por heces fecales, desechos sólidos y sedimento que en algunos puntos de la zona baja se acumulan convirtiéndose en ríos de plástico que tienen como destino final el océano, para esto el MARN instalaría ríos bardas con el objetivo de atrapar los desechos que flotan en la superficie y así impedir que la contaminación llegue al océano. (4)

Monitoreo de la calidad del agua en El Salvador.

A medida el Río Grande de San Miguel cruza la Ciudad de San Miguel, se convierte en el desagüe del drenaje de la ciudad donde desembocan el cien por ciento de las aguas residuales, esta contaminación ha venido degradando el sistema ecológico del río, las principales fuentes de contaminación en este tramo son las aguas residuales de uso industrial y el excesivo uso de pesticidas. (5)

Se realizó en la época seca del año 2022 un muestreo de la red de monitoreo de calidad de agua de El Salvador. Esta red cuenta con 123 sitios de muestreo permanentes para el control de la calidad de agua, distribuidos en los principales ríos en el territorio nacional. En cada uno de los sitios de muestreo, se realizan mediciones de caudal, mediciones de calidad de agua in situ, además de la recolección y traslado de muestras de agua para su análisis posterior en el Laboratorio de Calidad del Agua del Ministerio de Medio Ambiente. (ver tabla N°6)

Tabla N°6. Resultado de muestreo de la red de monitoreo de agua de El Salvador.

Sitio de muestreo	Ubicación	Potabilizar	Riego	Consumo de especies	Actividades recreativas	CCME-WQI	Clasificación
H01CAÑAS	Río Las Cañas, cantón y cooperativa San Jacinto, San Miguel	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	41	MALA
H01GRAND	Río Grande de San Miguel, aguas arriba de estación hidrométrica Villerías, San Miguel	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	36	MALA
H02GRAND	Río Grande de San Miguel, 250 m aguas debajo de puente Moscoso, San Miguel	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	23	PÉSIMA
H03GRAND	Río Grande de San Miguel, cantón y caserío La Canoá, San Miguel	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	34	MALA
H04GRAND	Río Grande de San Miguel, cantón Vado Marín	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	34	MALA
H01SANTA	Río Santa María, calle antigua a Santa María	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	42	MALA
H02VILLE	Río Villerías, cantón Mayaquín, San Miguel	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	31	MALA

Fuente: Calidad del Agua de los Ríos de El Salvador (6)

De ese estudio se concluyó que la calidad de las aguas superficiales de esta región hidrográfica no cumple con las características de calidad de agua para potabilización, debido a valores fuera de rango, principalmente para los siguientes parámetros: (ver tabla N°7)

Tabla N°7. Calidad de aguas superficiales en la región hidrográfica del Río Grande de San Miguel.

Parámetros	Rango	Valor guía
Coliformes fecales	1700 NMP y 54 millones de bacterias/100 ml	2000 NMP/100 ml
Fosforo	0.93 a 5.55 mg/L	menor a 0.15 mg/L
Arsénico	0.02 a 0.036 mg/L	menor a 0.01 mg/L
Fenoles	0.03 a 0.52 mg/L	0.01 mg/L

Fuente: Elaboración propia, a partir de la bibliografía revisada, Calidad del Agua de los Ríos de El Salvador. (6)

Ninguno de los sitios evaluados cumple con las características necesarias para calidad de agua para riego sin restricciones, debido a valores fuera de rango, principalmente para los siguientes parámetros: (ver tabla N°8)

Tabla N°8. Calidad de aguas superficiales en la región hidrográfica del Río Grande de San Miguel para uso de riego.

Parámetro	Valor obtenido	Valor guía
Coliformes fecales.	1700 a 54 millones de bacterias/100 ml.	1000 NMP/100ml.
Bicarbonatos.	114.95 a 321.07 mg/L	91.53 mg/L.
Nitratos.	9.03 a 28.03 mg/L.	Menor de 5 mg/L.

Fuente: Elaboración propia, a partir de la bibliografía revisada, Calidad del Agua de los Ríos de El Salvador. (6)

Adicionalmente, otros parámetros de calidad del agua que, aunque con menor frecuencia, no cumplen con las guías establecidas son: manganeso, pH y sólidos disueltos totales. Además, ninguno de los siete sitios evaluados en el Río Grande de San Miguel cumple con las guías de calidad del agua para el consumo de especies de producción animal, debido a la presencia de valores de manganeso y mercurio que exceden los límites. (6)

En cuanto al agua destinada a actividades recreativas con contacto directo, ninguno de los sitios evaluados cumple con las características requeridas de calidad del agua para este uso, debido a valores fuera del rango permitido (ver tabla N° 9).

Tabla N°9. Resultado de la calidad del agua para actividades recreativas con contacto directo.

Parámetro	Valor obtenido	Valor guía
Coliformes totales.	1700 a 54 millones de bacterias/100ml	Menor de 200 NMP/100ml
Oxígeno disuelto.	No detectable hasta 4.42mg/L	Valor mínimo de 5 mg/L
Aceites y grasas.	5.83 mg/L	Menor o igual a 5 mg/L

Fuente: Elaboración propia, a partir de la bibliografía revisada, Calidad del Agua de los Ríos de El Salvador. (6)

Contaminación y vulnerabilidad de los acuíferos en la zona oriental de El Salvador

Los acuíferos cercanos a la cadena volcánica, especialmente en la zona de San Miguel, han incrementado su vulnerabilidad en las últimas décadas debido a la presión sobre el recurso hídrico y a la contaminación proveniente de áreas urbanas. En la planicie costera, aunque históricamente se han usado menos para el abastecimiento urbano, han sido claves para riego y consumo rural. Sin embargo, presentan trazas de

contaminantes por el uso intensivo de agroquímicos desde los años 50, especialmente en plantaciones de algodón y caña de azúcar.

En la región costera, el acuífero asociado a las Lagunas de Olomega y El Jocotal tiene gran importancia estratégica por ser agua dulce y estar en zona Ramsar (humedal de importancia internacional), lo que lo protege parcialmente de la intrusión marina y de la contaminación directa. No obstante, su principal riesgo actual proviene de los afluentes contaminados del El Río Grande de San Miguel, que interactúa directamente con este sistema, comprometiendo su calidad y aumentando la vulnerabilidad hídrica de la zona. (7)

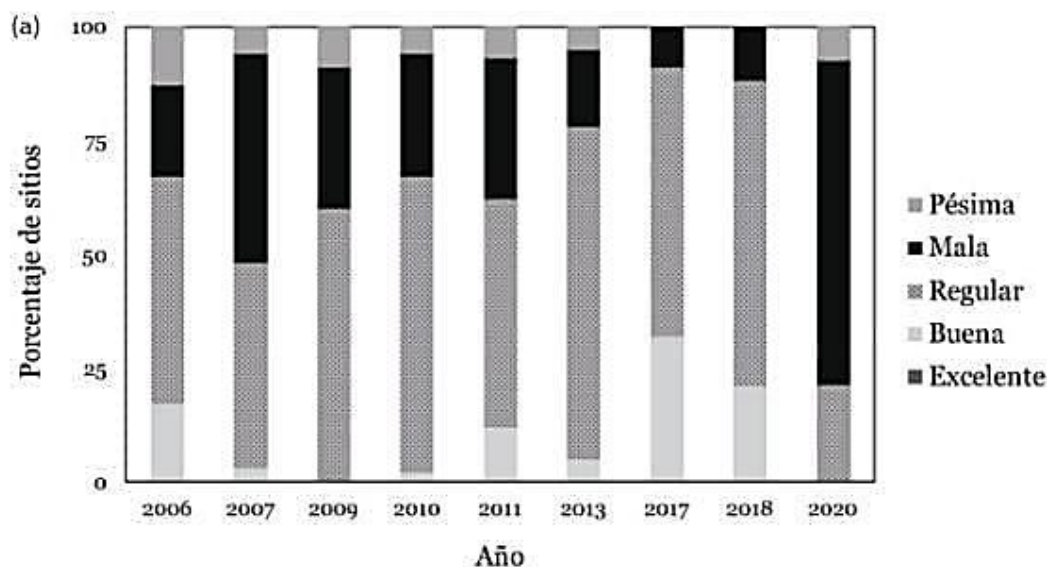
La cuenca baja del El Río Grande refleja la realidad de muchos ríos que están muriendo, no solo porque llueve menos, sino por la contaminación. Se estima que del total de desechos que se produce en todo el país, unas 380 toneladas no tienen disposición final y parte de estos desechos son arrastrados hacia quebradas y ríos, que luego terminan en el mar. El Ministerio de Medio Ambiente realizó una intervención en la que participaron unas 70 personas entre personal del Ministerio de Obras Públicas (MOP), Guarda Recursos del MARN y habitantes de la comunidad Puertecito Ramírez, ubicada en Puerto Parada, Usulután, como parte del programa “SOS Ríos Limpios” impulsado en 2019. En esta jornada se recolectó la basura acumulada y fue trasladada a los rellenos sanitarios correspondientes, además de realizar planes de limpieza y educación ambiental. (8)

La calidad del agua de los Ríos de El Salvador se ha visto disminuida en los últimos años, debido a alteraciones causadas por el deterioro de las cuencas y por causas naturales, pero sobre todo por la actividad humana que genera contaminación por desechos sólidos, la extracción de grava, el vertido de aguas residuales de tipo ordinario y sobre todo directamente a los afluentes naturales. La disminución de la calidad del agua en los ríos causa efectos negativos en la flora y fauna asociada; pero también al desembocar en los bosques salados, esteros y océanos, llevando materia inorgánica, metales pesados y otros contaminantes de origen antropogénico. (9)

Calidad del agua en los ríos de El Salvador según el índice de calidad del agua ICA.

Según el Informe Nacional del Estado del Medio Ambiente del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN, 2017), la calidad del agua del Río Grande de San Miguel se clasifica en la categoría de “mala”. (ver gráfica N.º 2).

Gráfica N.º2. Clasificación de la calidad del agua según sistema ICA.



Fuente: Estudios Centro Americanos ECA. Contaminación del agua en El Salvador, Evaluación de la Calidad del Agua de los Ríos. (10)

Las heces fecales, clasificadas como contaminación biológica, son uno de los principales factores que contribuyen a la mala calidad del agua de los ríos. También se suma la contaminación física que comprende la presencia de desechos sólidos, sedimentos, obstrucción, acumulación de plástico y basura en los caudales.

La contaminación de los Ríos de El Salvador alcanza niveles alarmantes, los estudios realizados por instituciones gubernamentales y no gubernamentales, arrojan datos elevados de contaminación. Tal es el caso del informe realizado por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales sobre la “contaminación de El Río Grande de San

Miguel” en el cual se calificó la calidad del agua como “regular”, para indicar la amenaza que representaban las aguas para el contacto humano. (10)

La contaminación química proveniente del uso de pesticidas esta también diseminada, particularmente en áreas donde se cultiva algodón en las planicies costeras del sur este.

En el Río Grande de San Miguel se han encontrado concentraciones de 3.15 miligramos de DDT por litro de agua, lo cual es tres veces mayor que el límite letal para peces. Existen reportes de que los ríos y arroyos en las principales áreas agrícolas están altamente contaminados con químicos y pesticidas agrícolas. (11)

La contaminación del agua también produce la formación y desprendimiento de metales pesados y la generación de drenaje ácido. Esto porque en el subsuelo existe una gran cantidad y variedad de metales pesados que son removidos y traídos a la superficie en los fragmentos de roca que contienen oro y plata. Así, metales peligrosos como el arsénico, plomo, selenio, talio, antimonio y cadmio terminan contaminando Ríos y aguas subterráneas, tal como sucedió con los Ríos ubicados en antiguas zonas mineras en San Miguel, Morazán y La Unión. (12)

Según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN (2012) y el “Catálogo de Zonas Críticas Prioritarias en Humedales Ramsar”. El agua residual de origen urbano no tratada contamina el agua con patógenos dañinos a la salud humana y vida silvestre aledaña, reduce los niveles de oxígeno, incrementa la turbidez del agua, eleva la contaminación, lo cual limita los usos del recurso hídrico, así como la biodiversidad acuática. (13)

Descarga de aguas negras según el plano oficial de la Red de Alcantarillado Sanitario.

El grado de contaminación de las aguas de El Río Grande es alto. El perímetro en donde el río se contamina más por los desechos que recibe es el que bordea la ciudad de San Miguel, ya que en este tramo del río se realizan las descargas de las aguas negras de la ciudad. En la zona urbana de la ciudad de San Miguel existen once puntos de descarga de aguas residuales domésticas según el plano oficial de la Red de Alcantarillado Sanitario de ANDA. (14)

La situación en que se encuentra el Río Grande de San Miguel es muy crítica y amerita de soluciones que permitan reducir la contaminación generada por las descargas de aguas negras proveniente de la ciudad, una de las opciones más viables desde el punto de vista técnico, es llevar a cabo un diagnóstico de la Red de Alcantarillado Sanitario existente, y un estudio de lugares óptimos para la construcción de planta de tratamiento para las aguas negras, evitando de esta manera las descargas de aguas contaminadas al cauce de El Río Grande de San Miguel. (15)

Regulación legal de la contaminación del agua en El Salvador

En El Salvador existe legislación que norma el vertido de aguas de uso industrial y doméstico a cuerpos de agua receptores y que sanciona los casos de contaminación ambiental entre la legislación vigente se encuentra:

- ❖ Ley de Medio Ambiente: Establece principios para la protección, conservación y recuperación del medio ambiente, incluyendo cuerpos de agua. (16)
- ❖ Ley de Aguas: Regula el uso y aprovechamiento del agua en el país, con el objetivo de garantizar su sostenibilidad. (17)

- ❖ Reglamento Especial para el Control de Descargas y Vertidos de Aguas Residuales: Regula la contaminación por desechos líquidos, obligando a las industrias a cumplir con estándares de tratamiento de aguas residuales. (18)
- ❖ Código Penal: Contempla sanciones contra quienes contaminen cuerpos de agua, estableciendo multas y penas de prisión en casos graves. (19)

A pesar que La Legislación existe se debe tomar en cuenta que no se cumple al cien por ciento y que se deberían de aumentar las multas o endurecer las penalidades para quienes provoquen contaminación en el cauce del río, ya que esto afecta gravemente la salud de la fauna nativa y de la fauna externa que se alimenta de dicho recurso incluyendo la población.

En general dentro de las principales causas de contaminación que afectan al Río Grande de San Miguel se encuentran:

- Vertido de aguas residuales: la falta de tratamiento adecuado de las aguas negras provenientes de hogares y empresas es una de las principales fuentes de contaminación.
- Gestión deficiente de residuos: La basura que no se gestiona adecuadamente, incluyendo plásticos, a menudo termina en los ríos a través de la escorrentía o vertidos directos.
- Residuos industriales: muchas fábricas y talleres descargan productos químicos y desechos tóxicos directamente al río sin ningún control.
- Deforestación: la eliminación de árboles y vegetación en la cuenca hidrográfica reduce la capacidad de filtración natural del suelo, al quitar la barrera protectora de vegetación permite que la basura llegue directamente a los ríos, ya que la población desconoce el impacto negativo que esto genera.

La restauración ecológica en las orillas del Río Grande de San Miguel se enfoca en recuperar los bosques de galería, ecosistemas que desempeñan un papel esencial en la protección de los recursos hídricos y en la conservación de la biodiversidad. Según el documento “Visión sostenible del río Grande de San Miguel”, la estrategia principal consiste en establecer bandas protectoras de vegetación riparia, estas franjas ayudan a proteger o “tamponar” los recursos hídricos y sistemas acuáticos, frente a la contaminación y los impactos que proceden de los cultivos agrícolas intensivos en los suelos adyacentes. (20)

Conclusión

La revisión realizada sobre las fuentes de contaminación del El Río Grande de San Miguel deja en evidencia una realidad preocupante, este río, que por generaciones ha sido una fuente de vida y sustento para muchas comunidades del oriente del país, enfrenta un grave deterioro. Las causas no son ajenas a nuestro día a día. El vertido de aguas residuales sin tratamiento, la acumulación de desechos sólidos, el uso indiscriminado de agroquímicos y la mala gestión de residuos en las comunidades son factores que, en conjunto, han puesto en peligro este valioso recurso natural.

No se trata solo de daños al ecosistema; se trata también de la salud y bienestar de las personas que dependen del río para sus actividades cotidianas como lo son lavar, regar cultivos, pescar o simplemente convivir con la naturaleza. El agua que alguna vez fue clara y abundante, hoy representa un riesgo, sobre todo para quienes tienen menos acceso a servicios básicos.

Estos hallazgos evidencian que la contaminación del río no solo afecta al ecosistema acuático, sino que también representa una seria amenaza para la salud humana, especialmente para las poblaciones que utilizan el agua del río.

Ante esta problemática, se vuelve imperativo promover políticas públicas enfocadas en el saneamiento del río, establecer controles más estrictos sobre las actividades agrícolas e industriales, y fortalecer la educación ambiental en todos los niveles de la sociedad. La participación de las instituciones gubernamentales, las organizaciones comunitarias y la ciudadanía es esencial para detener el avance del daño y recuperar la salud del río.

Es por ello se sugiere que se realicen medidas integrales para el saneamiento del Río Grande de San Miguel, en las que se incluyen:

- Campañas de concientización comunitaria para fomentar la protección de este recurso vital.
- Jornadas de limpieza y recolección de desechos sólidos más frecuentes.
- Hacer cumplir la legislación denunciando a quien contamine con desechos sólidos el río, para la imposición de la respectiva multa.
- Crear comités para gestión de manejo de desechos sólidos, en todas las comunidades asentadas en la ribera del río.
- Jornadas de reforestación en zonas deforestadas de la ribera del río.
- A nivel gubernamental monitoreo más estricto del manejo de las aguas residuales de uso industrial y doméstico de las comunidades asentadas.

Referencias bibliográficas.

1. RIVERSAVE. Cuenca Hidrográfica del Rio Grande de San Miguel. [Online]; 2024. Acceso 30 de octubre de 2025. Disponible en: <https://beatricord.github.io/RiverSave.github.io/Cuenca.html>.
2. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Servicio Nacional de Estudios Territoriales, Servicio Hidrológico Nacional. Evaluación de la Calidad de Agua del Rio Grande de San Miguel. [Online]. San Salvador; 2003. Acceso 26 de septiembre de 2025. Disponible en: <https://www.snet.gob.sv/Hidrologia/icasanmiguel.pdf>.
3. Portillo Zelaya A. Análisis cualitativo y cuantitativo de coliformes en la cuenca media del Rio Grande de San Miguel. [Tesis de pregrado]. [Online]. San Miguel; 2003. [Repositorio Institucional Universidad de El Salvador] ; Acceso 25 de agosto de 2025. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/de4eaaf0-c503-4b7e-b972-241a4b86993f>.
4. Ministerio de Medio Ambiente y Cámara ambiental. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [Online].; 2019. Acceso 26 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.sv/marn-y-camara-ambiental-buscan-apoyo-en-alcaldes-de-oriente-para-rescatar-el-rio-grande-de-san-miguel/>.
5. Contreras Herrera B, Montepeque Parada J. Propuesta de Diseño de Obras de Mitigación de Riesgo Causadas por la Inundación del Rio Grande de San Miguel en el Sector Suburbano. [Tesis de pregrado]. [Online]. San Miguel; 2007 [Repositorio Institucional Universidad de El Salvador]. Acceso 11 de septiembre de 2025. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/1ac35e46-6748-4d67-9fdd-8e8a0df3fb04/content>.
6. Ministerio de Medio Ambiente. Informe de la Calidad del Agua de los Ríos de El Salvador. [Online]. San Salvador; 2022. Acceso 14 de septiembre de 2025. Disponible en: <https://www.snet.gob.sv/ver/hidrologia/monitoreo+hidrologico/calidad+de+agua/calidad+de+agua+2022/>.
7. Quiñones Basagoitia J. La Gestión de Las Aguas Urbanas del Área Metropolitana de El Salvador. [Online]. San Salvador; Global Wáter Partnership; 2014. Acceso 25 de septiembre de 2025. Disponible en: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/arte-informe-aguas-urbanas-gwp-el-salvador-13012015.pdf.

8. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa SOS Ríos Limpios. [Online].; San Salvador; 2019. Acceso 23 de agosto de 2025. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.sv/gobierno-lanza-programa-sos-rios-limpios/>.
9. Castillo Mendoza J. SOS Ríos de El Salvador. Revista acuaciencia. [Online]. 2023; 2(1):15-18. Acceso 26 de septiembre de 2025. Disponible en: <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/aqc/article/view/2671/2641>.
10. Martínez V, Lee D, Alyami I, Zimila H, Bautista F, Fuentes A, et al. Contaminación del agua en El Salvador: Evaluación de la calidad del agua de los ríos y estudio preliminar de la presencia de contaminantes orgánicos emergentes. eca [Internet]. 2024 jul. 8 [acceso 23 de agosto 2025];78(775):21-49. Disponible en: <https://revistas.uca.edu.sv/index.php/eca/article/view/8014>.
11. Oliva Vejar A, Zeledón Álvarez S, Hernández Serrano J. Aspectos Técnicos en el Manejo y Tratamiento del Agua en la Vivienda Urbana de El Salvador. [Tesis de pregrado]. Antiguo Cuscatlán: Biblioteca Virtual Universidad Dr. José Matías Delgado. [Online].; 2010. Acceso 31 de octubre de 2025. Disponible en: <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/06/ARQ/ADOA0000805.htm>.
12. Asociación de Distribuidores de El Salvador (ADES). Minería metálica y su inviabilidad en El Salvador. San Salvador [Online].; 2008. Acceso 31 de octubre de 2025. Disponible en: https://omal.info/IMG/pdf/200807_ades_mineria_el_salvador.pdf.
13. RAMSAR. Lista de humedales de importancia internacional. [Online].; 2005. Acceso 28 de Septiembre de 2025. Disponible en: <https://www.ramsar.org/sites/default/files/2023-08/sitelist.pdf>.
14. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). Marco de Gestión Ambiental y Social, Proyecto de Agua Resiliente en El Salvador. [Online].; 2023. Acceso 28 de Septiembre de 2025. Disponible en: https://www.anda.gob.sv/wp-content/uploads/2023/03/MARCO-DE-GESTION-AMBIENTAL-Y-SOCIAL-ANDA_BM-P178734.pdf.
15. Pérez Reyes J, Quintanilla Ayala J, Yanes Acosta N. Diagnóstico de red pública de aguas residuales domésticas y estudio para la ubicación de planta de tratamiento de la ciudad de San Miguel. [Tesis de pregrado]. San Miguel [Repositorio Institucional Universidad de El Salvador]. 2014{Online}. Acceso 12 de agosto de 2025. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/0a77cf6e-9ee6-4d48-8b2f-cfb3f0dad0e8>.
16. Asamblea Legislativa de la Republica de El Salvador. Ley del Medio Ambiente. Decreto N°233. [Online]. San Salvador 1998 marzo 2 . Acceso 2 de octubre de

2025. Disponible en: <https://www.asamblea.gob.sv/sites/default/files/documents/decretos/B736B383-52B3-46CE-AB6A-BE9BFF2F4635.pdf>.
17. Autoridad Salvadoreña del Agua. Ley General de Recursos Hídricos. [Online]. San Salvador: ASA; 2022 julio 6 2022. Acceso 11 de octubre de 2025. Disponible en: <https://www.asa.gob.sv/wp-content/uploads/2024/08/Ley-General-de-los-Recursos-Hidricos.pdf>.
18. Diario Oficial. Reglamento Especial para el Control de Descargas y Vertidos de Aguas Residuales Descargadas a Un Cuerpo Receptor. 11 de marzo 2009 [Online]. Acceso 11 de septiembre de 2025. Disponible en: https://estadisticas.dgehm.gob.sv/wp-content/uploads/2016/08/Norma_Aguas_Residuales.pdf.
19. Jurisdicción Ambiental de El Salvador. Corte Suprema de Justicia Republica de El Salvador. La Responsabilidad Administrativa Ambiental. [Online]. 2012. Acceso 14 de septiembre de 2025. Disponible en: <https://www.csj.gob.sv/jurisdiccion-ambiental-de-el-salvador-la-responsabilidad-administrativa-ambiental/#:~:text=En%20ese%20orden%2C%20las%20conductas,responsabilidad%20de%20funcionarios%20y%20empleados>.
20. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Biblioteca Ambiental, Visión Sostenible del Rio Grande de San Miguel. [Online].; 2020. Acceso 31 de octubre de 2025. Disponible en: <https://bibliotecaambiental.ambiente.gob.sv/documentos/vision-sostenible-del-rio-grande-de-san-miguel-guia-para-la-restauracion-ecologica-en-cultivos-de-cana-de-azucar-un-ejemplo-practico-en-las-riberas-del-rio-grande-de-san/>.