



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
ESCUELA DE POSTGRADO**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN
GESTION AMBIENTAL**

**“Influencia del riego con agua residual urbana de
la ciudad de Tumbes sobre la calidad
microbiológica del cultivo de Arroz (*Oryza sativa*).
2016”**

PRESENTADO POR:

Br. SILVIA MARIBEL CHANCAFE GREY

TUMBES – PERU

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
ESCUELA DE POSTGRADO**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN
GESTION AMBIENTAL**

**“Influencia del riego con agua residual urbana de
la ciudad de Tumbes sobre la calidad
microbiológica del cultivo de Arroz (*Oryza sativa*).
2016”**

PRESENTADO POR:

Br. SILVIA MARIBEL CHANCAFE GREY

TUMBES – PERU

2019

DECLARACION DE ORIGINALIDAD

Yo Silvia Maribel Chancafe Grey, declaro que los resultados reportados en esta tesis, son producto de mi investigación con el apoyo permitido de terceros en cuanto a su concepción y análisis.

De igual manera, afirmo que hasta donde tengo conocimiento no contiene información previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de citas y con propósitos exclusivos de ilustración o comparación.

Asimismo, afirmo que cualquier información presentada en esta investigación, sin citar a un tercero es de mi propia autoría. Declaro finalmente que la redacción de esta tesis, es resultado de mi propio trabajo, con la directriz y apoyo de mi asesor de tesis y mi jurado calificador, en cuanto a la concepción y al estilo de la presentación o a la expresión escrita.

Br. SILVIA MARIBEL CHANCAFE GREY



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES ESCUELA DE POSGRADO


ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En Tumbes, a los treinta y un días del mes de mayo del año dos mil diecinueve, a las Once horas, en El aula de Sesiones de la Escuela de Posgrado, se reunieron los miembros del jurado designados con Resolución Directoral N° 064-2015/UNTUMBES-EPG-D; Dr. Napoleón Puño Lecamaque - Presidente; Dr. Miguel Antonio Puestas Chully - Secretario; Dr. Leocadio Malca Acuña - Vocal y con Resolución Directoral N° 0105-2019/UNTUMBES-EPG-D, se fijó la fecha de sustentación y defensa de la tesis: **Influencia del Riego con Agua Residual Urbana de la Ciudad de Tumbes sobre la calidad Microbiológica del Cultivo de Arroz (*Oryza sativa*), 2016**, presentada por la egresada del Programa de Maestría en Ciencias con mención en Gestión Ambiental Silvia Maribel Chancafe Grey, asesorado por el Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro.

Concluida la exposición y sustentación, absueltas las preguntas y efectuadas las observaciones, lo declaran: Aprobado por Unanimidad, dando cumplimiento al Art. 29° del Reglamento de Investigación con fines de Graduación en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las Doce horas, se dio por concluido el acto académico, y dando conformidad se procedió a firmar la presente acta en presencia del público.

Tumbes, 31 de mayo de 2019.



Dr. Napoleón Puño Lecamaque
Presidenta



Dr. Miguel Antonio Puestas Chully
Secretario



Dr. Leocadio Malca Acuña
Vocal

C.c. Jurado de Proyecto de Tesis (3), Asesor (1), sustentante (1), UI (2)

RESPONSABLES

Br. SILVIA MARIBEL CHANCAFE GREY

EJECUTORA

Dr. GERARDO JUAN FRANCISCO CRUZ CERRO

ASESOR

JURADO DICTAMINADOR

DR. NAPOLEÓN PUÑO LECARNAQUE

PRESIDENTE

DR. MIGUEL PUESCAS CHULLY

SECRETARIO

DR. LEOCADIO MALCA ACUÑA

VOCAL

DEDICATORIA

=====

A Dios, nuestro Señor, por su gran misericordia de guiarme siempre, para lograr mis objetivos.

A mi madre, Emilia Victoria, por su apoyo incondicional y permanente.

AGRADECIMIENTO

=====

A mis padres, Segundo y Victoria, por su apoyo constante en mi formación profesional.

Al Dr. Gerardo Cruz Cerro, por su ayuda desinteresada, para la culminación de esta investigación.

SILVIA MARIBEL

CONTENIDO

	Pàg.
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUCCION	15
2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	20
2.1. Antecedentes.....	20
2.2. Bases teórico-científicas.....	24
2.3. Definición de Términos básicos.....	31
3. MATERIAL Y METODOS	36
3.1. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis.....	36
3.2. Población, muestra y muestreo.....	36
3.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.4. Procesamiento y análisis de datos.....	45
4. RESULTADOS	46
4.1. Descripción de los Puntos de Muestreo.....	46
4.2. Medidas de los Parámetros Microbiológicos.....	58
5. DISCUSION	75
6. CONCLUSIONES	84
7. RECOMENDACIONES	85
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	86
9. ANEXOS	94

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01. Límites Máximos Permisibles Para Efluentes de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales Domesticas o Municipales.....	37
Tabla 02. Lugares de muestreo de la Provincia de Tumbes.	38
Tabla 03. Resultados del Primer Muestreo de Coliformes Totales.	58
Tabla 04. Resultados del Primer Muestreo de Coliformes Fecales.	59
Tabla 05. Resultados del Segundo Muestreo de Coliformes Totales.	59
Tabla 06. Resultados del Segundo Muestreo de Coliformes Fecales.	60
Tabla 07. Resultados del Tercer Muestreo de Coliformes Totales.	60
Tabla 08. Resultados del Tercer Muestreo de Coliformes Fecales.	61
Tabla 09. Resultados del Cuarto Muestreo de Coliformes Totales.	62
Tabla 10. Resultados del Cuarto Muestreo de Coliformes Fecales.	63
Tabla 11. Resultados de Coliformes Totales por muestreo.....	64
Tabla 12. Resultados de Coliformes Fecales por muestreo.....	65
Tabla 13. Resultados de Parásitos encontrados en muestras de aguas.....	73
Tabla 14. Resultados de Parásitos encontrados en muestras de agua por puntos de muestreo.....	74
Tabla 15. Recolección de muestras.....	94
Tabla 16. Coliformes Totales Prueba Presuntiva. Diluciones.....	95
Tabla 17. Coliformes Totales. Prueba Presuntiva.....	96
Tabla 18. Coliformes Totales. Prueba Confirmativa. Diluciones.....	96
Tabla 19. Coliformes Totales. Prueba Confirmativa.....	97
Tabla 20. Coliformes Fecales. Diluciones.....	97
Tabla 21. Coliformes Fecales.....	98

Tabla 22. Coliformes Totales. Prueba presuntiva. Diluciones.....	99
Tabla 23. Coliformes Totales. Prueba Presuntiva.....	99
Tabla 24. Coliformes Totales. Prueba Presuntiva. Diluciones.....	100
Tabla 25. Coliformes Totales. Prueba Confirmativa.....	100
Tabla 26. Coliformes Fecales. Diluciones.....	101
Tabla 27. Coliformes Fecales.....	101
Tabla 28. Coliformes Totales. Prueba Presuntiva. Diluciones.....	102
Tabla 29. Coliformes Totales. Prueba Presuntiva.....	102
Tabla 30. Coliformes Totales. Prueba Confirmativa. Diluciones.....	103
Tabla 31. Coliformes Totales. Prueba Confirmativa.	103
Tabla 32. Coliformes Fecales. Diluciones.....	104
Tabla 33. Coliformes Fecales.	104
Tabla 34. Coliformes Totales. Prueba Presuntiva. Diluciones.....	105
Tabla 35. Coliformes Totales. Prueba Presuntiva.....	105
Tabla 36. Coliformes Totales. Prueba Confirmativa. Diluciones.....	106
Tabla 37. Coliformes Totales. Prueba Confirmativa.	106
Tabla 38. Coliformes Fecales. Diluciones.....	107
Tabla 39. Coliformes Fecales.....	107
Tabla 40. Ubicación Geográfica de lugares de muestreo.....	108
Tabla 41. Datos técnicos de puntos de muestreo.....	109

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01. Punto de Muestreo José Lishner Tudela.....	47
Figura 02. Punto de Muestreo Corrales.....	49
Figura 03. Punto de Muestreo Estación de Bombeo Coloma.....	51
Figura 04. Punto de Muestreo La Cruz.....	53
Figura 05. Punto de Muestreo Cultivo de Arroz La Tuna.....	55
Figura 06. Mapa de Tumbes.....	56
Figura 07. Mapa de Tumbes con la Ubicación de los puntos de muestreo.....	57
Figura 08. Coliformes Totales por Meses de Muestreo.....	61
Figura 09. Coliformes Fecales por meses de Muestreo.....	62
Figura 10. Coliformes Totales por Puntos de Muestreo.....	63
Figura 11. Coliformes Fecales por Puntos de Muestreo.....	64
Figura 12. Concentración de Coliformes Totales por Puntos de Muestreo.....	65
Figura 13. Concentración de Coliformes Fecales por Puntos de Muestreo.....	66
Figura 14. Parásitos encontrados en Muestras de agua	73
Figura 15. Parásitos encontrados en Muestras de agua por punto de muestreo	74

RESUMEN

Esta investigación se realizó para determinar la influencia del riego con agua residual urbana sobre la calidad microbiológica del cultivo de arroz en la ciudad de Tumbes, el monitoreo se realizó en Setiembre y Octubre del 2016 y Enero y Febrero del 2017, recolectándose 168 muestras de agua de las lagunas de estabilización, de los cultivos de arroz y de raíces de la planta de arroz, para determinar Coliformes Totales, Fecales y presencia de parásitos. Para Coliformes Fecales, en la poza de estabilización de José Lishner Tudela, se obtuvo valores máximos de 11×10^6 NMP/100 ml en el afluente, para Corrales de 28×10^5 NMP/100 ml, para la estación de bombeo Coloma de 11×10^6 NMP/100 ml en el efluente y de 17×10^5 NMP/100 ml en la captación de agua, para La Cruz de 14×10^5 NMP/100 ml en el afluente, para el agua de los cultivos de arroz La Tuna de 5.4×10^5 NMP/100 ml y en las raíces de la planta 2.2×10^5 NMP/100 g y en el dren La Tuna 3.9×10^5 NMP/100 ml. Se determinó la presencia de parásitos como *Giardia lamblia*, *Blastocystis hominis*, *Entamoeba coli*, *Endolimax nana*, *Balantidium coli*, *Entamoeba histolytica* y *Strongyloides estercolaris*. Concluyéndose que la calidad del agua residual usada para el riego de cultivos de arroz, no es aceptable, por superar los Límites Máximos Permisibles establecidos para vertidos a cuerpos de agua, que corresponde a 1×10^4 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, según el Ministerio de Ambiente, afectando negativamente la calidad microbiológica de las raíces de las plantas de arroz.

Palabras clave: Lagunas de estabilización, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, límites máximos permisibles.

ABSTRACT

This research was conducted to determine the influence of irrigation with urban waste water on the microbiological quality of rice cultivation in the city of Tumbes, monitoring was carried out in September and October 2016 and January and February 2017, 168 water samples were collected from the stabilization lagoons, rice crops and roots of the rice plant, to determine Total Coliforms, Fecals and the presence of parasites. For Fecal Coliforms, in the stabilization pool of José Lishner Tudela, maximum values of 11×10^6 NMP/100 ml were obtained in the tributary, for Corrales 28×10^5 NMP/100 ml, for the Coloma 11×10^6 NMP/100 ml pumping station in the effluent and 17×10^5 NMP/100 ml in the cap water, for the Cross 14×10^5 NMP/100 ml in the tributary, for water of rice crops La Tuna 5.4×10^5 NMP/100 ml and in the roots of the plant 2.2×10^5 NMP/100 g and in the drain La Tuna 3.9×10^5 NMP/100 ml. The presence of parasites such as *Giardia lamblia*, *Blastocystis hominis*, *Entamoeba coli*, *Endolimax nana*, *Balantidium coli*, *Entamoeba histolitica* and *Strongyloides estercolaris* was determined. Concluding that the quality of wastewater used for the irrigation of rice crops is not acceptable, to exceed the Maximum Permissible Limits established for discharges to bodies of water, corresponding to 1×10^4 NMP/100 ml of thermotolerant coliforms, according to the Ministry of the Environment, adversely affecting the microbiological quality of the roots of rice plants.

Keywords: Stabilization gaps, thermotolerant coliforms, *Escherichia coli*, permissible maximum limits.

1. INTRODUCCION

El agua es un recurso finito y vital en el desarrollo de las comunidades, en lo económico, industrial, mantenimiento de ecosistemas protegidos, la agricultura, el desarrollo sustentable y al ser un recurso renovable, el agua es en las últimas décadas más limitada. La contaminación de las aguas produce una alteración en su calidad, un cambio perjudicial en las características físicas, químicas y biológicas que afectan notablemente la vida humana y las diversas especies, según el Ministerio del Ambiente. (2010)

Las actividades urbanas, industriales, mineras y agrícolas son causas de la contaminación del agua, puesto que la mayoría de cascos urbanos desembocan sus desagües a cuerpos de agua como ríos, lagos y al mar, arrastrando excrementos, detergentes, residuos industriales y petróleo, dañando plantas y animales acuáticos; con el vertimiento de desagües sin ningún proceso, se diseminan, microorganismos como bacterias, virus, hongos, huevos de parásitos, como indica Medrano. (2001)

Es indispensable garantizar la conservación del río Tumbes, ya que la parte baja de la cuenca, es intensamente cultivada con plantaciones de arroz y plátano, además posee la mayor diversidad de peces y camarones de río de la costa peruana, siendo el único ambiente en donde vive el cocodrilo de Tumbes y la nutria del Noroeste, por lo cual evitando la descarga de aguas residuales que superen los Límites Máximos Permisibles que aprueba el Ministerio del Ambiente para efluentes de plantas de tratamientos de aguas residuales domésticas o municipales, se logra la protección del recurso, según el Ministerio del Ambiente.(2015)

El grado de contaminación de las aguas residuales urbanas de Tumbes y las enfermedades que nos exponemos, son los motivos que me impulsaron a realizar el presente trabajo de investigación con la fin de conocer sobre esta problemática y encontrar soluciones idóneas a los efectos negativos que la actividad entrópica viene causando a través del tiempo, como prevenir y cómo actuar frente a este problema.

1.1. Situación problemática

En nuestro planeta Tierra, uno de los compuestos químicos más abundantes es el agua. La contaminación del medio hídrico es un álgido problema que en las últimas décadas ha llegado a límites máximos, poniendo en peligro latente la continuidad de las generaciones venideras, debido al gran desarrollo industrial y al crecimiento demográfico, que conlleva a la generación de un dilema que se ve incrementado por la centralización tanto industrial como humana en áreas demarcadas.

A través de los procesos de autodepuración natural, el agua recupera sus características iniciales, para ser reutilizadas para otros fines, cuando los vertidos producidos por la población y por el sistema industrial, son asimilados por los cauces receptores, estando dentro de los valores aceptables, confirmándose lo manifestado por Cerón y col. (2005), que cuando los vertidos producidos son de tal envergadura, la capacidad de autodepuración del cauce es insuficiente, deteriorándose de tal manera, que imposibilita la reutilización del agua para fines subsiguientes.

Cerca del 80% del agua residual municipal e industrial, en la ciudad de México, son desembocadas a los cuerpos de agua, sin haber recibido algún tipo de procesamiento, siendo consecuencia de la inadecuada eficiencia en el tratamiento del agua, lo que ha originado que las fuentes subterráneas sean aprovechadas y que la calidad habitual del agua se haya deteriorado, debido al gran crecimiento poblacional, según indica Fernández. (2010)

Entre causas que originan el deterioro de calidad del agua, en nuestro país, según el Ministerio del Ambiente (2010), en las cuencas de Catamayo-Chira y Puyango-Tumbes, están los vertimientos domésticos sin tratamiento anticipado; el inapropiado manejo de los residuos peligrosos industriales y urbanos y la existencia de un gran número de pasivos ambientales, corroborándose con lo indicado por Medrano (2001), que constituye un grave problema de salud pública, cuando se contaminan las fuentes de agua con concentraciones elevadas de bacterias, virus y

parásitos, cuando estas aguas residuales de tipo doméstico son lanzadas a los cuerpos de agua sin ningún tratamiento.

La mayoría de las aguas servidas del departamento de Tumbes, no reciben un adecuado tratamiento de depuración, ya que no existe en la ciudad una planta para este propósito y las descargas que se efectúan sobre el río Tumbes a 1 km aguas abajo del puente, contaminan el cauce ya que son bobeados directamente.

En todo el mundo, la base de la alimentación de la mayoría de los habitantes la constituye el arroz, ya que la economía de muchos países gira en torno a este cultivo, estableciéndose como alimento principalmente y como parte de la cultura y la religión. En el uso del agua de riego, se considera el más ineficiente, el riego por inundación para el cultivo tradicional del arroz, siendo el cultivo de arroz bajo riego por aspersión un riego de tipo aerobio, originado por la escasez de agua a nivel mundial y el incremento de la demanda del cultivo.

El crecimiento de la planta y por ende el rendimiento del cultivo depende principalmente de la calidad del agua. En los últimos años, se ha incrementado notablemente el riego de cultivos con aguas residuales, ya que el aporte de gran cantidad de nutrientes, incremento del rendimiento de los cultivos, reserva permanente de agua, mejora de la calidad de los suelos y ampliación de la frontera agrícola son factores positivos que poseen estas aguas.

Para Moscoso (1995) en agricultura, el uso de las aguas residuales son justificadas por los factores positivos que poseen estas aguas, pero a su vez existen limitaciones o riesgos potenciales que recaen directamente sobre el suelo y el cultivo, como la contaminación microbiológica de los productos, la bioacumulación de elementos tóxicos, la salinización e impermeabilización del suelo y el desbalance de nutrientes en el suelo. Para mitigar estos factores negativos, se aplican estrategias múltiples de

manejo agrícola que pueden disminuir potencialmente estos riesgos latentes.

1.2. Formulación del problema

El agua una vez que ha sido utilizada, sufre cambios en sus características físicas, químicas y microbiológicas, las cuales pueden afectar en mayor o menor grado el medio ambiente. El conocer estas características y el procesamiento depurativo del agua residual es fundamental para evitar la contaminación ambiental simbolizada en el recurso hídrico, al igual que para la prevención de la salud en la comunidad. Es así que surge la formulación del problema:

¿Cuál es la influencia del riego con agua residual urbana de la ciudad de Tumbes sobre la calidad microbiológica del cultivo de arroz (*Oryza sativa*)?

1.3. Justificación e Importancia del problema

Desde el punto de vista técnico-ambiental los resultados del presente trabajo, permitieron identificar la contaminación microbiana producida por el uso del agua residual urbana en el riego de cultivo de arroz, además de cuantificar la carga microbiana de las aguas residuales urbanas, así como la posible presencia de estos microorganismos en el cultivo, estos resultados obtenidos de los seis puntos de muestreo, correspondieron a la margen derecha e izquierda del río Tumbes.

Socialmente el presente estudio permitirá predecir si la carga microbiana presente en el cultivo de arroz procedente del agua residual urbana, podría afectar la salud de la población, dado el alto consumo de este cereal en Tumbes y a nivel de la costa de nuestro país, para poder predecir algunas de las enfermedades que se asocian a los microorganismos encontrados.

Desde el punto de vista económico, el presente estudio podría sentar las bases para determinar el costo socio-ambiental de las consecuencias del

riego con agua residual urbana sobre el cultivo de arroz, ligado al impacto ambiental de las mismas, los efectos sobre la salud, mediante la aplicación de metodologías de la economía ambiental.

1.4. Hipótesis

¿El riego con agua residual urbana de la ciudad de Tumbes, influye significativamente sobre la calidad microbiológica del cultivo de arroz (*Oryza sativa*)?

1.5. Objetivos

Objetivo General

Determinar la influencia del riego con agua residual urbana de la ciudad de Tumbes sobre la calidad microbiológica del cultivo de arroz (*Oryza sativa*).

Objetivos específicos

1. Determinar la calidad microbiológica del agua residual urbana de la ciudad de Tumbes.
2. Evaluar la calidad microbiológica del cultivo de arroz que se riega con agua residual urbana de la ciudad de Tumbes.
3. Determinar la presencia de parásitos en el agua residual urbana y en los cultivos de arroz de la ciudad de Tumbes.

2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. Antecedentes

Hernández y col. (2014) evaluaron 54 muestras de suelo y plantas, en 16 puntos de colección de agua en los canales de regadío en el módulo II del Distrito de Riego 28, Tulancingo, Hidalgo (México), concluyendo que los recuentos más altos de coliformes fecales fueron 2×10^{10} NMP/100 ml de agua residual, 10^9 NMP/100 g de suelo, 10^9 NMP/100 g de raíz y 3×10^9 NMP/100 g de tallo y 11 puntos de muestreo presentaron helmintos, sugiriéndose que para evitar enfermedades entre los usuarios, se deben depurar las aguas residuales antes de su aprovechamiento.

Jiménez (2014) determinó la existencia de parásitos como *Giardia lamblia*, *Balantidium sp.*, *Entamoeba sp.*, *Blastocystis sp.* y concluye que las lagunas de estabilización de Covicorti en Trujillo, presentan agua de mala calidad que no es aceptable al superar los Límites Máximos Permisibles, para aguas residuales urbanas y los Estándares de Calidad Ambiental, para uso de riego y pecuario, alcanzando valores de 1.6×10^8 NMP/100 ml.

Añazco (2013) en su investigación sobre contaminación microbiológica fecal del río Tumbes, indica que se arrojan residuos orgánicos cloacales de toda la ciudad por medio de la cámara de bombeo Coloma con un caudal de aguas residuales de 400 L/s trabajando 40 minutos y descansando 20 minutos las 24 horas del día. Señalando, que la zona de muestreo de agua frente a la ciudad de Tumbes, durante los meses de Octubre a Diciembre, presentó mayor contaminación por coliformes fecales del orden de 4500 NMP/100 ml siendo el LMP correspondiente a 4000 NMP/100 ml.

Cutimbo (2012) analizó 46 pozos en los meses de Abril a Junio, en agua subterránea para consumo directo, en el distrito de Tacna, en centros poblados menores de la Yarada y los Palos, concluyendo que para el consumo humano, el recurso es inapto, indicándose un recuento de

bacterias Heterotróficas en un 2%, para coliformes totales 54% y para coliformes termotolerantes en 11%.

Sosa y Vílchez (2012) concluyeron que las semillas de *Loxopterygium huasango Engl.* y *Tabebuia chrysantha Jacq.*, germinaron en un 62.82% y 45.86% cuando fueron regadas con agua potable y un 57.45% y 45% cuando fueron regadas con agua residual urbana, determinado que las raíces de *Tabebuia chrysantha Jacq.* tuvieron mayor longitud que las raíces de *Loxopterygium huasango Engl.* con promedios de 38 cm y 40 cm, cuando fueron regadas con agua potable y de 32 cm y 20 cm, cuando fueron regadas con agua residual urbana.

Gallego y col. (2012) analizaron los pozos profundos de los cuatro municipios en Venezuela, confirmando la existencia de protozoarios en 90% de las muestras positivas, parásitos intestinales como *Blastocystis sp.* y *Endolimax nana* y de organismos fúngicos en una minoría de las muestras investigadas.

Bermeo y Santin (2010) analizaron la calidad bacteriológica del agua servida de la ciudad de Gonzanamà–Loja (Ecuador), indicando que su constitución indica un tipo de agua biodegradable y de origen doméstico, siendo procesable por métodos naturales, determinando una contaminación por coliformes totales de $3.48 \text{ E} + 0.7 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$ a $4.87 \text{ E} + 0.7 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$ y para coliformes fecales de $2.2 \text{ E} + 0.7 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$ a $2.9 \text{ E} + 0.7 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$ y la presencia de *Escherichia coli* de $1.4 \text{ E} + 0.7 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$ a $2.8 \text{ E} + 0.7 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$.

Aguas de Tumbes (2010) determinó un recuento de $49 \times 10^6 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ de coliformes totales en el afluente y de $13 \times 10^7 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ en el efluente para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Tumbes y de $14 \times 10^6 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ en el afluente y de $49 \times 10^6 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ en el efluente, para coliformes fecales, concluyendo que el efluente no debería ser utilizado, puesto que no se evidencian resultados de remoción de estos microorganismos a pesar de prevalecer un procesamiento secundario.

Para la laguna de estabilización de Corrales se obtuvo un recuento de 33×10^6 NMP/100 ml de coliformes totales en el afluente y de 49×10^7 NMP/100 ml en el efluente y de 33×10^6 NMP/100 ml de coliformes fecales en el afluente y de 11×10^7 NMP/100 ml en el efluente, concluyendo que la remoción de microorganismos no es óptima, indicando un funcionamiento regular. Para la laguna de tratamiento de aguas residuales de La Cruz se obtuvo un recuento de 17×10^6 NMP/100 ml de coliformes totales en el afluente y de 33×10^7 NMP/100 ml en el efluente y de 11×10^6 NMP/100 ml de coliformes fecales en el afluente y de 33×10^5 NMP/100 ml en el efluente.

Bermejo y Cruz (2008) determinaron la calidad microbiológica de coliformes termoresistentes en los drenes agrícolas del río Tumbes en su margen izquierda, durante el periodo de Agosto a Diciembre, tal que supera los estándares nacionales establecidos por el Ministerio del Ambiente; encontrándose que afectan negativamente a la calidad de las aguas de los ecosistemas adyacentes: estuarios, manglares, delta del río Tumbes y el mar.

Pérez, y col. (2008) analizaron muestras de agua, recolectadas de acequias y pozos en distritos de Trujillo-Perú, concluyendo su contaminación por protozoos intestinales como *Giardia lamblia*, *Blastocystis hominis*, *Entamoeba coli*, *Cyclospora cayetanensis*, *Cryptosporidium spp.* y *Balantidium coli*, así como también la presencia de *Giardia lamblia*, *Cyclospora cayetanensis*, *Endolimax nana*, *Iodamoeba butschlii*, *Blastocystis hominis* y helmintos como *Fasciola hepática* y *Ascaris lumbricoides*, en alimentos crudos y cocidos.

Martínez y Ysase (2007) concluyen que las plantas de tratamientos de agua residual, cumplen un rol esencial en el control de elementos nocivos que se descargan en las fuentes de agua, siendo un factor importante para la eliminación de desechos contaminantes producidos por el hombre, preservándose los ecosistemas acuáticos, al tratar de regular los elementos patógenos dañinos para la salud.

Veliz y col. (2007) describe que el riego agrícola, se ve favorecido con una vía alternativa primordial como reutilizar el agua residual urbana, ya que por sus altos contenidos de nutrientes y materia orgánica, incrementan las cosechas y contribuyen al mejoramiento de los suelos. Las lagunas de estabilización, son la tecnología de tratamiento adecuada, en países con crecimiento industrial, surgiendo la necesidad de investigaciones en métodos como la filtración y la eliminación ovicida.

Martínez (2003) señala que los cultivos de arroz son elementos descontaminadores y actúan como filtros verdes, es así que la calidad del agua mejora, ya que los nutrientes y elementos trazas, como nitrógeno, fósforo y materia orgánica, presentes en el agua residual, son conservados en los suelos y en las siembras cercanas al origen del riego, disminuyendo su concentración. Este mismo autor, concluye que pueden transmitirse protozoos y nematodos intestinales, directamente del agua residual al cultivo y como consecuencia al consumidor, generando problemas de salud, indicando que el agua no debe tener más de 100 coliformes fecales/100 ml, para el riego "sin restricción", afirma que para el riego de cultivos que se consumen crudos, el agua residual depurada, no debe superar los 2.2 coliformes fecales/100 ml, en la ciudad de California, además, las muestras no pueden contener más de 23 a 25 coliformes fecales/100 ml. Para cultivos de consumo crudo, el agua, no puede superar los 12 coliformes fecales/100 ml en el 80% de muestras y menos de 2.2 coliformes fecales/100 ml. en el 50% de muestras, en la ciudad de Israel.

Medrano (2001) señala la existencia de un problema de salud pública, cuando no se brinda ningún tratamiento previo al agua residual doméstica, siendo lanzadas directamente a las fuentes de agua, provocando su contaminación con concentraciones altas de microorganismos como bacterias, virus y parásitos.

Peinador (1999) investigó en Costa Rica, en cinco sistemas lagunares de Tratamiento de Agua Residual Doméstica y en una planta de lodos activados del Instituto de Acueductos y Alcantarillados, la presencia de enteroparásitos, logrando identificar quistes de *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba coli*, *Endolimax nana*, *Blastocystis hominis*, *Lambliia intestinalis*, así como huevecillos de *Ascaris lumbricoides*, *Toxocara canis*, *Hymenolepis diminuta* y *Strongyloides sp.*

Esparsa (1998) afirma que existe un peligro toxicológico latente para la salud de la población, debido al uso agrícola de agua residual de origen industrial, debido a los compuestos químicos tóxicos y las concentraciones a las que pueden estar expuestos los productos agropecuarios, indicando que las lagunas de estabilización, como forma de depuración del agua residual, permite la remoción de elementos tóxicos, cuando se encuentran en bajas concentraciones en el crudo.

Moscoso (1995) señala que en los últimos años, se ha incrementado, el riego con agua residual, debido a sus notables ventajas sobre la agricultura que justifican ampliamente su uso, como contribución de gran cantidad de nutrientes, disponibilidad constante de agua, aumento del rendimiento de los sembríos, desarrollo de la calidad y textura de los suelos y engrandecimiento de la frontera agrícola. Existiendo a su vez, estrategias de manejo agrícola, que contribuyen a reducir riesgos potenciales del uso de agua residual en agricultura, como el almacenamiento de componentes dañinos, la contaminación bacteriológica de los productos, la salinización e impermeabilización del suelo y el desequilibrio de nutrientes en el suelo.

2.2. Bases teórico-científicas

Un indicador importante, es la temperatura en el caso de cuerpos receptores tales como el mar, lago ríos, debido a que tiene efecto inverso sobre la solubilidad del oxígeno disuelto (a temperatura elevada, menor solubilidad del oxígeno) y tiene un efecto directamente proporcional sobre

el metabolismo de los organismos vivientes, que en su mayoría en este tipo de ambientes son poiquilotermos, es decir que no pueden regular por si solos su temperatura corporal, dependiendo de la temperatura del medio como indica Murgel. (1984)

Al norte de nuestro país, en el departamento de Tumbes, la cuenca hidrográfica del río Puyango - Tumbes, está integrada por sus territorios limítrofes y al sureste de Ecuador con las provincias de Loja y El Oro; abarcando una superficie de 4800 km², de los cuales 2880 km² (60%) corresponden a territorio ecuatoriano y 1920 Km² (40%) se encuentra en zona peruana. Asimismo, este río Puyango - Tumbes constituye en el Pacífico suramericano, la cuenca binacional más significativa, por la cantidad de agua que recoge, el elevado número de habitantes que sustenta y la superficie de campos que irriga, principalmente en los valles de Tumbes correspondientes a la margen derecha e izquierda, existiendo focos de contaminación, como consecuencia de labores agrícolas y domésticas, descargas de aguas servidas y desechos sólidos urbanos hacia este río, originando un problema de contaminación ambiental, que se agudizó en la década del 80, por el trabajo minero de compañías informales en la zona de Portovelo y Zaruma, que al ser reubicadas en los ríos Calera y Amarillo, primordiales tributarios del río Puyango – Tumbes, arrojaban efluentes mineros a la cuenca, comprometiendo la salud de las comunidades asentadas aguas abajo, según la Dirección Regional de Salud. (2006)

En los páramos de Chilla y Cerro Negro, zona de Portovelo, nace el río Puyango - Tumbes a una altitud de 3500 msnm, donde es llamado río Pindo. Cuando converge con el río Yaguachi modifica su nombre a río Puyango y 100 km hacia adelante, admite a la quebrada Cazaderos para originar el río Tumbes. La red hidrográfica principal del río Puyango - Tumbes, presenta una longitud total de 950 km, de los cuales 230 km transitan por territorio peruano. La longitud completa de los cursos comprende los 8340 km, el promedio de extensión de escurrimiento es de 0,14 km y su densidad de drenaje es de 1,81 Km/Km². El río Tumbes

arrastra entre 15 y 18 millones de metros cúbicos anuales de sedimentos, que se acumula en la boca del estuario de los bancos presentes, generando la formación de islas de manglar, teniendo en cuenta los registros de la estación El Tigre, correspondiente al periodo 1965 al 2004, presenta un régimen constante de agua, con un caudal promedio mensual que oscila entre 1244,2 m³/s a 7,7 m³/s, con una media de 116,3 m³/s, según el Ministerio de Agricultura. (2013)

Con la participación de instituciones de Perú y Ecuador, se desarrolló el reconocimiento de las fuentes contaminantes a lo largo del río Puyango-Tumbes, en Setiembre del año 2007, identificándose veintidós fuentes contaminantes mineras que corresponden al territorio ecuatoriano, seis vertimientos de agua residual de origen doméstico y dos “botaderos” de residuos sólidos urbanos en nuestro país, que vienen impactando las aguas del río Puyango-Tumbes y tributarios, entre las cuales se encuentra el vertimiento directo del agua residual doméstica al río, a través de la cámara de bombeo Coloma proveniente del casco urbano de Tumbes. Asimismo la ciudad presenta once plantas de tratamiento de efluentes urbanos, estableciéndose cinco en la Cuenca Puyango-Tumbes como Corrales, San Jacinto, San Juan de la Virgen, Pampas de Hospital y José Lishner Tudela, según el Ministerio del Ambiente. (2010)

Para Olmeda en el 2006, al agua se le considera como un bien libre, al igual que al viento o a la radiación solar y como un elemento no económico y gratuito, asimismo como un bien natural, ilimitado y renovable, exceptuando exclusivas reservas de agua subterránea, que se catalogan como “agua fósil” y debido al dinámico desarrollo poblacional y económico en las últimas décadas se está provocando su agotamiento.

Una consecuencia de las actividades antrópicas es la generación de agua residual doméstica provenientes de los cascos urbanos de la ciudad, produciendo contribuciones de agua negra o fecal, de uso doméstico, de saneamiento de calles, de precipitaciones y lixiviados; presentando un grado de homogeneidad en su constitución y concentración patógena,

debido a que su carga microbiana será siempre parecida, pero esta homogeneidad puede oscilar ampliamente, ya que de acuerdo al núcleo de población en que son generadas, varían las características de cada descarga, dependiendo de parámetros tales como el número de pobladores, el establecimiento y tipo de industrias dentro de la ciudad, como indica Fernández. (2010)

Para Arnau y col. (1997), dentro del ciclo hidrológico, es un hecho frecuente, el reúso del agua residual, es así que como resultado del déficit hídrico que existe en muchos territorios del planeta, el agua continental es captada y vertida nuevamente para su aprovechamiento en forma ordenada, de tal manera que el agua residual urbana es destinada para riego agrícola, jardinería o instalaciones deportivas como campos de golf.

En Tumbes, el 80% del volumen de agua servida, es evacuada sin ningún tratamiento previo a los drenes, canales, cauces naturales del río Tumbes y a otros cuerpos receptores, generalmente plantas de tratamiento de aguas residuales, dejando a muchos habitantes sin este servicio, sobre todo a la población rural. El caudal de agua servida que se vierte al río Tumbes, es de 0,3 m³/s, bombeándose en promedio 18 hr/día, lo que representa un volumen anual de 7,1 MMC, siendo el volumen de agua servida tratada, proveniente de uso urbano de 1.632.571 m³/año. Por la presencia de microorganismos infecciosos, como bacterias, virus, protozoos y el acarreamiento de restos orgánicos que incluyen heces que son descompuestos por bacterias aeróbicas, el agua residual vertida al río Tumbes, afecta su calidad, provocando afecciones como el cólera, tifus, gastroenteritis o hepatitis, según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2012)

Como señala Carranza (2001), los indicadores de calidad de agua se dividen en físicos, químicos y microbiológicos; dentro de los parámetros físicos se tiene el color, olor y la turbidez principalmente, dentro de los químicos se tiene a la temperatura, pH, potencial redox, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos, el oxígeno disuelto, la demanda química y

bioquímica de oxígeno y en los microbiológicos se incluyen los coliformes totales y fecales, parásitos entre los más importantes.

Según Silva y col. (2008), la evacuación sin ningún tipo de procesamiento previo, ha sido la disposición última del agua residual doméstica, siendo lanzadas directamente a los cuerpos de agua superficial y por ende a los cultivos a través de los suelos; sobre todo en territorios tropicales, las características de esta agua, podría producir trastornos en la salud pública, por la incidencia elevada de enfermedades infectocontagiosas, cuyos microorganismos causales, se dispersan a través de las excretas o el agua residual cruda, lo que conlleva a contaminar ecosistemas acuáticos y del suelo, conllevando a la disminución del valor económico del recurso, generando a su vez una inestabilidad para las comunidades ubicadas aguas abajo de las descargas.

Para Boluda (2002), cuando se produce un vertido de agua residual a un río, se evalúan características físicas, químicas y biológicas de calidad del agua y se controlan las variaciones de los niveles de algunos parámetros químicos y biológicos, aguas abajo del punto de descarga; el nivel de oxígeno disminuye rápidamente cuando el grado de sólidos suspendidos y DBO son elevados cerca al punto de vertido. Asimismo, un problema mundial constituye la transmisión de agentes patógenos por el agua, demandando una evaluación adecuada, mediante el cumplimiento de medidas de protección ambiental con el objeto de prevenir la propagación de enfermedades gastrointestinales por la mala condición del agua. En el agua residual, la aparición de bacterias y parásitos es elevada cerca de los puntos de vertido, reduciéndose el nivel de oxígeno, provocando la disminución de la diversidad de macroinvertebrados de agua limpia; reapareciendo paulatinamente estructuras vivas, conforme las características del agua mejoran río abajo, siendo las especies más resistentes las que sobreviven y prevalecen cerca al efluente.

Para la determinación de patógenos intestinales, en los sistemas de abastecimiento de agua, son analizados indicadores específicos de

contaminación fecal, los cuales deben reunir propiedades como estar asociados al agua residual, encontrarse en forma perenne en las heces, siendo sencillo su aislamiento, identificación y numerabilidad en el menor tiempo y costo posible, estar distribuido al azar en las muestras, ser resistentes a la inhibición de su crecimiento por otras especies y ser capaz de desarrollar en medios de cultivo comunes, como indica Goez. (1999)

Para Galarraga (1984), al no demostrarse la presencia de microorganismos indicadores en una muestra, se considera al agua segura y libre de patógenos, pero a su vez, éstos son catalogados por cumplir requisitos básicos, como ser inocuos para el ser humano y permanecer más tiempo que los microorganismos patógenos.

En el agua, la cantidad de un determinado microorganismo patógeno se controla aplicando las normas y estándares de calidad ambiental, siendo estos microorganismos el origen de enfermedades intestinales o un indicador del estado sanitario por lo cual se podría propagar una enfermedad infecciosa, como señala Jones. (1998)

Los organismos presentes en el agua residual urbana, contribuyen a mantener la actividad biológica, mediante procesos de fermentación, descomposición y degradación de la materia orgánica e inorgánica, siendo estos elementos vegetales como ficofitos, bacteriofitos, micofito y animales como artrópodos, anélidos, rotíferos, protozoarios, rizópodos, flagelados y ciliados, según Sosa y Vilchez. (2012)

Para Blanco en el 2014, el cultivo del arroz, mediante el sistema tradicional, necesita el abastecimiento de agua en forma abundante, para conservar una lámina de agua que cubra la parcela, durante el periodo de cultivo, la cual está sometida a pérdidas elevadas de agua, elementos minerales y pesticidas, debido a percolación intensa de la parcela inundada, escorrentía y evaporación directa de la lámina a la atmósfera.

El cultivo de arroz, al presentar abundancia de agua en su superficie, favorece a la planta de los cambios extremos de temperatura, asegura una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo, ya que el pH se vuelve neutro en tierras inundadas, por lo cual se potencia la fijación de nitrógeno por algas verdes y otros microorganismos, disminuyendo la proliferación de malezas o controlando otras que no sobreviven en condiciones de inundación, según la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. (2003)

Para González (1996), uno de los más importantes cultivos en la agricultura mundial, es el arroz, igualando o superando en algunas regiones al trigo, siendo en las últimas décadas, la base de la nutrición de más de la mitad de los habitantes a nivel mundial y desde la antigüedad se califica como uno de los cereales que más ha contribuido con la alimentación humana. El arroz corresponde a la especie *Oriza sativa* e integra la familia de las gramíneas, presenta tres subespecies reconocidas: indica, japónica y javànica, que se diferencian por sus características físicas, por su adaptación climática, en la cantidad de amilosa de sus granos y en su potencial culinario.

Los cultivos de arroz bajo riego, favorece el desarrollo sostenible mejorando la estructura de la tierra y permitiendo el uso agrario de zonas marginales. Cada cosecha de arroz aporta 6 ton/ha de materia vegetal, capturando CO² y disminuyendo el uso de agroquímicos y reduciendo la contaminación, cuando se cultivan nuevas variedades de arroz, según el Ministerio del Medio Ambiente. (2002)

Los “Coliformes” comprenden especies de *Escherichia coli* y otros géneros de la familia Enterobacteriaceae, como *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*, son bacterias capaces de fermentar la lactosa en presencia de bilis a 37°C, siendo los coliformes fecales, un grupo más restringido de microorganismos, que crecen a temperaturas de 44-45°C. La presencia de estos microorganismos en agua o alimento, se interpreta como contaminación de origen fecal, por ello, *E. coli* es el indicador clásico de la

presencia simultánea de bacterias patógenas entéricas, entre ellas *Salmonella typhi*, *shigelas*, *vibrios*, *entamoebas*, parásitos diversos, agentes de zoonosis y virus entéricos, como indica Carrillo y Lozano. (2008)

2.3. Definición de términos básicos

El Ministerio de Agricultura (2012) indica:

Agua residual.- Tipo de agua cuyas propiedades iniciales han sido alteradas por acción del hombre, pudiendo ser descargadas a una fuente natural de agua o usadas nuevamente y por su naturaleza de calidad requieren de un proceso depurativo.

Agua residual doméstica.- Agua residual de origen domiciliario, comercial e institucional, que acarrear sustancias provenientes del trabajo humano como elaboración de alimentos o aseo personal y elementos fisiológicos.

Agua residual industrial.- Agua residual originada por procesos productivos, como ocupación minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras.

Antrópico.- Según el Ministerio del Medio Ambiente (2002), es el término comprendido a la actividad del hombre, referido a factores sociales, económicos y culturales, uno de los subsistemas del sistema ambiental.

Arroz.- Para Blanco (2014), la planta monocotiledónea del género *Oriza*, presenta 23 especies, siendo dos cultivables *Oryza sativa L.*, proveniente del trópico húmedo de Asia y *Oryza glaberrima Steud*, originaria de África Occidental, existiendo más de 2.000 variedades sembradas en todos los continentes, a excepción del Antártico y bajo toda condición climática y edáfica.

Calidad de agua.- Cuéllar y col. (2010) afirma que corresponde a las propiedades físicas, químicas y biológicas, así como factores bióticos y abióticos, que predominan sobre un cuerpo de agua de acuerdo a la función de las especies que en este se desarrollen.

Canal.- Según Calero (2017), es la construcción hidráulica que conduce el agua de riego desde la toma de captación hacia otros canales o hacia el punto de entrega a una parcela.

Capacidad de autodepuración natural.- Para Cerón y col. (2005), son los procesos físicos, químicos y biológicos que se desarrollan en un cuerpo de agua de forma natural, sin participación del hombre, provocando la destrucción de elementos extraños, adheridos al río derivados del agua residual, dependiendo del nivel de oxígeno disuelto.

Coliformes Totales y Termotolerantes.- Montero y Agurto (2009), indica que es un Grupo de bacterias que reúnen características bioquímicas comunes y prevalecen como indicadores de contagio fecal a través del agua ya que están relacionadas con las fuentes de patógenos.

Comisión de Regantes.- Para Calero (2017), es la institución compuesta por usuarios de riego, representado por un presidente, elegido por los productores, cuya función es distribuir equitativamente los riegos necesarios para la instalación, siembra y producción agrícola.

Contaminación.- Según el Ministerio del Medio Ambiente (2002), es la presencia de sustancias extrañas en un ecosistema, en niveles de duración, concentración o intensidad que es perjudicial para la vida y la salud animal, vegetal y humana, interfiriendo en su bienestar.

Cuenca Hidrográfica.- Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2012), es el área geográfica que está demarcada por las líneas de cumbre de las cordilleras o por los divortium acuarium de las colinas y ondulaciones territoriales, cuyas laderas o pendientes favorecen

el flujo de agua de precipitaciones hacia un solo curso de agua, creando una quebrada, un riachuelo, un río, una laguna, un lago o un mar.

Cuerpo Receptor.- Según el Ministerio de Agricultura (2012), es cualquier curso natural o cuerpo de agua, capaz de recibir efluentes líquidos, provenientes de diversas ocupaciones.

Efluente.- Para Martínez (2009), es el material descargado al medio ambiente después de su paso por los estanques de tratamiento. Los componentes orgánicos disueltos en un efluente, pueden incluir bacterias, metabolitos, componentes de células muertas y otras moléculas orgánicas, producto de la lixiviación de heces y alimento. Los componentes inorgánicos se componen de sedimentos, mientras que los disueltos incluyen los nutrientes, medicamentos y otros compuestos.

Escherichia coli.- Para Zinsser (1994), fue llamada anteriormente *Bacterium comune*, identificada en 1985 en excremento de niños, son bacilos delgados de 1.1 a 1.5 μm de diámetro y de 2 a 6 μm de longitud, hallándose por separado o en pareja, Gram negativos, presentando metabolismo respiratorio y fermentativo, móviles por flagelos peritricos o inmóviles y anoxigénicos facultativos.

Estándares ambientales.- Según el Ministerio del Ambiente (2010), son instrumentos de gestión ambiental como el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y el Límite Máximo Permisible (LMP), consistentes en parámetros y obligaciones que regulan el nivel de calidad ambiental del ecosistema, protegiendo la salud pública mediante el desarrollo de acciones de control, seguimiento y fiscalización de los efectos causados por la actividad humana.

Estudio de impacto ambiental.- Para Espinoza (2007), son los documentos que sustentan una investigación ambiental de carácter preventivo y que proporcionan los elementos de juicio para la toma de

decisiones correctivas adecuadas en relación a la implicancia ambiental de las actividades antrópicas.

Impacto ambiental.- Según el Ministerio de la Producción (2008), es la alteración del medio ambiente en forma benéfica o perjudicial, provocada directa e indirectamente por un proyecto o actividad antrópica en un área determinada.

Junta de Usuarios.- Para Calero (2017), es una organización conformada por todas las comisiones de regantes de la región y sus funciones es normar conjuntamente con el ALA, ANA DRAT, SENASA, la dotación del agua para instalar un cultivo.

Límite Máximo Permisible.- Según el Ministerio del Ambiente (2010), son parámetros físicos, químicos y biológicos que miden la concentración de elementos o sustancias, transportadas en las emisiones, efluentes o descargas, producidas por la labor minera, de hidrocarburos o electricidad, que al rebasar origina perjuicios a la salud del ser humano y al ambiente,

Número Más probable.- Según el Ministerio de Salud (2008), es el cálculo de la densidad estimada de bacterias coliformes, obtenidos de cada dilución, justificadas en la combinación de resultados positivos y negativos. Según el número de tubos utilizados en las diluciones va a depender la precisión de cada prueba, se requieren como mínimo tres diluciones para obtener el recuento del NMP a través de tablas, basándose en la hipótesis de distribución de Poisson (Dispersión aleatoria), por las que se obtiene la densidad bacteriana con un límite de confianza de 95% para cada resultado, expresándose como NMP de coliformes/100 ml.

Oxígeno disuelto.- Para Montero y Agurto (2009), es la medida de oxígeno que esta disuelto en un cuerpo de agua, siendo de vital importancia para su purificación y a su vez se comporta como un indicador

de contaminación hídrica y de soporte a la vida vegetal y animal. Valores altos de oxígeno disuelto, indican agua de mejor calidad y en niveles disminuidos, no es posible la supervivencia de algunos peces y otros organismos.

Sedimentación.- Calero (2017), afirma que es la remoción por la acción de la gravedad de las partículas más pesadas que el agua, que se encuentran en su seno en suspensión, constituyéndose como un proceso natural.

Toxicidad.- Según el Ministerio del Medio Ambiente (2002), es la capacidad de una sustancia química para producir perjuicio o daño a un organismo viviente por medios no mecánicos, determinándose como una propiedad fisiológica o biológica,

Turbidez.- Para Montero y Agurto (2009), es la presencia de partículas en suspensión, originando la falta de transparencia en un líquido, es así que a mayor cantidad de sólidos en suspensión en un líquido, más sucia parecerá y por ende la turbidez será más alta. Cuanto más turbia sea el agua, su calidad será menor y es considerada como una buena medida de calidad del agua.

3. MATERIAL Y METODOS

3.1. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis

- De acuerdo al fin que se persigue:
Investigación Aplicada
- De acuerdo al enfoque de investigación:
Investigación Descriptiva - Analítica

3.2. Población, muestra y muestreo

Recolección de muestras

Las 168 muestras fueron recolectadas en frascos de vidrio estériles con capacidad de 500 ml por frasco, siendo transportadas en una caja de tecnopor para favorecer el aislamiento de las muestras de la temperatura ambiental, en todos los casos, los envases se llenaron por completo para excluir el aire y se recolectaron dos muestras por punto de recolección de los seis lugares de muestreo, las cuales fueron rotuladas y llevadas de inmediato al laboratorio de la División Médico Legal II de Tumbes, donde fueron procesadas.

Se tomaron muestras tanto del afluente como del efluente de las lagunas de estabilización, así como del agua del cultivo de arroz y de la raíz de la planta y el monitoreo se hizo una vez al mes, durante los meses de Setiembre y Octubre del 2016 y Enero y Febrero del 2017, que corresponden a dos campañas de siembra de cultivo de arroz, haciendo descansar la tierra de cultivo los meses de Noviembre y Diciembre del 2016.

En este periodo de tiempo, por las mismas condiciones climáticas y factores ambientales como temperatura, presión atmosférica, precipitación y evapotranspiración, pudieron ser parte influyente en los recuentos

obtenidos en la presente investigación, sobre todo en el mes de Enero, en donde los recuentos fueron mayores en comparación con los recuentos de los otros meses de muestreo.

El análisis comenzó antes de que transcurrieran seis horas desde el momento de la toma de muestras. En circunstancias excepcionales, las muestras se conservaron a una temperatura de 4°C durante un periodo máximo de 24 horas antes del análisis.

Según el Decreto Supremo N° 003-2010 del Ministerio del Ambiente para Coliformes Termotolerantes, se establece los Límites Máximos Permisibles como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1.

Límites Máximos Permisibles Para Efluentes de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales Domesticas o Municipales.

PARAMETRO	UNIDAD	LMP de Efluentes Para Vertidos a Cuerpos de Agua
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml.	10000 (1x10 ⁴)

Fuente: Ministerio del Ambiente

3.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la provincia de Tumbes, basándose en la recolección de muestras de agua de los puntos principales de donde es eliminada el agua residual urbana de Tumbes, que a su vez es utilizada como agua para riego de cultivos aledaños, para lo cual se consideró seis lugares de muestreo, detallados en la tabla 2.

Tabla 2.

Lugares de muestreo de la Provincia de Tumbes.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		MUESTRAS
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	2
			Efluente	2
		Poza 2	Afluente	2
			Efluente	2
2	Corrales	Poza 1	Afluente	2
			Efluente	2
3	Estación Bombeo Coloma	Efluente		2
		Captación de agua		2
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	2
			Efluente	2
		Poza 2	Afluente	2
			Efluente	2
		Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	2
			Raíz de la planta	2
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	2
			Raíz de la planta	2
		B. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	2
			Raíz de la planta	2
		C. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	2
			Raíz de la planta	2
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		2
		Muestras por monitoreo		42
		Total de muestras analizadas		168

Para dicho muestreo se aplicó una ficha de registro de datos, en las cuales se llevó el control de las muestras a procesar de acuerdo a los puntos de muestreo, como se indica en la tabla 15 de Anexos. Se detalla a continuación el método y material a requerir.

Características de los materiales

Materiales de vidrio y plástico:

- Pipetas de vidrio de 1 ml, 5 ml y 10 ml.
- Matraces de vidrio de 500 ml.
- Tubos de vidrio de 150 x 100 ml
- Placas Petri de vidrio
- Extensores de vidrio
- Probeta de plástico de 1000 ml.
- Campanas de Durham de vidrio
- Frascos de vidrio de boca ancha de 500 ml.

- Baguetas de vidrio
- Pipeta Pasteur
- Vasos de precipitación de 250 ml.

Equipos y otros:

- Mechero Bunsen
- Autoclave marca Trade Raypa
- Microscopio Leica DM 750 con Cámara Fotográfica
- Balanza analítica digital marca Tscale TB 3000
- Frigobar de 115 L marca Mabe
- Horno marca Ovens
- Estufa marca Solfarma
- Gradillas metálicas
- Equipo de filtración Firtterland SB
- Bomba al vacío de laboratorio marca Microsart
- Filtros de membrana de nitrocelulosa de 1 μ m de porosidad x 47 mm de diámetro
- Tubos de centrifuga, plástico, base cónica, graduada de 15 y 50 ml.
- Baldes de plástico de 3 litros de capacidad.

Medios de Cultivo y Reactivos:

- Caldo Lauril sulfato Triptosa (CLT)
- Caldo Verde Brillante Bilis Lactosa (BRILLA)
- Caldo EC Escherichia coli
- Caldo peptonado
- Agar Endo
- Agar Lysine Iron (LIA)
- Agar Triple Sugar Iron (TSI)
- Agar Citrato de Simons
- Agar Urea
- Lugol parasitológico
- Suero Fisiológico al 0.85%

Tratamiento de las muestras

Se usó el método estándar aplicado por DIGESA según la norma ISO 17025

A. Diluciones de las muestras

Recepcionadas las muestras se procede a preparar las diluciones respectivas, su número va a depender si la muestra es de procedencia de agua residual o superficial.

Mover vigorosamente unas 25 veces en promedio, para asegurar la completa homogenización de la muestra, transfiriendo luego con una pipeta estéril un volumen de 10 ml de la muestra a un frasco con 90 ml de agua de dilución, obteniéndose de esta manera la primera dilución (10^{-1}).

Agitar el frasco que contiene la dilución (10^{-1}) y con una nueva pipeta estéril traspasar 10 ml a un nuevo frasco de dilución, obteniéndose la segunda dilución (10^{-2}). Proseguir con el procedimiento hasta obtener todas las diluciones del caso, según sea del grado de contaminación que presente la muestra.

Acto seguido, alinear los frascos conteniendo las diluciones, de acuerdo al orden decreciente de concentración (De mayor a menor dilución).

B. Numeración de Coliformes Totales

Prueba Presuntiva

Se prepara una batería con series de cinco tubos conteniendo 10 ml de CTL (Caldo Lauril Sulfato Triptosa) de concentración doble y series de cinco tubos con 10 ml de CLT de concentración simple; esta serie dependerá del número de diluciones que se hayan realizado de la muestra.

Codificar los tubos en las gradillas, anotando el número establecido para cada dilución de muestra a inocular. Mover vigorosamente el frasco con la última dilución realizada y con una pipeta estéril transferir 1 ml de la dilución en la batería de tubos con CLT de concentración simple pertenecientes a dicha dilución.

Realizar el mismo proceso, transfiriendo 1 ml de la muestra más diluida a la más concentrada, usando para ello la misma pipeta. Transferir de igual forma 1 ml. de la muestra original a cinco tubos con CLT de concentración simple y 10 ml en cinco tubos con CLT de doble concentración.

Incubar los tubos a 35°C por 24 horas, para luego examinar y separar los tubos CLT positivos, aquellos que presentan formación de gas en el tubo Durham (fermentación) y turbiedad, anotando los resultados.

La batería de tubos positivos deben continuar con la siguiente fase que es la prueba confirmativa y reincubar los tubos negativos por 24 horas más, realizando a las 48 horas posteriores la segunda lectura y luego separar los tubos positivos, anotando los resultados y pasarlos a la prueba confirmativa, descartando los tubos negativos.

Prueba Confirmativa

Colocar en gradillas, los tubos conteniendo el medio BRILLA, temperarlos previamente durante 30 minutos a temperatura ambiente, asignando a cada tubo un código correspondiente a la muestra y con la dilución inoculada.

Homogenizar los tubos positivos de la prueba presuntiva para ser inoculados a los tubos con caldo BRILLA, evitando la manipulación de la película superficial. Traspasar una o más asadas de un cultivo positivo de CLT a un tubo con el medio BRILLA, haciendo uso de un

ansa estéril de siembra, repitiendo el mismo método para los tubos presuntivos obtenidos.

Incubar los tubos inoculados a 35°C por 24 horas, controlando que el tiempo transcurrido entre la inoculación e incubación no supere los 30 minutos.

Luego del periodo de incubación, retirar los tubos de la incubadora, agitando suavemente para examinar la producción de gas y proceder a realizar su interpretación, determinándose como resultado positivo a toda formación de turbidez y de gas en las campanas de Durham (Fermentación).

Pasando los tubos positivos por su respectiva esterilización para ser descartados después de haber anotado los resultados. Para luego reincubar los tubos negativos por otras 24 horas, realizando la segunda lectura.

Separar y anotar los resultados de los tubos positivos nuevamente, no tomándose en cuenta, los tubos negativos y con los resultados obtenidos de las dos lecturas calcular en NMP según las combinaciones empleadas.

C. Numeración de Coliformes Fecales

Colocar en gradillas los tubos conteniendo el medio EC, temperarlos durante 30 minutos a temperatura de 44.5°C. Numerar cada tubo con el código correspondiente a la muestra y la dilución inoculadas.

Homogenizar los tubos positivos de la prueba presuntiva antes de ser transferidos a los tubos con el caldo EC, evitando manipular la película superficial. Transferir una o dos asadas de los cultivos positivos de CLT a los tubos con medio EC, mediante el uso de un ansa de siembra estéril.

Incubar los tubos inoculados a 44.5°C en Incubadora Baño María por 24 horas, controlando que el tiempo transcurrido entre la inoculación y la incubación no supere los 30 minutos.

Luego del periodo de incubación, retirar los tubos del Baño María, moviendo suavemente para evidenciar presencia de gas y proceder a realizar la interpretación respectiva, tomándose en cuenta toda formación de turbidez y gas en las campanas de Durham (Fermentación) como resultado positivo.

Se deben descartar los tubos positivos previa esterilización, anotándose los resultados respectivos, no tomando en cuenta los tubos negativos. Calcular el NMP con los resultados obtenidos de acuerdo a las combinaciones empleadas.

D. Escherichia coli

Sembrar por estría una asada de cada tubo con caldo EC positivo para gas en placas con agar Endo, incubar las placas durante 24 horas a 37°C. Tomar las colonias representativas e individuales de cada placa y realizar las pruebas de INVIC.

E. Determinación de Parásitos en Agua Residual

Filtración

Codificar las placas, vasos precipitados y tubos de centrifuga. Armar el sistema de filtración y conectarlo al sistema de vacío. Homogenizar la muestra antes de filtrar.

Colocar el filtro de membrana en el embudo de filtración con la ayuda de una pinza punta plana, asegurarse que el embudo de filtración esté correctamente ensamblado a su base. Agregar la muestra en el embudo de filtración; filtrar un mínimo de 10 L hasta 20 L de muestra.

Encender la bomba de vacío e iniciar la filtración. Continuar filtrando la muestra, si el filtro empieza a saturarse, esperar que el resto de muestra termine de filtrarse para luego apagar el sistema de vacío y con mucho cuidado (con la ayuda de una pinza punta plana) retirar la membrana, colocarla en una placa Petri previamente codificada.

Agregar unas gotas de suero fisiológico para evitar que la membrana se seque. Repetir lo indicado en los cuatro últimos pasos, hasta completar el filtrado de toda la muestra.

Lavado

Usar una pipeta Pasteur para sujetar la membrana y con la ayuda de una espátula pequeña descartable resuspender lo filtrado. Lavar la resuspensión con agua destilada y recuperar el lavado en tubos de 15 ml o 50 ml. Dejar sedimentar por 10 minutos.

Aclaramiento

Aclarar la membrana lavada con aproximadamente 4 gotas de aceite de inmersión, distribuir las en toda la superficie de la membrana y dejar aclarar por una hora. Se puede acelerar el aclaramiento, colocando la membrana en una estufa a 30°C por 10 a 15 minutos.

Lectura

Observar al microscopio la membrana aclarada. Sacar con mucho cuidado los tubos evitando resuspender el sedimento donde se encuentran las formas parasitarias presentes en la muestra.

Colocar un volumen del sedimento, con la ayuda de una pipeta Pasteur (si el sedimento está muy concentrado realizar diluciones), en la lámina portaobjetos, colocar una laminilla cubreobjetos, evitar la formación de burbujas.

Observar al microscopio. Para una mejor observación de las estructuras de los parásitos, agregar una gota de Lugol en la lámina portaobjetos. Hacer la lectura de 10 láminas por muestra.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Se esquematizaron mapas georeferenciales de los seis lugares de muestreo, en donde se determinó la calidad microbiológica de las aguas residuales.

Se tomó en cuenta el promedio de las dos repeticiones a realizar por punto de muestreo a fin de obtener un resultado más acertado.

Se analizó la evolución o la tendencia de los diferentes resultados microbiológicos utilizando gráficos.

4. RESULTADOS

4.1. Descripción de los puntos de muestreo

A. José Lishner Tudela

La laguna de tratamiento de aguas servidas de José Lishner Tudela, se encuentra ubicado al costado de la Corte superior de Justicia de Tumbes, haciendo un ingreso por una parte descampada, para luego acceder a las dos pozas de estabilización facultativas, que se ubican a 16 msnm, cuya construcción se realizó en el año 1992 y cuyo caudal de operación que trata es de 55 litros/segundo, la cual llega a la primera y luego a la segunda poza, que corresponden a un tratamiento primario y secundario.

La primera poza cuenta con una longitud de 109.76 m y de ancho con 40 m y con 1.60 m de profundidad, con un área útil de 3675 m². La segunda poza cuenta con una longitud de 112.50 m y de ancho con 30.50 m y con 1.60 m de profundidad, con un área útil de 2650 m².

Estas lagunas de estabilización fueron construidas para recibir el agua residual urbana de la población de la primera y segunda etapa del programa habitacional José Lishner Tudela exclusivamente, ya que el diseño inicialmente adoptado, estuvo de acuerdo con los cálculos previstos para los servicios de agua potable y alcantarillado solamente, pero luego se autorizó la descarga de los desagües de los asentamientos humanos Las Malvinas, Los Ficus, 07 y 24 de Junio y Salamanca en el año 1995.

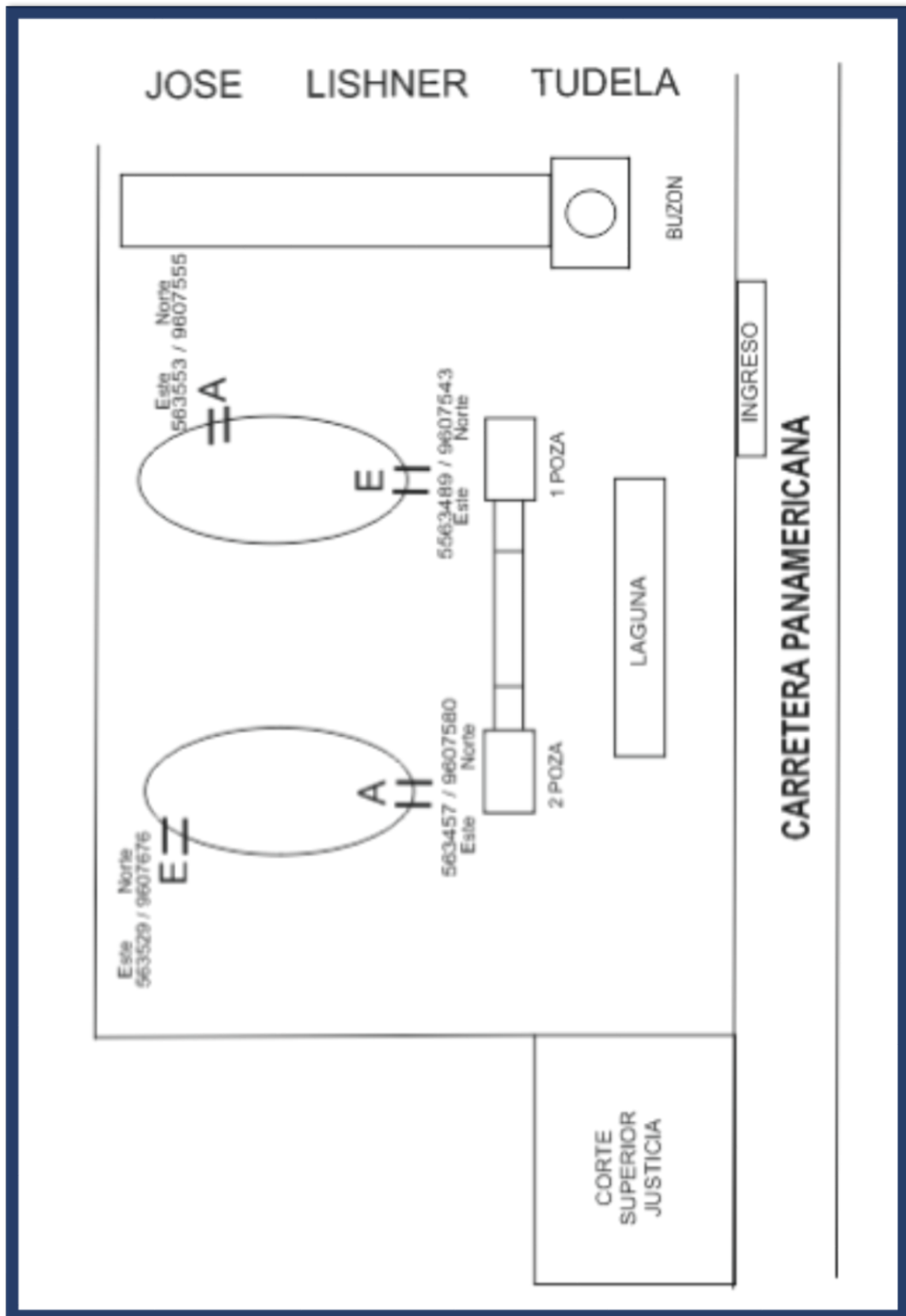


Figura 1. Punto de muestreo José Lishner Tudela - Tumbes

B. CORRALES

La laguna de tratamiento de vertidos domésticos y líneas de impulsión de Corrales, se encuentra ubicado en la margen izquierda de la Panamericana Norte, haciendo su ingreso por un pequeño camino, perpendicular a la carretera, para luego acceder a la única poza de estabilización facultativa, que se ubica a 7 msnm, cuya construcción se realizó en el año 1987 y cuyo caudal de operación que trata es de 35 litros/segundo, que corresponden a un tratamiento primario.

La única poza cuenta con una longitud de 79.40 m y de ancho con 40.30 m y con 1.8 m de profundidad, con un área útil de 3004 m².

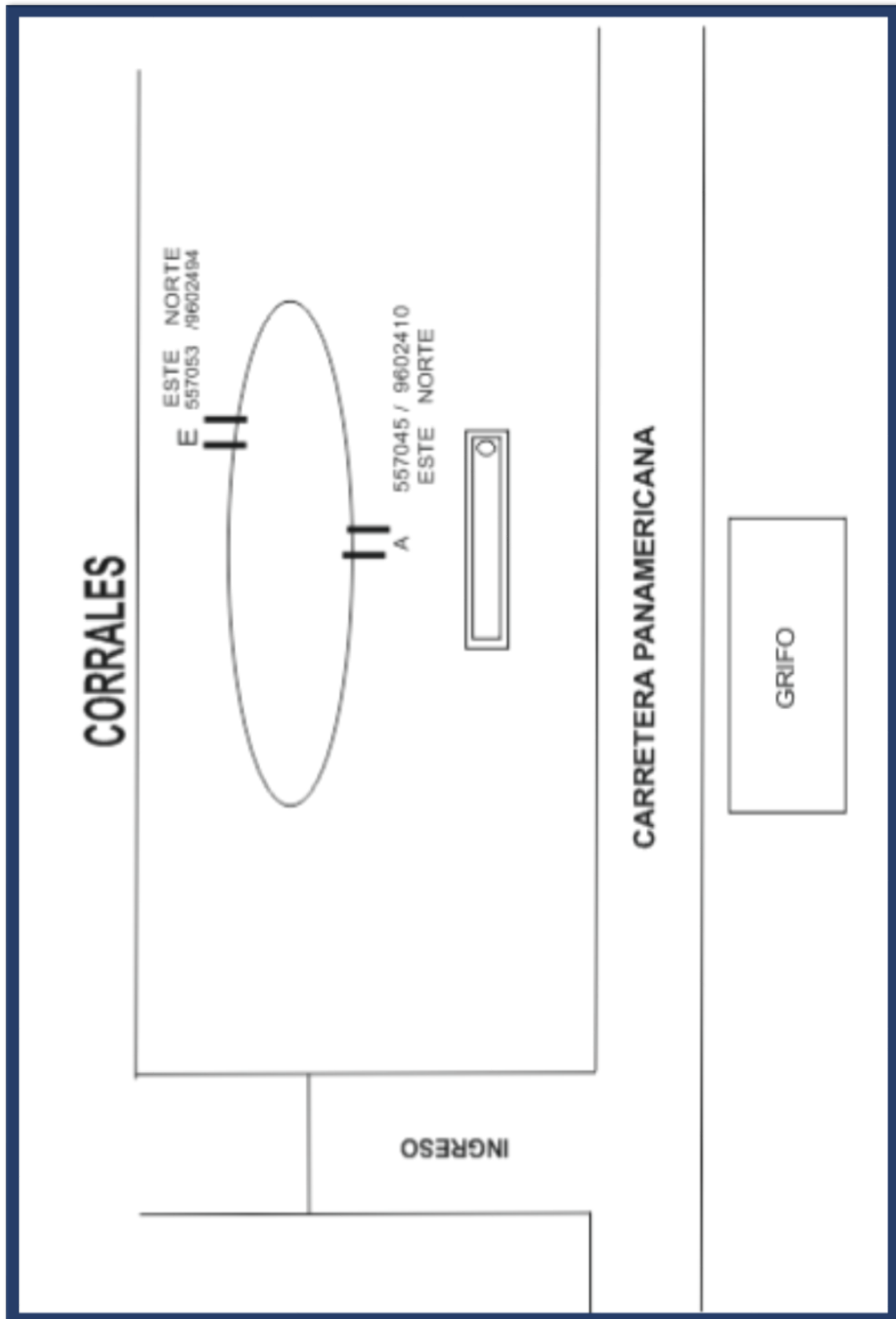


Figura 2. Punto de muestreo Corrales -Tumbes.

C. ESTACION DE BOMBEO COLOMA

La cámara de estación de bombeo Coloma se encuentra ubicado en el A.A.H.H. San José a 5.75 msnm, fue construida para el uso combinado de desagües domésticos y pluviales, su construcción se realizó en 1969 y tiene un caudal de bombeo es de 280 litros/segundo.

Comprende dos compartimentos cilíndricos de concreto armado, uno superior constituido por la cámara seca donde están alojados los equipos de bombeo y el inferior formando la cámara húmeda, donde bombea el agua residual y pluvial, presentando un volumen de capacidad de recolección de 55 m³.

El 85% de la población total de la ciudad de Tumbes vierte su agua doméstica siendo recolectada por esta cámara, recibiendo los aportes de agua servida del cercado de Tumbes y recolecta los desagües provenientes de las cámaras Pampa Grande y Urbanización.

De igual manera, el agua que sale de la cámara de estación de bombeo Coloma, son vertidas hacia abajo, que al final van a desembocar hacia el río Tumbes y siguiendo unos metros hacia adelante, se encuentra la captación de agua, que realiza la estación de bombeo La Tuna, para luego ser derivada por el canal aductor al canal principal para ser utilizada en el riego de los cultivos de arroz.

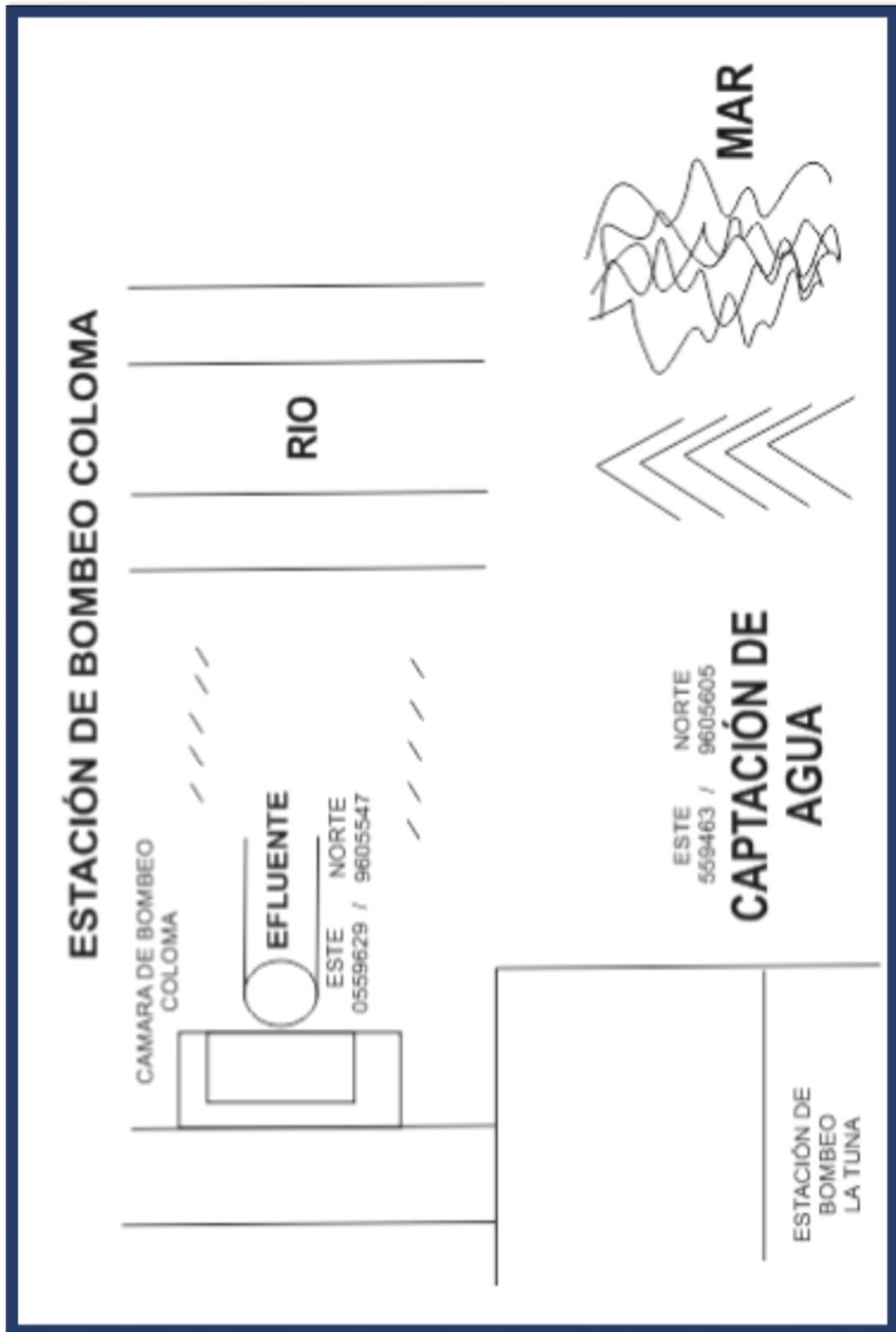


Figura 3. Punto de muestreo Estación de Bombeo Coloma -Tumbes.

D. LA CRUZ

La laguna de tratamiento de aguas servidas de La Cruz, se encuentra ubicado al margen izquierdo de la Panamericana Norte, haciendo un ingreso por una pequeño zona demarcada como Estación Climatológica Principal La Cruz, que corresponde al Senamhi del Ministerio del Ambiente, para luego acceder a las dos pozas de estabilización facultativas, que se ubican a 5 msnm, cuya construcción se realizó en el año 1987 y cuyo caudal de operación que trata es de 24 litros/segundo, que corresponden a un tratamiento primario y secundario.

La primera poza cuenta con una longitud de 74,9 m y de ancho con 38.3 m y con 1.80 m de profundidad, con un área útil de 2621.5 m². La segunda poza cuenta con una longitud de 74.90 m y de ancho con 36.90 m y con 1.60 m de profundidad, con un área útil de 2528 m².

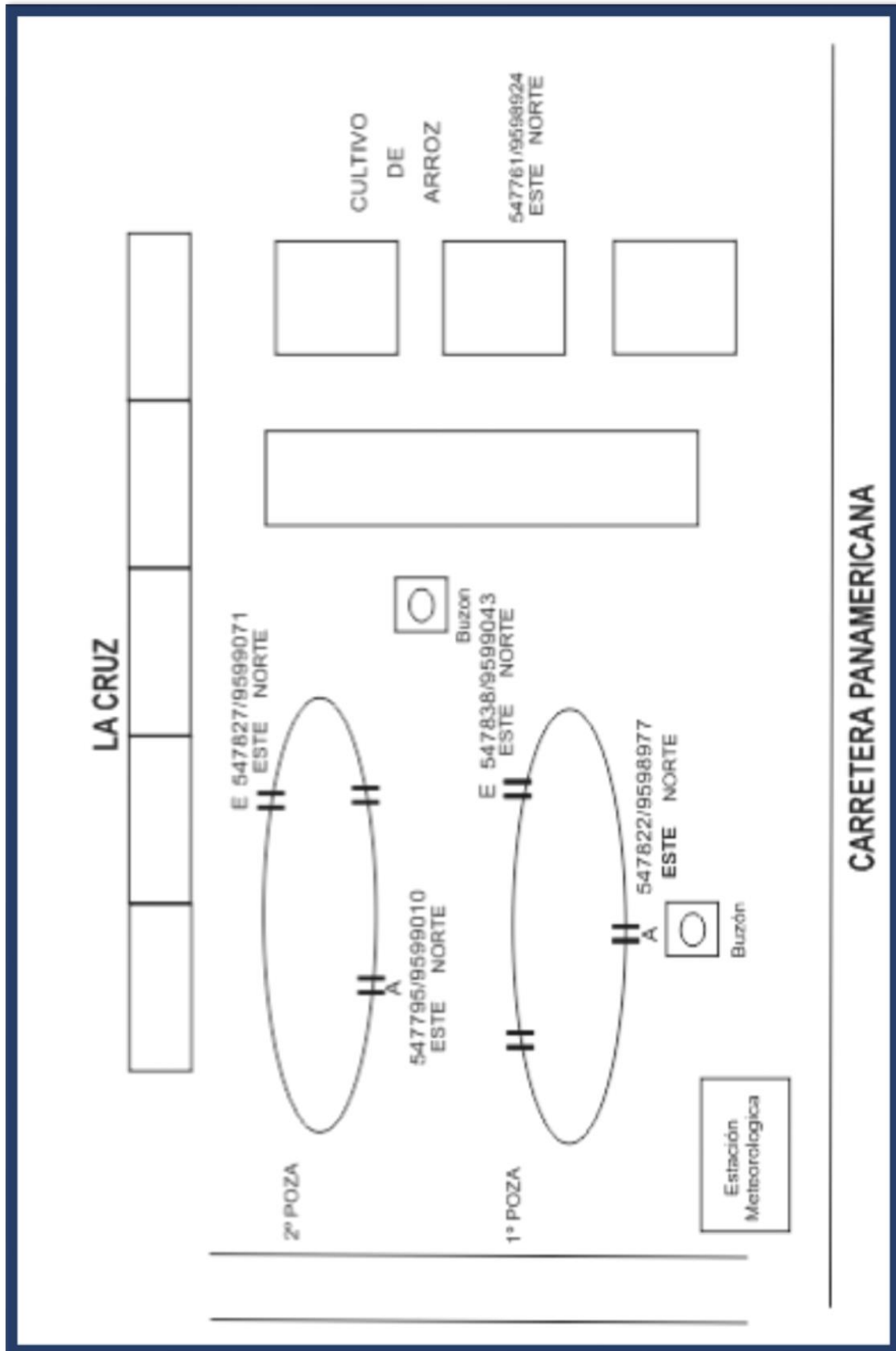


Figura 4. Punto de muestreo La Cruz -Tumbes.

E. CULTIVOS DE ARROZ LA TUNA

El Proyecto La Tuna, actualmente ocupa la hacienda del mismo nombre y que fue adjudicada a los agricultores del lugar como propiedad individual, según la aplicación de la Ley de Reforma Agraria.

Este Proyecto, se caracteriza por captar el agua del río Tumbes, mediante equipos de bombeo de combustión interna, con caudales de hasta 1 m³/seg, descargando sus caudales hacia una poza de descarga y este hacia un canal principal de 6.41 Km. de longitud total.

Actualmente, esta zona pertenece a la Comisión de Regantes Canal La Tuna, cuenta con 312.5 hectáreas para el cultivo de arroz con un rendimiento de 7000 a 8000 Kg de arroz por hectárea y tiene un módulo de riego de arroz de 12000 m³, que corresponde al volumen de agua que se consume por cultivo en una campaña de arroz (5 meses).

El agua es captada de la estación de Bombeo La Tuna y luego es derivada por el canal aductor al canal principal que es de material de concreto. La irrigación de la Tuna, se encuentra ubicado en el distrito, provincia y departamento de Tumbes y en la Margen Derecha del Río Tumbes, en su parte baja. Desde 1980, se ha venido mejorando el sistema principal de riego, desde su captación hasta la distribución misma.

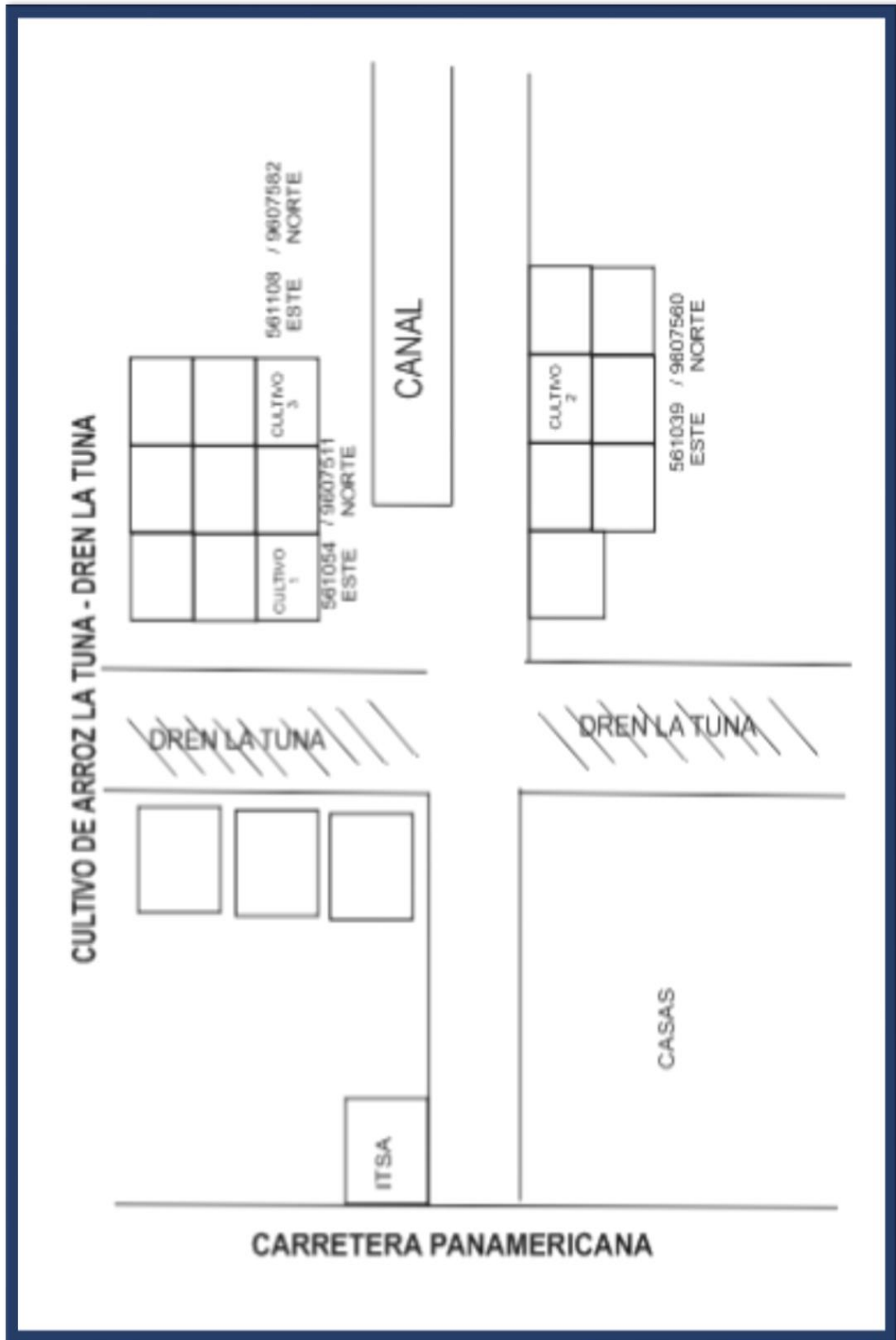


Figura 5. Punto de muestreo de los Cultivos de Arroz La Tuna - Tumbes.

F. DREN LA TUNA

El dren La Tuna se encuentra ubicada en el distrito de Tumbes, sector La Tuna, cuyo acceso se efectúa según el recorrido de la propia ciudad de Tumbes se dirige hacia el barrio San José, ingresando hasta el final de la calle Zarumilla, continuando por una trocha carrozable de aproximadamente 0.80 Km, la cual se encuentra en mal estado de conservación, donde se localiza el ingreso el dren La Tuna.

UBICACION:

Departamento : Tumbes
 Provincia : Tumbes
 Distrito : Tumbes
 Localidad : La Tuna

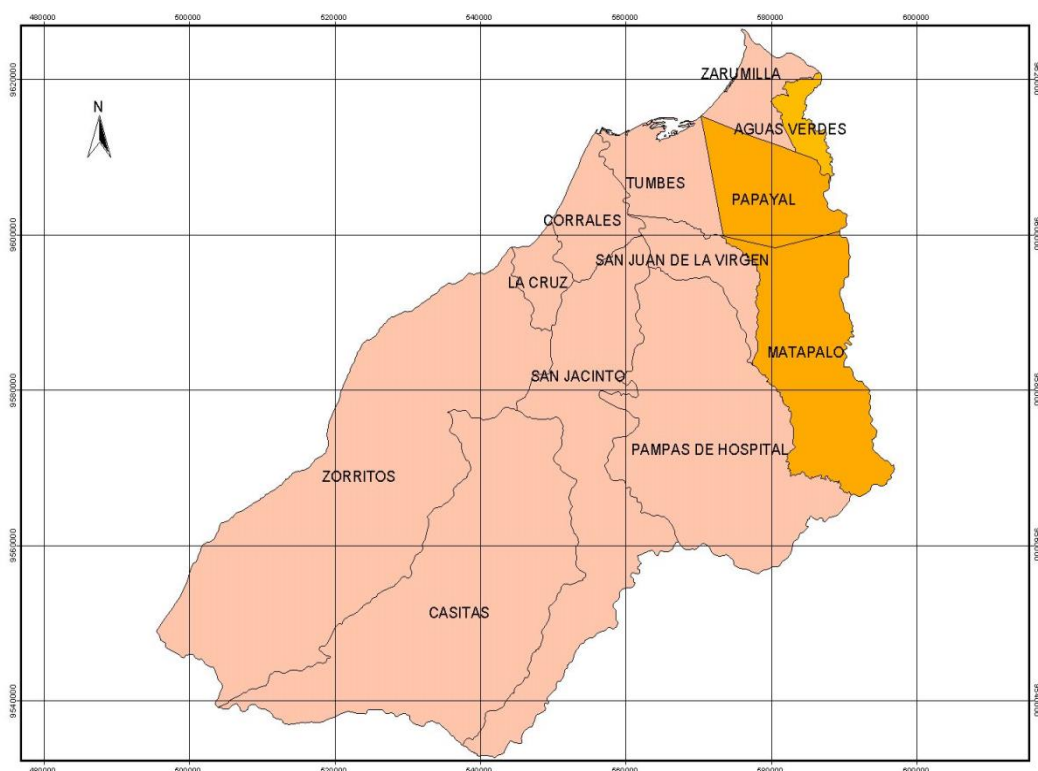


Figura 6. Mapa del Departamento de Tumbes.

4.2. Medidas de los Parámetros Microbiológicos

4.2.1. Numeración de Coliformes Totales y Fecales

Los resultados hallados durante la ejecución de la presente tesis, se distribuyeron de acuerdo a los puntos de muestreo, como se indican en las respectivas tablas.

Tabla 3.

Resultados del primer muestreo de Coliformes Totales. 17 de Setiembre del 2016.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	RESULTADO	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	3.3×10^5
			Efluente	3.3×10^5
		Poza 2	Afluente	3.3×10^5
			Efluente	0.9×10^5
2	Corrales	Poza 1	Afluente	140×10^5
			Efluente	17.5×10^5
3	Estación Bombeo Coloma	Efluente		11×10^5
		Captación de agua		70×10^5
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	14×10^5
			Efluente	7×10^5
		Poza 2	Afluente	7×10^5
			Efluente	0.9×10^5
		Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.3×10^5
			Raíz de la planta	0.1×10^5
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	3.9×10^5
			Raíz de la planta	2.2×10^5
		B. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	3.2×10^5
			Raíz de la planta	2.2×10^5
		C. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	3.5×10^5
			Raíz de la planta	2.2×10^5
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	3.9×10^5	

Tabla 4.

Resultados del primer muestreo de Coliformes Fecales. 17 de Setiembre del 2016.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		RESULTADO
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	3.3×10^5
			Efluente	0.7×10^5
		Poza 2	Afluente	0.7×10^5
			Efluente	0.7×10^5
2	Corrales	Poza 1	Afluente	28×10^5
			Efluente	14×10^5
3	Estación Bombeo Coloma	Efluente		2.6×10^5
		Captación de agua		11×10^5
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	11×10^5
			Efluente	7×10^5
		Poza 2	Afluente	4.6×10^5
			Efluente	0.7×10^5
		Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.3×10^5
			Raíz de la planta	0.2×10^5
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	1.7×10^5
			Raíz de la planta	0.3×10^5
		B. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	1.7×10^5
			Raíz de la planta	1.3×10^5
		C. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	2.7×10^5
			Raíz de la planta	1.4×10^5
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		3.9×10^5

Tabla 5.

Resultados del Segundo Muestreo de Coliformes Totales. 30 de Octubre del 2016.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		RESULTADO
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	3.3×10^5
			Efluente	2.2×10^5
		Poza 2	Afluente	2.2×10^5
			Efluente	0.7×10^5
2	Corrales	Poza 1	Afluente	17×10^5
			Efluente	11×10^5
3	Estación Bombeo Coloma	Efluente		2.7×10^5
		Captación de agua		22×10^5
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	2.6×10^5
			Efluente	2.1×10^5
		Poza 2	Afluente	1.7×10^5
			Efluente	1.4×10^5
		Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.3×10^5
			Raíz de la planta	0.2×10^5
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	3.9×10^5
			Raíz de la planta	2.1×10^5
		B. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.2×10^5
			Raíz de la planta	0.1×10^5
		C. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.2×10^5
			Raíz de la planta	0.1×10^5
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		0.3×10^5

Tabla 6.

Resultados del Segundo Muestreo de Coliformes Fecales. 30 Octubre del 2016.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		RESULTADO
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	3.3×10^5
			Efluente	1.7×10^5
		Poza 2	Afluente	1.7×10^5
			Efluente	0.4×10^5
2	Corrales	Poza 1	Afluente	3.3×10^5
			Efluente	2.2×10^5
3	Estación Bombeo Coloma	Efluente		2.2×10^5
		Captación de agua		17×10^5
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	2.2×10^5
			Efluente	1.7×10^5
		Poza 2	Afluente	1.7×10^5
			Efluente	1.1×10^5
		Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.2×10^5
			Raíz de la planta	0.1×10^5
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.3×10^5
			Raíz de la planta	0.1×10^5
		B. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.1×10^5
			Raíz de la planta	0.1×10^5
		C. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.1×10^5
			Raíz de la planta	0.1×10^5
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	0.2×10^5	

Tabla 7.

Resultados del Tercer Muestreo de Coliformes Totales. 15 Enero 2017.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		RESULTADO
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	140×10^5
			Efluente	22×10^5
		Poza 2	Afluente	11×10^5
			Efluente	4.9×10^5
2	Corrales	Poza 1	Afluente	280×10^5
			Efluente	22×10^5
3	Estación Bombeo Coloma	Efluente		220×10^5
		Captación de agua		22×10^5
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	110×10^5
			Efluente	14×10^5
		Poza 2	Afluente	7×10^5
			Efluente	1.7×10^5
		Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	21×10^5
			Raíz de la planta	11×10^5
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	5.4×10^5
			Raíz de la planta	2.2×10^5
		B. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	3.5×10^5
			Raíz de la planta	2.6×10^5
		C. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.7×10^5
			Raíz de la planta	0.3×10^5
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	1.4×10^5	

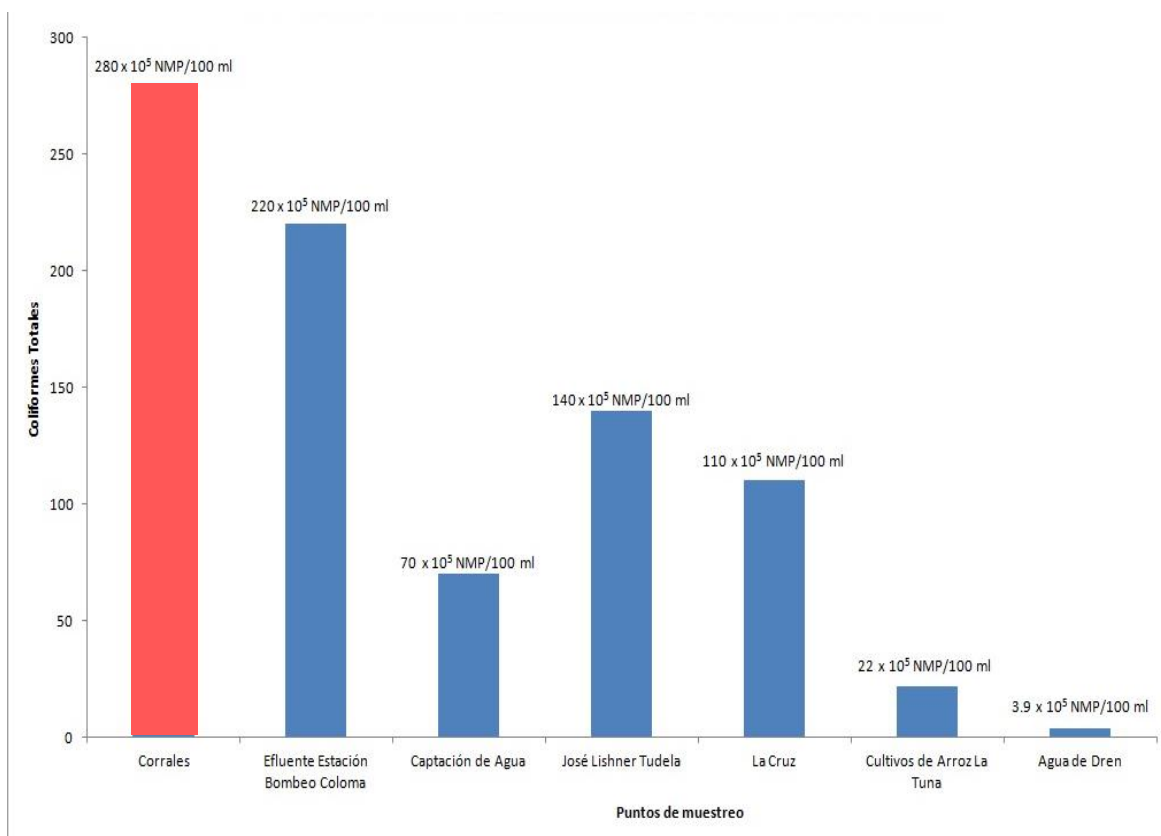


Figura 8. Concentración de Coliformes Totales por puntos de muestreo.

Tabla 8.

Resultados del Tercer Muestreo de Coliformes Fecales. 15 Enero 2017.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	RESULTADO	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	110 x 10 ⁵
			Efluente	17 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	2.6 x 10 ⁵
			Efluente	1.1 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluente	11 x 10 ⁵
			Efluente	4.9 x 10 ⁵
3	Estación Bombeo Coloma	Efluente		110 x 10 ⁵
		Captación de agua		11 x 10 ⁵
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	14 x 10 ⁵
			Efluente	4.9 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	1.1 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	2 x 10 ⁵
			Raíz de la planta	0.7 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	5.4 x 10 ⁵
			Raíz de la planta	2.2 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	3.5 x 10 ⁵
			Raíz de la planta	1.7 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.4 x 10 ⁵
			Raíz de la planta	0.2 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	0.9 x 10 ⁵	

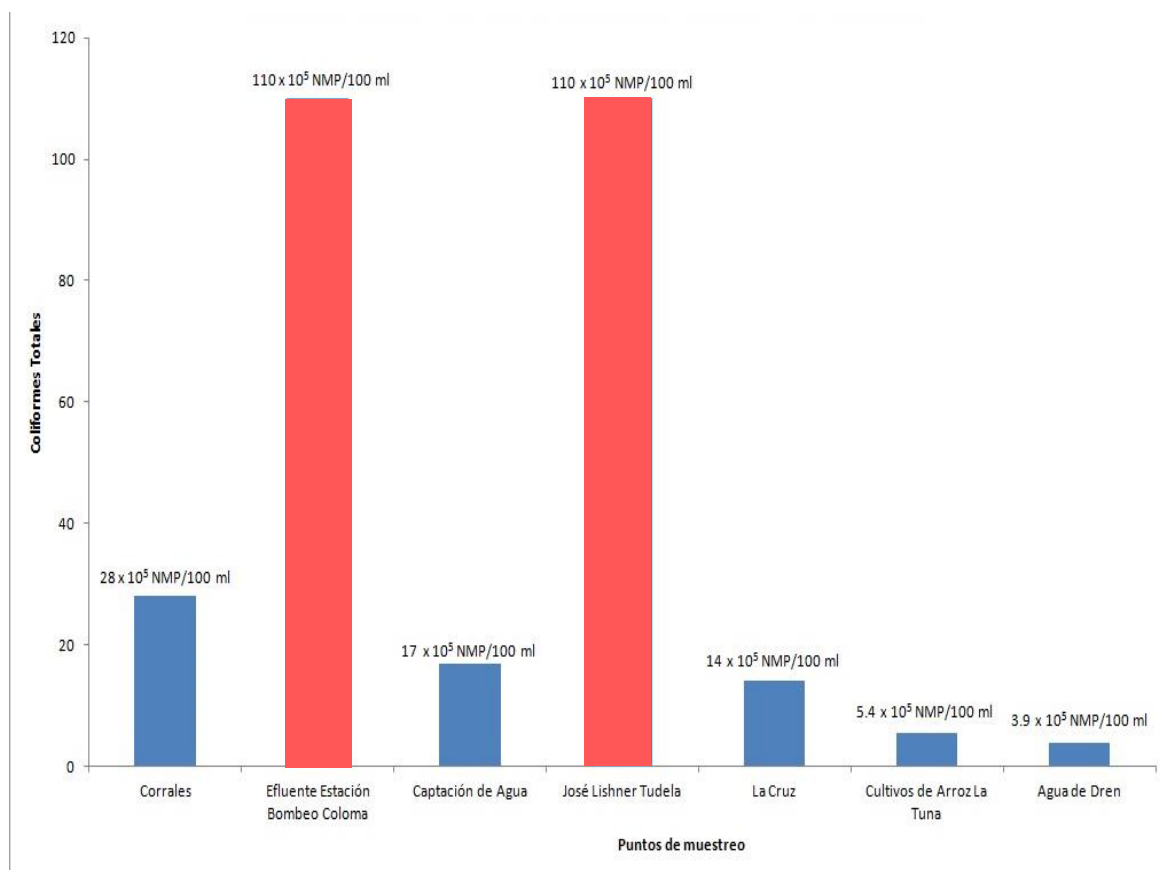


Figura 9. Concentración de Coliformes Fecales por puntos de muestreo.

Tabla 9.

Resultados del Cuarto Muestreo de Coliformes Totales. 26 Febrero 2017.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		RESULTADO
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	3.3 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	0.9 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluente	54 x 10 ⁵
			Efluente	2.6 x 10 ⁵
3	Estación Bombeo Coloma		Efluente	2.3 x 10 ⁵
			Captación de agua	7 x 10 ⁵
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	14 x 10 ⁵
			Efluente	2.6 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	2.1 x 10 ⁵
			Efluente	1.7 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	1.7 x 10 ⁵
			Raíz de la planta	1.1 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	2.2 x 10 ⁵
			Raíz de la planta	1.7 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	2.2 x 10 ⁵
			Raíz de la planta	1.3 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	1.1 x 10 ⁵
			Raíz de la planta	0.8 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	0.4 x 10 ⁵	

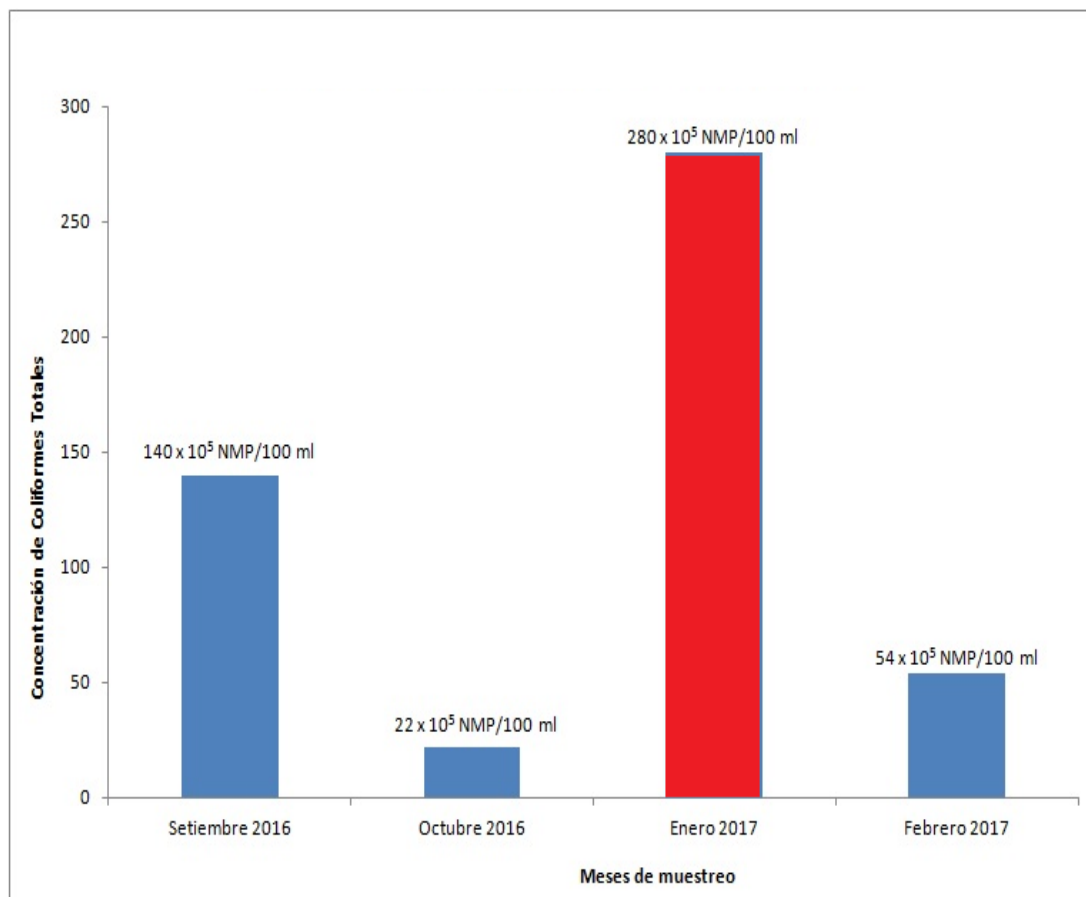


Figura 10. Mayor Concentración de Coliformes Totales por Meses de Muestreo.

Tabla 10.

Resultados del Cuarto Muestreo de Coliformes Fecales. 26 Febrero 2017.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		RESULTADO
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	0.7 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	0.7 x 10 ⁵
			Efluente	0.7 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluente	11 x 10 ⁵
			Efluente	1.4 x 10 ⁵
3	Estación Bombeo Coloma		Efluente	2.2 x 10 ⁵
			Captación de agua	2.1 x 10 ⁵
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	7 x 10 ⁵
			Efluente	2.6 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	1.7 x 10 ⁵
			Efluente	1.1 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	1.4 x 10 ⁵
			Raíz de la planta	0.1 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	2.2 x 10 ⁵
			Raíz de la planta	1.3 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	2.2 x 10 ⁵
			Raíz de la planta	1.4 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	1.1 x 10 ⁵
			Raíz de la planta	0.7 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	0.3 x 10 ⁵	

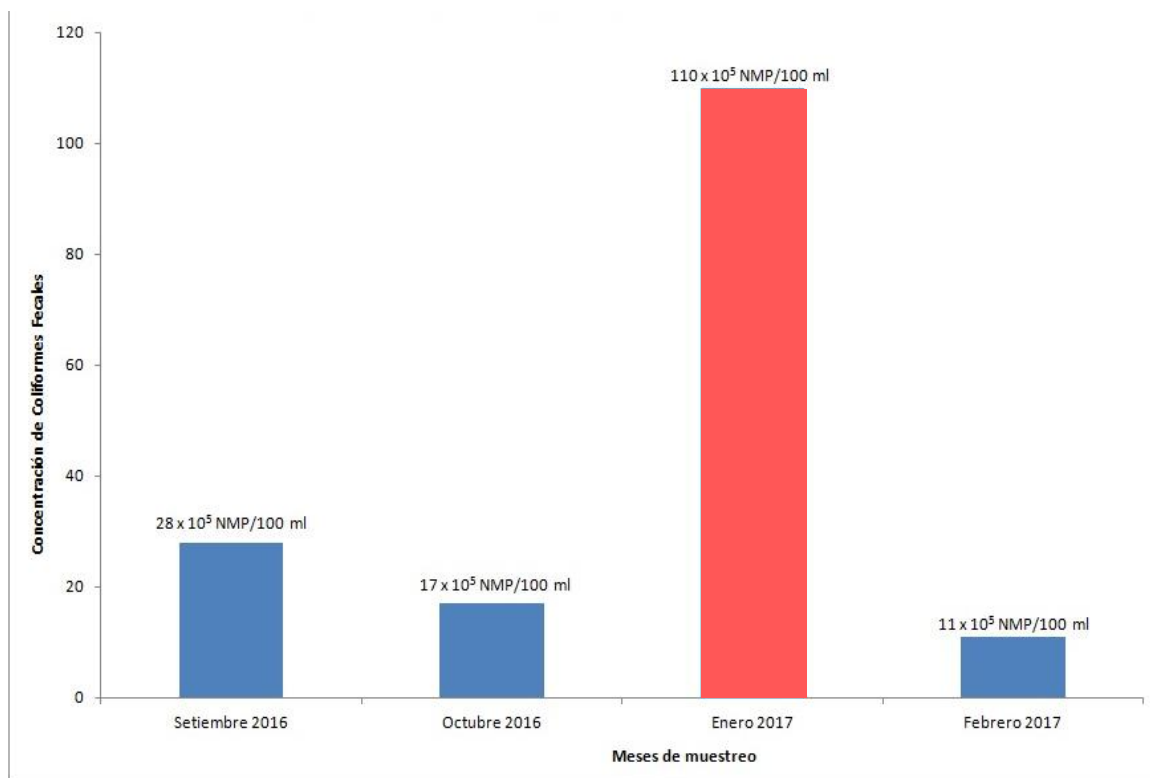


Figura 11. Mayor Concentración de Coliformes Fecales por meses de muestreo.

Tabla 11.

Resultados de Coliformes Totales por muestreo.

N	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	MUESTREO				
			1°	2°	3°	4°	
1	José Lishner	Afluente	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵	140 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵	
		Efluente	3.3 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵	22 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵	
	Tudela	Afluente	3.3 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵	11 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵	
		Efluente	0.9 x 10 ⁵	0.7 x 10 ⁵	4.9 x 10 ⁵	0.9 x 10 ⁵	
2	Corrales	Afluente	140 x 10 ⁵	17 x 10 ⁵	280 x 10 ⁵	54 x 10 ⁵	
		Efluente	17.5 x 10 ⁵	11 x 10 ⁵	22 x 10 ⁵	2.6 x 10 ⁵	
3	Estación Coloma	Efluente	11 x 10 ⁵	2.7 x 10 ⁵	220 x 10 ⁵	2.3 x 10 ⁵	
		Captación de agua	70 x 10 ⁵	22 x 10 ⁵	22 x 10 ⁵	7 x 10 ⁵	
4	La Cruz	Afluente	14 x 10 ⁵	2.6 x 10 ⁵	110 x 10 ⁵	14 x 10 ⁵	
		Efluente	7 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵	14 x 10 ⁵	2.6 x 10 ⁵	
	Poza 2	Afluente	7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵	7 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵	
		Efluente	0.9 x 10 ⁵	1.4 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵	
	Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.3 x 10 ⁵	0.3 x 10 ⁵	21 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵	
		Raíz de la planta	0.1 x 10 ⁵	0.2 x 10 ⁵	11 x 10 ⁵	1.1 x 10 ⁵	
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	3.9 x 10 ⁵	3.9 x 10 ⁵	5.4 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵
		Raíz de la planta	2.2 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵	
	B. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	3.2 x 10 ⁵	0.2 x 10 ⁵	3.5 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵	
		Raíz de la planta	2.2 x 10 ⁵	0.1 x 10 ⁵	2.6 x 10 ⁵	1.3 x 10 ⁵	
	C. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	3.5 x 10 ⁵	0.2 x 10 ⁵	0.7 x 10 ⁵	1.1 x 10 ⁵	
		Raíz de la planta	2.2 x 10 ⁵	0.1 x 10 ⁵	0.3 x 10 ⁵	0.8 x 10 ⁵	
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	3.9 x 10 ⁵	0.3 x 10 ⁵	1.4 x 10 ⁵	0.4 x 10 ⁵	

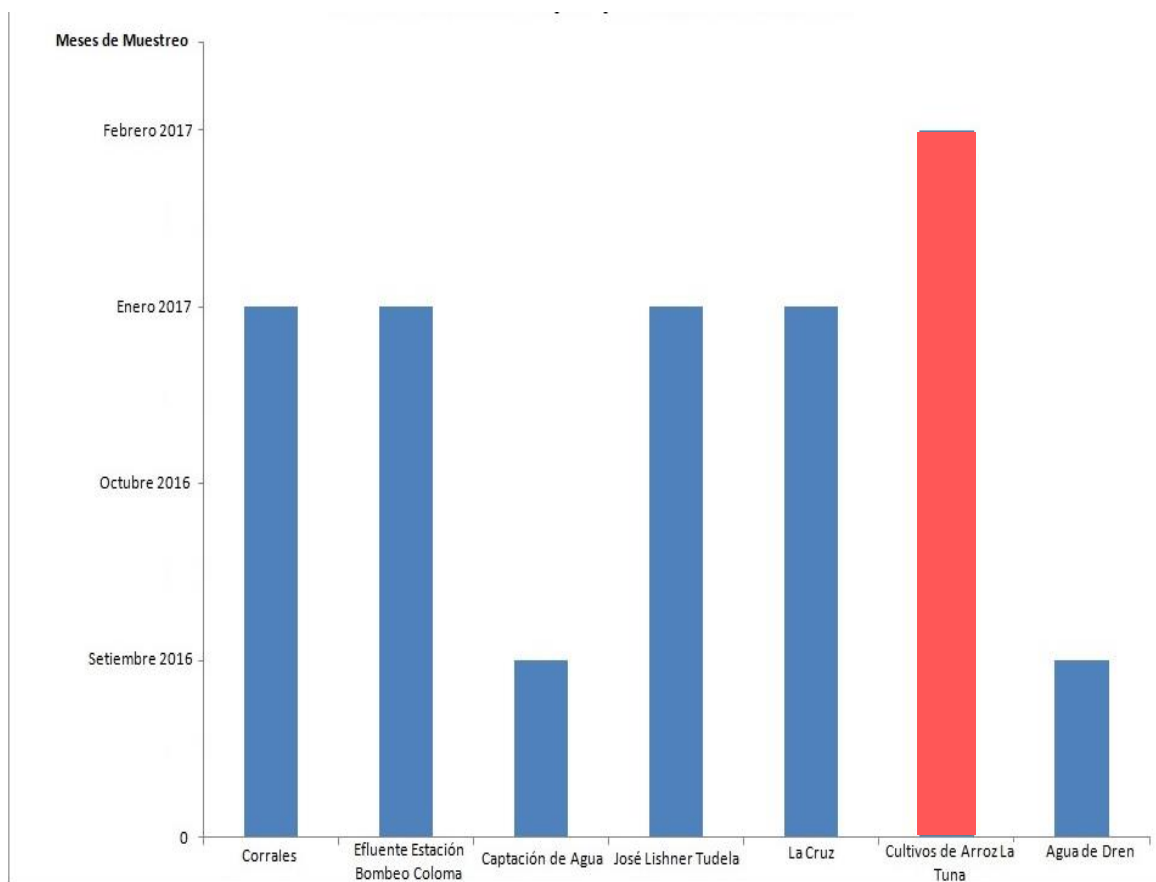


Figura 12. Coliformes Totales por puntos de muestreo.

Tabla 12.

Resultados de Coliformes Fecales por muestreo.

N	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	1°	2°	3°	4°	
			MUESTREO	MUESTREO	MUESTREO	MUESTREO	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	3.3×10^5	3.3×10^5	110×10^5	3.3×10^5
		Efluente	0.7×10^5	1.7×10^5	17×10^5	0.7×10^5	
	Poza 2	Afluente	0.7×10^5	1.7×10^5	2.6×10^5	0.7×10^5	
		Efluente	0.7×10^5	0.4×10^5	1.1×10^5	0.7×10^5	
2	Corrales	Poza 1	Afluente	28×10^5	3.3×10^5	11×10^5	11×10^5
		Efluente	14×10^5	2.2×10^5	4.9×10^5	1.4×10^5	
3	Estación Coloma	Efluente	2.6×10^5	2.2×10^5	110×10^5	2.2×10^5	
		Captación de agua	11×10^5	17×10^5	11×10^5	2.1×10^5	
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	11×10^5	2.2×10^5	14×10^5	7×10^5
			Efluente	7×10^5	1.7×10^5	4.9×10^5	2.6×10^5
		Poza 2	Afluente	4.6×10^5	1.7×10^5	3.3×10^5	1.7×10^5
			Efluente	0.7×10^5	1.1×10^5	1.1×10^5	1.1×10^5
	Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	0.3×10^5	0.2×10^5	2×10^5	1.4×10^5	
		Raíz de la planta	0.2×10^5	0.1×10^5	0.7×10^5	0.1×10^5	
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	1.7×10^5	0.3×10^5	5.4×10^5	2.2×10^5
			Raíz de la planta	0.3×10^5	0.1×10^5	2.2×10^5	1.3×10^5
		B. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	1.7×10^5	0.1×10^5	3.5×10^5	2.2×10^5
			Raíz de la planta	1.3×10^5	0.1×10^5	1.7×10^5	1.4×10^5
		C. Cultivo de Arroz	Agua de cultivo	2.7×10^5	0.1×10^5	0.4×10^5	1.1×10^5
			Raíz de la planta	1.4×10^5	0.1×10^5	0.2×10^5	0.7×10^5
6	Dren	La Tuna	Agua de Dren	3.9×10^5	0.2×10^5	0.9×10^5	0.3×10^5

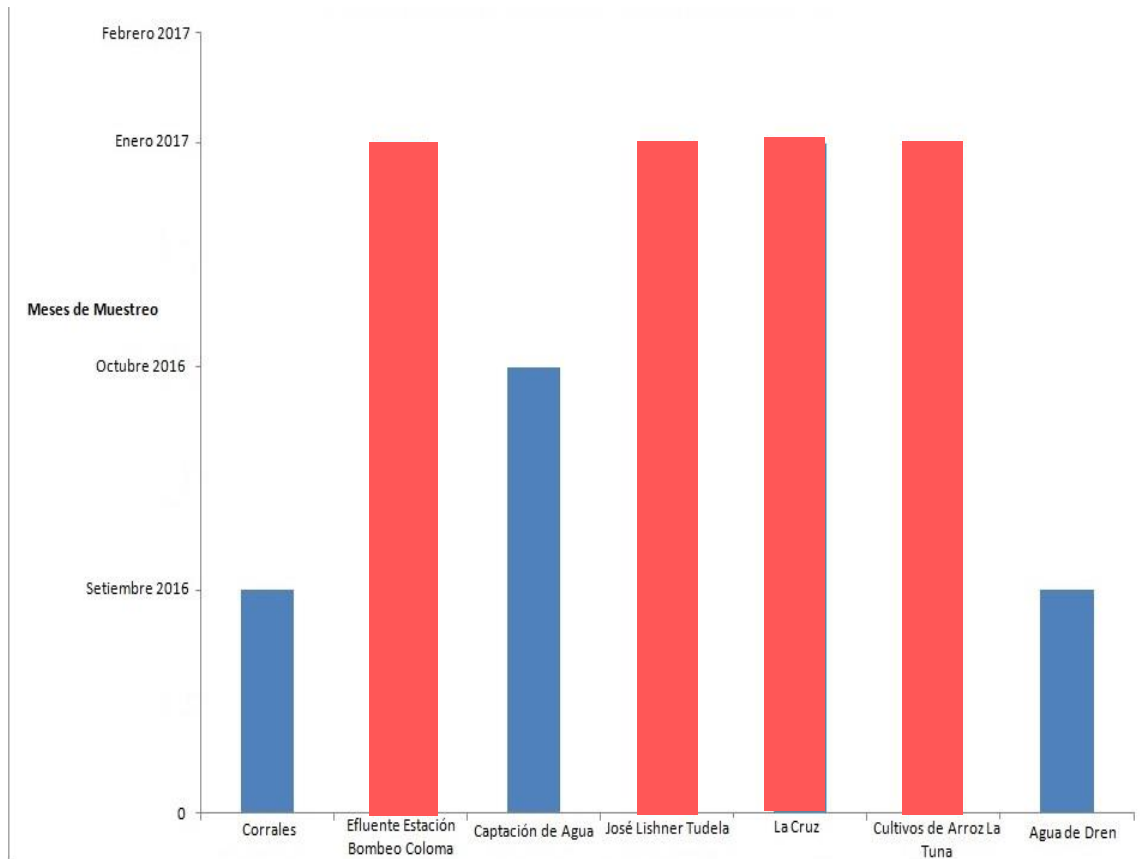


Figura 13. Coliformes Fecales por puntos de muestreo.

Durante la ejecución de la presente tesis se llegaron a los siguientes resultados:

Tomando en cuenta los seis puntos de muestreo, se considera a la Laguna de tratamiento de desagües domésticos de Corrales, la que presenta mayor concentración de coliformes totales en su poza de estabilización facultativa, con un recuento de 28×10^6 NMP/100 ml en el mes de Enero, como se indica en la tabla 11 y a la estación José Lishner Tudela, con la estación de bombeo Coloma, las que presentaron mayor concentración de coliformes fecales, con una concentración de 11×10^6 NMP/100 ml, en el mes de Enero, como se indica en la tabla 12.

Considerándose para la estación de Corrales en lo que respecta a coliformes totales, la mayor concentración en Enero, con 28×10^6 NMP/100 ml en el afluente para terminar con un 22×10^5 NMP/100 ml en el efluente, como se detalla en la tabla 7 y se ilustra en la figura 10. Asimismo, se presentó la menor concentración en Octubre con 17×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar con 11×10^5 NMP/100 ml en el efluente, como se indica en la tabla 5 y se ilustra en la figura 8.

Considerándose para coliformes fecales, la mayor concentración en Setiembre, con 28×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar con 14×10^5 NMP/100 ml en el efluente, como se indica en la tabla 4. Asimismo, se presentó la menor concentración en Octubre, con 3.3×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar con 2.2×10^5 NMP/100 ml en el efluente, como se detalla en la tabla 6.

En segundo lugar, en concentración para coliformes totales, continúa la estación de bombeo Coloma, presentando la mayor concentración en Enero, con 22×10^6 NMP/100 ml, como se indica en la Tabla 7 y la menor concentración con 11×10^5 NMP/100 ml en Setiembre, como se indica en la tabla 3, que corresponden al

efluente. De igual forma para coliformes fecales, la mayor concentración se presentó en Enero con 11×10^6 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 8 y la menor concentración en Febrero, con 2.2×10^5 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 10, que corresponden al efluente.

La captación de agua realizada por la cámara de bombeo La Tuna, presentó la mayor concentración para coliformes totales, en Setiembre, con 7×10^6 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 3 y la menor concentración en Febrero, con 7×10^5 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 9. De igual manera para coliformes fecales, la mayor concentración se presentó en Octubre, con 17×10^5 NMP/100 ml como se indica en la tabla 6 y la menor concentración en Febrero, con 2.1×10^5 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 10.

En tercer lugar, en concentración para coliformes totales, continúa la laguna de tratamiento de aguas servidas de José Lishner Tudela, presentando la mayor concentración para coliformes totales en Enero, con 14×10^6 NMP/100 ml en el afluente, para terminar con 22×10^5 NMP/100 ml en el efluente, que corresponde a la primera poza de estabilización. La segunda poza de estabilización, presenta una concentración de 11×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar en 4.9×10^5 NMP/100 ml en el efluente, como se indica en la tabla 7.

La menor concentración para coliformes totales, se presentó en Octubre, con una concentración de 3.3×10^5 NMP/100 ml en el afluente, para terminar con 2.2×10^5 NMP/100 ml en el efluente que corresponde a la primera poza de estabilización. La segunda poza de estabilización, presentó una concentración de 2.2×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar en 0.7×10^5 NMP/100 ml en el efluente, como se indica en la tabla 5.

Asimismo, para coliformes fecales en la laguna de tratamiento de aguas servidas de José Lishner Tudela, se presentó la mayor concentración en Enero, con 11×10^6 NMP/100 ml en el afluente para terminar con 17×10^5 NMP/100 ml en el efluente, que corresponde a la primera poza de estabilización. La segunda poza de estabilización, presentó la mayor concentración de 2.6×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar en 1.1×10^5 NMP/100 ml en el efluente, como se indica en la tabla 8 y se ilustra en la figura 11.

La menor concentración para coliformes fecales, se presentó en Octubre, con 3.3×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar en 1.7×10^5 NMP/100 ml en el efluente, que corresponde a la primera poza de estabilización. La segunda poza de estabilización, presentó una concentración de 1.7×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar con 0.4×10^5 NMP/100 ml en el efluente, como se detalla en la tabla 6 y se ilustra en la figura 9.

En la laguna de tratamiento de aguas servidas de La Cruz, se presentó para coliformes totales, la mayor concentración en Enero, con 11×10^6 NMP/100 ml en el afluente para terminar con 14×10^5 NMP/100 ml en el efluente, que corresponde a la primera poza de estabilización. La segunda poza de estabilización, presentó la mayor concentración de 7×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar en 1.7×10^5 NMP/100 ml en el efluente, como se indica en la tabla 7.

La menor concentración para coliformes totales, se presentó en Octubre, con 2.6×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar con 2.1×10^5 NMP/100 ml en el efluente, que corresponde a la primera poza de estabilización. La segunda poza de estabilización, presentó la menor concentración de 1.7×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar con 1.4×10^5 NMP/100 ml en el efluente, como se detalla en la tabla 5.

De igual forma para coliformes fecales, en la laguna de tratamiento de aguas servidas de La Cruz, se presentó la mayor concentración en Enero, con 14×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar con 4.9×10^5 NMP/100 ml en el efluente, que corresponde a la primera poza de estabilización. La segunda poza de estabilización, presentó la mayor concentración de 3.3×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar con 1.1×10^5 NMP/100 ml en el efluente, como se indica en la tabla 8.

La menor concentración para coliformes fecales, se presentó en Octubre, con 2.2×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar con 1.7×10^5 NMP/100 ml en el efluente, que corresponden a la primera poza de estabilización. La segunda poza de estabilización, presentó 1.7×10^5 NMP/100 ml en el afluente para terminar en 1.1×10^5 NMP/100 ml en el efluente, como se indica en la tabla 6.

Para el cultivo de arroz en La Cruz, en lo que respecta al agua de cultivo, se presentó la mayor concentración para coliformes totales, en Enero, con un recuento de 21×10^5 NMP/100 ml, como se detalla en la tabla 7 y la menor concentración en Setiembre y Octubre, con un recuento de 0.3×10^5 NMP/100 ml, como se detalla en las tablas 3 y 5. De igual forma, para coliformes fecales, se presentó la mayor concentración en Enero con un recuento de 2×10^5 NMP/100 ml como se detalla en la tabla 8 y la menor concentración en Octubre con un recuento de 0.2×10^5 NMP/100 ml, como se detalla en la tabla 6.

En lo que respecta a la raíz de la planta del cultivo de arroz en La Cruz, se presentó la mayor concentración para coliformes totales, en Enero, con un recuento de 11×10^5 NMP/100 ml, como se detalla en la tabla 7 y la menor concentración en Setiembre, con un recuento de 0.1×10^5 NMP/100 ml, como se detalla en la tabla 3. De igual forma, para coliformes fecales, se presentó la mayor concentración en Enero con un recuento de 0.7×10^5 NMP/100 ml,

como se detalla en la tabla 8 y la menor concentración en Octubre y Febrero con un recuento de 0.1×10^5 NMP/100 ml. como se detalla en la tabla 6 y 10.

Para el cultivo de arroz La Tuna, en lo que respecta al agua de cultivo, se presentó para coliformes totales, la mayor concentración en Enero, con 5.4×10^5 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 7 y se ilustra en la figura 12 y la menor concentración en Octubre, con 0.2×10^5 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 5. Para coliformes fecales en el agua de cultivo de arroz La Tuna, se presentó la mayor concentración en Enero, con 5.4×10^5 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 8 y la menor concentración en Octubre, con 0.1×10^5 NMP/100 ml, como se detalla en la tabla 6.

En lo que respecta a la raíz de la planta para en el cultivo de arroz La Tuna, se presentó para coliformes totales, la mayor concentración en Enero, con 2.6×10^5 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 7 y la menor concentración en Octubre, con 0.1×10^5 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 5. Para coliformes fecales en la raíz de la planta de los cultivos de arroz La Tuna, se presentó la mayor concentración en Enero, con 2.2×10^5 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 8 y la menor concentración en Octubre, con 0.1×10^5 NMP/100 ml, como se detalla en la tabla 6.

Para el agua del dren La Tuna, se obtuvieron resultados para coliformes totales, en la mayor concentración en Setiembre, con 3.9×10^5 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 3 y la menor concentración en 0.3×10^5 NMP/100 ml en Octubre, como se indica en la tabla 5. Para coliformes fecales en el agua del dren La Tuna, se presentó la mayor concentración en Setiembre, con 3.9×10^5 NMP/100 ml, como se detalla en la tabla 4 y la menor concentración en Octubre con 0.2×10^5 NMP/100 ml, como se indica en la tabla 6 y se ilustra en la figura 13.

Se realizó además una compilación de datos que corresponden a diluciones con su respectivo recuento de coliformes totales y fecales por cada muestreo, que fueron reportados desde la tabla 16 hasta la tabla 39 en Anexos.

4.2.2. Determinación de Presencia de Parásitos en agua Residual

Durante la ejecución de la presente tesis se llegaron a los siguientes resultados:

En lo que respecta a la presencia de parásitos en agua residual de la ciudad de Tumbes, se logró determinar la presencia de quistes de parásitos de la especie *Giardia lamblia* en los puntos de muestreo de Corrales, estación de bombeo Coloma; José Lishner Tudela y el dren La Tuna.

Asimismo, se determinó la presencia de quistes de *Blastocystis hominis*, en los puntos de muestreo de Corrales, estación de bombeo Coloma, José Lishner Tudela, La Cruz, en agua del cultivo de arroz La Tuna y en la raíz de la planta del cultivo de arroz La Tuna.

De igual manera, se determinó la presencia de quistes de *Entamoeba coli*, en los puntos de muestreo de Corrales, estación de bombeo Coloma, José Lishner Tudela, La Cruz y dren La Tuna.

De igual forma, se determinó la presencia de quistes de *Endolimax nana*, *Balantidium coli*, *Entamoeba histolytica* y larvas de *Strongyloides estercolaris*, en los puntos de muestreo de Corrales y estación de bombeo Coloma.

Tabla 13.

Resultados de Parásitos encontrados en muestras de agua.

Nº	PARASITOS	TIPO	TIPO DE MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO
1	<i>Giardia lamblia</i>	Quiste	Agua	Corrales, Coloma, José Lishner Tudela, Dren La Tuna
2	<i>Blastocistis hominis</i>	Quiste	Agua Raíz	Corrales, Coloma, José Lishner Tudela, La Cruz, agua del cultivo de arroz La Tuna, raíz de la planta del cultivo de arroz La Tuna.
3	<i>Entamoeba coli</i>	Quiste	Agua	Corrales, Coloma, José Lishner Tudela, La Cruz, Dren La Tuna
4	<i>Endolimax nana</i>	Quiste	Agua	Corrales, Coloma
5	<i>Balantidium coli</i>	Quiste	Agua	Corrales, Coloma
6	<i>Entamoeba histolytica</i>	Quiste	Agua	Corrales, Coloma
7	<i>Strongyloides estercolaris</i>	Larva	Agua	Corrales, Coloma

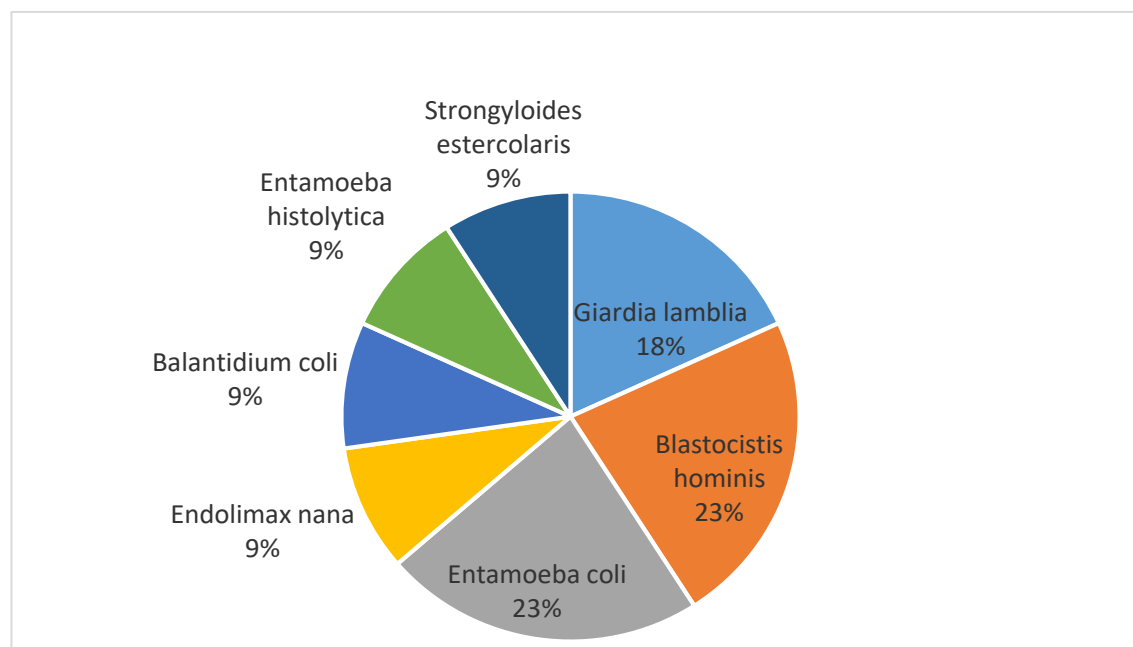


Figura 14. Parásitos encontrados en muestras de agua.

Tabla 14.

Resultados de Parásitos encontrados en muestras de agua por Puntos de Muestreo.

Nº	LUGAR DE MUESTREO	TIPO	TIPO DE MUESTRA	PARASITOS
1	José Lishner Tudela	Quiste	Agua	<i>Giardia lamblia, Blastocystis hominis, Entamoeba coli</i>
2	Corrales	Quiste Larva	Agua	<i>Giardia lamblia, Blastocystis hominis, Entamoeba coli, Endolimax nana, Balantidium coli, Entamoeba histolytica, Strongyloides estercolaris.</i>
3	Estación de Bombeo Coloma	Quiste Larva	Agua	<i>Giardia lamblia, Blastocystis hominis, Entamoeba coli, Endolimax nana, Balantidium coli, Entamoeba histolytica, Strongyloides estercolaris.</i>
4	La Cruz	Quiste	Agua	<i>Entamoeba coli, Blastocystis hominis</i>
5	Cultivos de arroz La Tuna	Quiste	Agua Raíz	<i>Blastocystis hominis</i>
6	Dren La Tuna	Quiste	Agua	<i>Giardia lamblia, Entamoeba coli.</i>

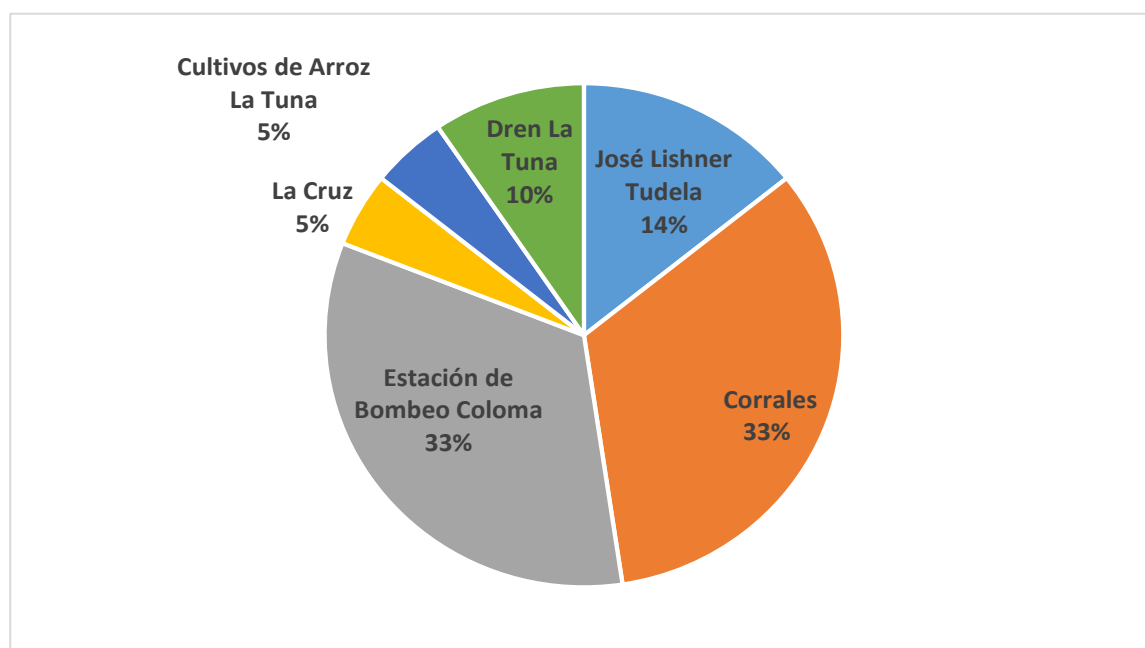


Figura 15. Parásitos encontrados en muestras de agua por punto de muestreo.

5. DISCUSION

Los resultados del presente trabajo de investigación nos indican lo siguiente:

A. Numeración de Coliformes Totales y Fecales

La disposición final de efluentes domésticos tratados, todavía son un problema para el desarrollo sostenible y aún es necesario disponerlos adecuadamente en algún lugar, como los ríos y mares para su dispersión y dilución, es necesario monitorear continuamente el cuerpo receptor y cuantificar directamente por mediciones de sus parámetros físicos, químicos y biológicos para saber su estado actual y evolutivo, así como su capacidad de auto purificación en función del tiempo, como lo señala Medrano en el 2001, quien manifiesta la existencia de un problema de salud pública, cuando no existe ningún tratamiento previo al agua residual doméstica, provocando que los cuerpos de agua se contaminen con concentraciones elevadas de bacterias, virus y parásitos, es por eso la importancia del tratamiento adecuado del agua servida.

Las lagunas de estabilización no requieren de actividades complejas de control por parte del operador ya que presentan un proceso de depuración natural simple, que puede verse afectado si no se cumple con los requerimientos mínimos de mantenimiento del sistema, trayendo como consecuencia, la pérdida de la eficiencia y por ende la contaminación ambiental y el perjuicio de las inversiones realizadas.

Es así, que del total de puntos analizados, fue el punto de muestreo Corrales el que presentó la mayor concentración para coliformes totales, esto probablemente se debería a que dicho punto, cuenta con una sola poza de estabilización, evidenciándose una concentración superior en el afluente para luego disminuir en el efluente, sobre todo en el tercer muestreo.

La estación de bombeo Coloma se ubica en segundo lugar, en cuanto a la carga microbiana para coliformes, tanto totales como fecales, sobre todo en el tercer muestreo, debido a que el casco urbano de la ciudad de Tumbes, descarga sus aguas servidas hacia esta estación de bombeo Coloma, la cual se vierten directamente al río Tumbes, sin ningún tipo de tratamiento, como indica Añazco en el 2013, quien señala que se arrojan residuos orgánicos cloacales de toda la ciudad a través de la cámara de bombeo Coloma. Asimismo, estas descargas de aguas servidas (Efluente) de la estación de bombeo Coloma, al mezclarse con las aguas del río, son captadas metros hacia adelante por la cámara de bombeo La Tuna, la cual deriva estas aguas para el riego de los cultivos de arroz.

Según el Ministerio de Ambiente, los Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes para vertidos a cuerpos de agua, corresponden a 10,000 NMP/100 ml (1×10^4 NMP/100 ml) para coliformes termotolerantes, comparando este parámetro, con el resto de concentraciones obtenidas para coliformes fecales, en este estudio, se obtuvo que la Estación de Bombeo Coloma, llegó a contener como máximo, 11×10^6 NMP/100 ml, para el afluente y de 11×10^5 NMP/100 ml, para el efluente, en el tercer muestreo, superando totalmente los Límites Máximos Permisibles que se establecen para los efluentes de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales, Domésticas o Municipales. (PTAR).

De igual manera, le continúan en grado de contaminación, las lagunas de estabilización de José Lishner Tudela y La Cruz, presentando una concentración mayor en el afluente para luego disminuir en el efluente, durante los cuatro muestreos, prosiguiendo con los cultivos de arroz en el proyecto La Tuna, en lo que respecta al agua de cultivo de arroz y la raíz de la planta del cultivo de arroz, terminando con el agua del dren La Tuna.

Desde el 01 de Octubre del año 2005, la empresa de saneamiento Aguas de Tumbes S.A. (ATUSA), asume la administración de los servicios de agua potable y alcantarillado del departamento de Tumbes, actualmente tiene por concesión a su cargo once Plantas de Tratamiento de Agua

Residual (PTAR), para lo cual viene operando y manteniendo varias lagunas de estabilización del tipo facultativo, para el tratamiento del agua residual doméstica de la ciudad de Tumbes, como lo indicado por Martínez e Ysase en el 2007, quien concluye que las plantas de tratamiento de aguas residuales, cumplen un rol esencial en el control de elementos nocivos que se vierten en los cuerpos de agua, asimismo, Veliz en el 2007, señala que las lagunas de estabilización, son la tecnología de tratamiento adecuada, en países en vías de desarrollo.

Las primeras pozas de estabilización que corresponden al ingreso del agua servida que provienen de la ciudad, presentan una mayor concentración de coliformes, debido a que el agua llega directamente del servicio de alcantarillado, acarreando con sigo, residuos fecales los cuales irán disminuyendo, de acuerdo al tratamiento o sedimentado, para luego pasar a las segundas pozas de estabilización, en donde la concentración de contaminantes será menor que en la primera poza, para posteriormente, estas aguas ser derivadas para su uso secundario en algún tipo de cultivo.

Según el Ministerio de Ambiente, los Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes para vertidos a cuerpos de agua, corresponden a 10,000 NMP/100 ml (1×10^4 NMP/100 ml) para coliformes termotolerantes, comparando este parámetro, con la mayor concentración obtenida para coliformes fecales, en este estudio, se obtuvo que las lagunas de estabilización de José Lishner Tudela y el efluente de la estación de bombeo Coloma llegaron a contener 11×10^6 NMP/100 ml, superando totalmente los Límites Máximos Permisibles que se establecen para los efluentes de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales, Domésticas o Municipales (PTAR), resultados que se corroboran con lo indicado por Bermejo y Cruz en el 2008, quienes determinaron que la calidad microbiológica en los drenes agrícolas de la margen izquierda del río Tumbes, supera los estándares nacionales establecidos por el Ministerio del Ambiente y por ende afecta negativamente a la calidad de las aguas de los ecosistemas adyacentes.

La ciudad de Tumbes vierte un 85% de agua servida sin tratar al río Tumbes y sólo un 15% del agua, son derivadas a las lagunas de estabilización de José Lishner Tudela para su depuración, es así, que los resultados de 14×10^6 NMP/100 ml para el afluente y 22×10^5 NMP/100 ml para el efluente, en el tercer muestreo, obtenidos para Coliformes Totales en estas lagunas, son similares a los obtenidos por el laboratorio ENVIROLAB-PERU SAC en Diciembre del 2007, quienes reportan 49×10^6 NMP/100 ml para el afluente y de 13×10^7 NMP/100 ml para el efluente.

De igual forma, los resultados de 11×10^6 NMP/100 ml para el afluente y 17×10^5 NMP/100 ml para el efluente, en el tercer muestreo, obtenidos para coliformes fecales en estas lagunas, son similares a los obtenidos por el laboratorio ENVIROLAB-PERU SAC. en Diciembre del 2007, quienes reportan 14×10^6 NMP/100 ml para el afluente y de 49×10^6 NMP/100 ml para el efluente, esto debido a que actualmente las lagunas facultativas reciben mucha carga hídrica y no son operadas, ni reciben mantenimiento alguno, y contando con un tratamiento secundario, no se evidencia remoción alguna de microorganismos patógenos, no pudiéndose utilizar el efluente nuevamente, provocando el crecimiento de totoras a sus alrededores.

Según el Ministerio de Ambiente, los Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes para vertidos a cuerpos de agua, corresponden a 10,000 NMP/100 ml (1×10^4 NMP/100 ml) para coliformes termotolerantes, comparando este parámetro, con el resto de concentraciones obtenidas para coliformes fecales, en este estudio, se obtuvo que la laguna de estabilización de Corrales, llegó a contener como máximo, 28×10^5 NMP/100 ml, para el afluente y de 14×10^5 NMP/100 ml, para el efluente, en el primer muestreo, superando totalmente los Límites Máximos Permisibles que se establecen para efluentes de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales, Domésticas o Municipales. (PTAR).

De igual forma, los resultados de 28×10^6 NMP/100 ml para el afluente y 22×10^5 NMP/100 ml para el efluente, en el tercer muestreo, obtenidos para Coliformes Totales en esta laguna, es similar a los resultados obtenidos por el laboratorio ENVIROLAB-PERU SAC en Diciembre del 2007, quienes reportan 33×10^6 NMP/100 ml para el afluente y de 11×10^7 NMP/100 ml para el efluente, dichos resultados son comparables con los obtenidos por Aguas de Tumbes en el 2010, quien reporta un recuento de 33×10^6 NMP/100 ml en el afluente y de 49×10^7 NMP/100 ml en el efluente.

Asimismo, los resultados de 28×10^5 NMP/100 ml para el afluente y 14×10^5 NMP/100 ml para el efluente, en el primer muestreo, obtenidos para Coliformes Fecales en esta laguna, es similar a los resultados obtenidos por el laboratorio ENVIROLAB-PERU SAC en Diciembre del 2007, quienes reportan 33×10^6 NMP/100 ml para el afluente y de 11×10^7 NMP/100 ml para el efluente, determinándose que el Sistema de Tratamiento de aguas residuales no es óptima, pero muestra mejoría en su desenvolvimiento y están en regular funcionamiento, ya que el uso de estos efluentes es para agricultura en los terrenos de la localidad de Corrales, resultados que son comparables con los obtenidos por Aguas de Tumbes en el 2010, quien reporta un recuento de 33×10^6 NMP/100 ml en el afluente y de 11×10^7 NMP/100 ml en el efluente, concluyendo que la remoción de organismos no es óptima, indicando un funcionamiento regular.

Según el Ministerio de Ambiente, los Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes para vertidos a cuerpos de agua, corresponden a 10,000 NMP/100 ml (1×10^4 NMP/100 ml) para coliformes termotolerantes, comparando este parámetro, con el resto de concentraciones obtenidas para coliformes fecales, en este estudio, se obtuvo que las lagunas de estabilización de La Cruz, llegó a contener como máximo, 14×10^5 NMP/100 ml, para el afluente y de 4.9×10^5 NMP/100 ml, para el efluente, en el tercer muestreo, superando totalmente los Límites Máximos Permisibles que se establecen para los efluentes de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales, Domésticas o Municipales. (PTAR), dichos resultados son comparables con los obtenidos por Aguas de Tumbes en el 2010, quien

reporta un recuento de 11×10^6 NMP/100 ml en el afluente y de 33×10^5 NMP/100 ml en el efluente. De igual forma, los resultados de 11×10^6 NMP/100 ml para el afluente y 14×10^5 NMP/100 ml para el efluente, en el tercer muestreo, obtenidos para Coliformes Totales en estas lagunas, es similar a los resultados presentados por el laboratorio ENVIROLAB-PERU SAC en Diciembre del 2007, quienes reportan 17×10^6 NMP/100 ml para el afluente y de 33×10^7 NMP/100 ml para el efluente, dichos resultados son comparables con los obtenidos por Aguas de Tumbes en el 2010, quien reporta un recuento de 17×10^6 NMP/100 ml en el afluente y de 33×10^7 NMP/100 ml en el efluente.

Asimismo, los resultados de 14×10^5 NMP/100 ml para el afluente y 4.9×10^5 NMP/100 ml para el efluente, en el tercer muestreo, obtenidos para Coliformes Fecales en esta laguna, es similar a los resultados mostrados por el laboratorio ENVIROLAB-PERU SAC en Diciembre del 2007, quienes reportan 11×10^6 NMP/100 ml para el afluente y de 33×10^5 NMP/100 ml para el efluente, determinándose que los métodos de tratamiento de aguas residuales no son óptimas, pero muestra mejoría en su desenvolvimiento y están en regular funcionamiento, ya que el uso de estos efluentes es para agricultura en los terrenos de la localidad de La Cruz.

De igual manera, se reportaron para coliformes termotolerantes, recuentos máximos de 5.4×10^5 NMP/100 ml y mínimos de 0.1×10^5 NMP/100 ml en el agua de cultivo de arroz y para la raíz de la planta de cultivo de arroz, se reportaron recuentos máximos de 2.2×10^5 NMP/100 g y mínimos de 0.1×10^5 NMP/100 g, resultados que superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes para vertidos a cuerpos de agua, correspondientes a 10,000 NMP/100 ml (1×10^4 NMP/100 ml) para coliformes termotolerantes, según el Ministerio de Ambiente, contrastando este resultado con lo indicado por Hernández y col. en el 2014, quien determinó un recuento de 10^9 NMP/100 g en la raíz de la planta analizada; lo que conlleva a suponer que las bacterias coliformes halladas en el agua residual usada para el riego de los cultivos de arroz se adhieren a la raíz de la planta del cultivo hasta el nivel en que el agua va cubriendo la planta,

según avanza su crecimiento, no llegando a contaminar el producto puesto que la longitud de la espiga es superior a la cantidad de agua que cubre la planta.

Se han establecido guías y regulaciones para la reutilización segura del agua en diferentes aplicaciones, ya que su calidad está determinada por la carga microbiana que posea, empleándose en riegos de cultivos especialmente de arroz, como lo indica Martínez en el 2003, quien señala que los cultivos de arroz son elementos descontaminadores y actúan como filtros verdes, ya que los nutrientes y elementos trazas son retenidos en los terrenos y sembríos cercanos al origen del riego, disminuyendo su concentración y mejorando la calidad del agua.

B. Determinación de parásitos en agua residual

Del total de muestras de agua residual analizadas en este estudio, se logró determinar la presencia de quistes de protozoarios patógenos de las especies de *Giardia lamblia*, *Blastocystis hominis*, *Entamoeba coli*, *Endolimax nana*, *Balantidium coli*, *Entamoeba histolytica*, resultados que son similares a los encontrados por Peinador en 1999, quien además de protozoarios patógenos, determinó la presencia de huevecillos de helmintos.

Estos resultados de protozoarios patógenos hallados en el presente estudio, se corroboran con los resultados hallados por Jiménez en el 2014, quien determinó la presencia de *Giardia lamblia*, *Balantidium sp.* *Entamoeba sp.* y *Blastocystis sp.* en las lagunas de estabilización de Covicorti en Trujillo, de igual forma, Martínez en el 2003, menciona que el agua residual contiene protozoos y nematodos intestinales, pudiendo ocasionar enfermedades ya que se pueden propagar del agua al cultivo y luego al consumidor.

Asimismo, esta alta prevalencia de protozoos en agua, según indica Gallego en el 2012, puede deberse a la mayor resistencia que presentan los quistes de parásitos en el ambiente debido a sus membranas, siendo distinta a la que presentan los huevos de helmintos.

Estos microorganismos como *Entamoeba coli* y *Endolimax nana*, encontrados en el agua residual que ingresa en los sistemas de tratamiento de los lugares analizados, se consideran como comensales del intestino humano y valiosos indicadores de contaminación fecal, es por esto que en la actualidad, la aparición de quistes de *Blastocystis hominis* en agua residual y en la raíz de la planta del cultivo de arroz, es considerada como una ameba patógena.

El uso indiscriminado de agua residual cruda para el riego de cultivos de consumo humano directo, ha provocado que las tasas de morbilidad y mortalidad por gastroenteritis y disentería, en la costa del Perú aumenten, según Pérez y col. en el 2008, se calcula un total de 4000 ha de terrenos agrícolas, regados con aguas servidas, pudiendo llegar a 11200 ha, si se empleara la totalidad de las aguas residuales vertidas por las ciudades de la costa de nuestro país.

De igual manera, en los cultivos de arroz La Tuna, se llegó a determinar la presencia de quistes de *Blastocystis hominis*, recuperados en los meses de Setiembre, Octubre, Enero y Febrero, tanto del agua del cultivo como en la raíz de la planta del cultivo de arroz, lo que nos indica, según Salinas en el 2007, que la presencia de *Blastocystis*, se ha relacionado a condiciones climáticas, sugiriéndose que su presencia es más frecuente durante temporadas calientes.

Cabe indicar que, en este estudio, se llegó a determinar la presencia de quistes de protozoarios patógenos en mayor cantidad y larvas de helmintos correspondiente a sólo una especie, esto probablemente, según Salinas en el 2007, se deba a que existe una supremacía de los helmintos en la región de la Selva y de los no helmintos en las regiones de la Costa y Sierra en nuestro medio, según los estudios de prevalencia de enteroparásitos que se han realizado en poblaciones de las regiones de Costa, Sierra y Selva.

6. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. El riego con agua residual urbana de la ciudad de Tumbes, influye en forma negativa sobre la calidad microbiológica de las raíces de las plantas de arroz (*Oryza sativa*).
2. La calidad microbiológica del agua residual urbana de la ciudad de Tumbes, usada para el riego agrícola, no es aceptable, ya que supera los Límites Máximos Permisibles, establecidos en efluentes para vertidos a cuerpos de agua, según el Ministerio de Ambiente para Coliformes Termotolerantes, que establecen a 10,000 NMP/100 ml.
3. De los seis lugares analizados, fue el punto de muestreo de José Lishner Tudela con el efluente de la estación de bombeo Coloma, los que presentaron mayores recuentos para coliformes termotolerantes, con 11×10^6 NMP/100 ml, para continuar en segundo lugar, la Estación Corrales con 28×10^5 NMP/100 ml, en tercer lugar, el punto de muestreo La Cruz, con 14×10^5 NMP/100 ml, para terminar con los cultivos de arroz La Tuna con 5.4×10^5 NMP/100 ml en el agua del cultivo y de 2.2×10^5 NMP/100 ml en la raíz de la planta y el dren La Tuna con 3.9×10^5 NMP/100 ml.
4. Se determinó la presencia de parásitos en muestras de agua residual de las lagunas de estabilización, muestras de agua de cultivos de arroz y muestras de raíces de la planta de arroz de la ciudad de Tumbes, que corresponden a especies de *Giardia lamblia*, *Blastocystis hominis*, *Entamoeba coli*, *Entamoeba histolytica*, *Endolimax nana*, *Balantidium coli* y de larvas de *Strongyloides estercolaris*.

7. RECOMENDACIONES

1. Realizar ampliaciones de las lagunas facultativas, asimismo, se debe continuar mejorando su eficiencia en la disminución de agentes patógenos a límites aceptables y así contribuir con la recuperación, mejora y conservación del recurso.
2. El hecho de que los efluentes desemboquen en un río, obliga a recomendar la vigilancia permanente de las descargas y realizar un estudio posterior sobre el impacto ambiental que producen.
3. Sugerir a las autoridades competentes brindar capacitaciones a las comisiones de regantes sobre la importancia del correcto mantenimiento que se le debe dar a todo un sistema de riego (canales, puentes, alcantarillas, caminos, compuertas).
4. Realizar trabajos en la influencia del riego con agua residual urbana, en el cultivo de arroz, específicamente en las partes por separado de la planta.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguas de Tumbes. ATUSA. 2010. *Plan Maestro Optimizado de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Aguas de Tumbes S.A. Para el periodo 2010 – 2039.*
- Añazco, J. 2013. *Contaminación Microbiológica Fecal del Rio Tumbes, desde Rica Playa hasta su desembocadura.* Abril a Diciembre 2004. Universidad Nacional de Trujillo. *Accedido el 22 de Setiembre del 2013.* <http://www.slideshare.net/anterovasquez/contaminación-fecal-del-rio-tumbes>
- Arnau, J., Balaguer, M., Pardini, G., Cusidò, A.1997. *Projecte RISE Reutilizació Integral de subproductes d' EDARs.* Barcelona: CIRIT- Departament de Medi Ambient.
- Bermejo, L., Cruz, G. 2008. *Contaminación físico-química en las aguas de drenaje agrícola de la margen izquierda del río Tumbes.* Universidad Nacional de Tumbes.
- Bermeo, L., Santin, J. 2010. *Estudio, diseño y selección de la tecnología adecuada para tratamiento de aguas residuales domésticas para poblaciones menores a 2000 habitantes en la ciudad de Gonzanamà.* Universidad Técnica Particular de Loja. Escuela de Ingeniería Civil. *Accedido el 02 de Octubre del 2015* dspace.utpl.edu.ec/bistream/123456789/1346/3/Lorena.pdf
- Blanco, O. 2014. *Agronomía del cultivo de arroz en riego por aspersión: variedades, riego, fertilización y control de malas hierbas.* Tesis Doctoral. Universidad de Lleida.
- Boluda, N. 2002. *Modelización de vertidos de aguas residuales en sistemas fluviales.* Universidad de Alicante Departamento de Ingeniería Química. *Accedido el 23 de Setiembre del 2013.*

http://www.iq.ua.es/MedioAmbiente/Agua_tecnologías_de_tratamiento_y_medio_ambiente/Vertido-files/Vertido_ARU.rio.pdf

Calero, B. 2017. *Evaluación y Diagnóstico Situacional de la Infraestructura Hidráulica en la Región Tumbes del Sector La Tuna*. Universidad Nacional de Tumbes. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Ingeniería Agrícola.

Carranza, R. 2001. *Medio ambiente – Problemas y soluciones*. Perú (PE). Universidad Nacional del Callao.

Carrillo, E., Lozano, A. 2008. *Validación del Método de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando agar Chromocult*. Tesis de Grado. Colombia: Tesis de la Facultad de Ciencias. Carrera de Microbiología Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Accedido el 12 de Octubre del 2016.

<http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis203.pdf>

Cerón, J., Moreno, M., Elías, M. 2005. *Contaminación y tratamiento de aguas. Módulo III*. Universidad de Huelva. 2da Ed. España.

Cuéllar, A., Cornelio, J., Morales, V., De García, A., García, O. 2010. *Glosario. El Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco Penaeus vannamei*, 124 - Panamá.

Cutimbo, C. 2012. *Calidad bacteriológica de las aguas de consumo humano en centros poblados menores de la Yarada y los Palos del distrito de Tacna*. Tesis Doctoral. Tacna: Tesis de la Escuela Académica Profesional de Biología y Microbiología de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). 2003. *Manual Técnico para el Cultivo de Arroz. Oriza sativa*. Honduras.

Dirección Regional de Salud. (DIRESA). 2006. La Cuenca Hidrográfica del río Puyango – Tumbes. Tumbes. Accedido el 16 de Setiembre del 2013. <http://www.diresatumbes.gob.pe/>

Esparsa, M. 1998. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en Agricultura. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Organización Panamericana de la Salud. Lima. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.

Espinoza, G. 2007. *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Chile. Banco Interamericano de Desarrollo BIP. Accedido el 23 de Setiembre del 2013.

<http://cdam.minam.gob.pe/publielectro/impacto20ambiental/Evaluacionimpactoambienta1.pdf>

Fernández, E. 2010. *Proyecto ejecutivo de planta de tratamiento de aguas residuales para la localidad de Xochiapa, Ver.* México: Facultad de Ingeniería Civil Región Xalapa. Universidad Veracruziana. Accedido el 23 de Setiembre del 2013.

<http://www.cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30564/1/Fernandezmayo.pdf>

Galarraga, E. 1984. Algunos aspectos relacionados con microorganismos en agua potable. *Revista Politécnica de Información Técnica Científica*.

Gallego, L., Heredia, H., Salazar, J. y col. 2012. *Identificación de parásitos intestinales en agua de pozos profundos de cuatro municipios. Estado Aragua*. Venezuela. *Revista Cubana de medicina Tropical*. Accedido Setiembre del 2016.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602014000200002

- Goez, M., Vàsquez, M. 1999. *Determinaciòn y diferenciaciòn de E. Coli y Coliformes Totales usando un mismo sustrato cromogènico*. Textos Completos. CEPIS.
- Gonzalez, R. 1996. *Estudio de diversas tècnics Agronòmicas en relaciòn con las cianobacterias fijadoras de N₂ en el cultivo de arroz*. Valencia. Universidad de Valencia.
- Hernandez, E y col. 2014. *Calidad Biològica de Aguas Residuales utilizadas para riego de cultivos forrajeros en Tulancingo, Hidalgo*. Mexico. Accedido el 23 de Setiembre del 2013.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v20n1/v20n1a9.pdf>.
- Jiménez, A. 2014. *Calidad de agua de las lagunas de oxidaciòn de Covicorti. Trujillo-La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Biològicas. Escuela Académico Profesional de Biología Pesquera.
- Jones, J. 1998. *Calidad Microbiològica del agua: Caracterìsticas del problema. Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Extractado de AQUA.
- Martínez, R. 2009. *Efluentes camaronícolos: impactos y remediación en Camaronicultura sustentable. Manejo y evaluaciòn*. México: Trillas.
- Martínez F., Ysase, T. 2007. *Descripciòn de los tipos de plantas de Tratamiento de aguas residuales domèsticas*. España: Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas.
- Martínez, F. 2003. *Estudio Agronómico y Ambiental del riego con aguas residuales depuradas en el cultivo del arroz. Aplicaciòn a una línea de riego en el parque natural de la Albufera*. Tesis Doctoral. España. Universidad Politècnica de Valencia.

Medrano, W. 2001. *Evaluación de la calidad de aguas residuales de la planta de tratamiento de Alba Rancho (Semapa) con fines de riego*. Accedido el 24 de Setiembre del 2013.

<http://www.umss.edu.bo/epubs/earts/downloads/71>

Ministerio de Agricultura. 2012. *Autoridad Nacional Del Agua. Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos. Reglamento de Procedimientos administrativos para el otorgamiento de autorizaciones de vertimiento y reúso de aguas residuales tratadas*. Título 1. Artículo 3.

Ministerio de Agricultura. 2013. *Autoridad Nacional del Agua. Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos. Plan de Gestión de Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Tumbes*. Ingeniería del Agua. Accedido el 23 de setiembre del 2013.

http://www.ana.gob.pe:8093/media/13511/diagnostico_cuencatumbes_vfinal-07-02-13.pdf

Ministerio del Ambiente. 2010. *Plan de la calidad Ambiental Perú- Ecuador. Catamayo-Chira y Puyango-Tumbes. Consorcio E8H*. Accedido el 16 de setiembre del 2013.

<http://www.consultorias.minam.gob.pe:8080/bitstream/12>

Ministerio del Ambiente. 2015. *Perfil Climático Regional Tumbes. Gobierno regional de Tumbes*. Gerencia regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Piura.

Ministerio del Medio Ambiente. 2002. *Sociedad de Agricultores de Colombia SAC. Federación Nacional de Arroceros. Fedearroz. Guía Ambiental del arroz*.

Ministerio de la Producción. (PRODUCE). 2008. *Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental (EIA) en la actividad acuícola de*

mayor escala. Resolución Ministerial N° 871-2008- PRODUCE. Lima, 30 de Diciembre de 2008.

Ministerio de Salud. (DIGESA).(2008). *Reglamento de la Calidad de Agua para consumo Humano*. Dirección General de Salud Ambiental.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2012. *Instituto Nacional de Desarrollo. Proyecto Especial Puyango -Tumbes. Plan de gestión de la oferta de agua en la cuenca del ámbito del proyecto Puyango Tumbes. Volumen II tomo 2.4 Aspectos ambientales en la gestión de agua - erosión y sedimentación de la cuenca 2002*. Accedido el 16 de Setiembre del 2013.

<http://www.ana.gob.pe:8093/media/9166/documento.pdf>

Montero, P., Agurto, K. 2009. *Instituto del Mar del Perú. Sede Regional de Tumbes. Área de estudios ambientales. Recolección y conservación de muestras en campo después de originado algún daño o perjuicio sobre un cuerpo de agua y su entorno*. Perú. Accedido el 23 de Setiembre del 2013.

http://www.imarpe.gob.pe/tumbes/documentos/Recoleccion_muestras_cuerpo_agua.pdf

Moscoso, Julio. 1995. *Aspectos Técnicos de la Agricultura con Aguas Residuales*. Centro Panamericano de ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Organización Panamericana de la Salud.

Murgel, M. 1984. *Limnología sanitaria estudio de la polución de aguas continentales*. Estados Unidos (USA): Organización de Estados Americanos.

Olmeda J. 2006. *El agua y su análisis de la perspectiva económica*. Una aplicación para el crecimiento económico. España. VIII Reunión de Economía Mundial.

Peinador, M. y Murillo, J. 1999. *Enteroparásitos: detección y vigilancia en aguas residuales de Costa Rica. Revista Costarricense de Salud Pública*. Accedido en Octubre del 2016.

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292000000200005

Pérez, G., Rosales, M., Valdez, R. 2008. *Detección de Parásitos Intestinales en agua y alimentos de Trujillo-Perú. Revista Peruana de medicina Experimental Salud Pública*. Accedido en Octubre del 2016.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000100018

Salinas, J. y Vildozola, H. 2007. *Infección por Blastocystis. Revista de Gastroenterología del Perú*. Accedido el 24 de Setiembre del 2015.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022

Silva, J., Torres, P., Madera, C. 2008. *Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. Agronomía Colombiana*. Vol 26. num. 2. pp. 347-359. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá – Colombia.

Sosa, Y., Vilchez, J. 2012. *Efecto del riego con aguas residuales urbanas sobre la germinación, hasta la edad de trasplante y determinación del nivel de contaminantes en las especies Loxopterygium huasango Engl. y Tabebuia chrisantha Jacq.* Tesis de la Escuela Académico profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente. Tumbes. Universidad Nacional de Tumbes.

Veliz, E., Llanez, J., Asela, L., Bataller, M. 2007. *Rehúso de Aguas Residuales Domésticas para riego agrícola. Valoración crítica. Centro de Investigaciones del Ozono*. México. Universidad Autónoma de Sinaloa.

Zinsser. 1994. *Microbiología*. Vigésima Edición. Argentina. Editorial Médica Panamericana S.A.

9. ANEXOS

ANEXO 1

REGISTRO DE DATOS

MUESTREO N °.....

Registrador:
Parámetro:
Fecha:
Hora:

Tabla 15.

Recolección de muestras.

Nº	Punto de muestreo	Cantidad (Volumen)	Características Organolépticas	Observaciones
1				
2				
3				

ANEXO 2

CUADROS DE DILUCIONES PARA DETERMINACION DE COLIFORMES

PRIMER MUESTREO

Tabla 16.

*Coliformes Totales: Prueba Presuntiva (Caldo Lauril Sulfato Triptosa).
Diluciones. 17 de Setiembre del 2016.*

N ^o	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5	1	1	0	0
			Efluente	5	1	1	0	0
		Poza 2	Afluente	5	1	1	0	0
			Efluente	2	2	0	0	0
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5	5	5	2	0
			Efluente	5	5	3	2	1
3	Estación Coloma	Efluente		5	2	1	0	0
		Captación de agua		5	5	3	2	0
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5	1	1	0	0
			Efluente	5	1	0	0	0
		Poza 2	Afluente	5	1	0	0	0
			Efluente	3	1	0	0	0
		Cultivo de Arroz	Agua	4	3	3	2	0
			Raíz	3	3	1	1	0
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	4	4	3	2	2
			Raíz	4	3	1	1	0
		B. Cultivo de Arroz	Agua	4	2	2	1	0
			Raíz	4	2	1	1	0
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5	4	4	2	3
			Raíz	5	5	4	3	0
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	4	4	3	2	2	

Tabla 17.

*Coliformes Totales: Prueba Presuntiva (Caldo Lauril Sulfato Triptosa).
17 de Setiembre del 2016.*

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	TUBOS POSITIVOS	RESULTADO	RESULTADO	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluyente	5-1-1	4.6 x 10 ⁵	4.6 x 10 ⁵
			Efluyente	5-1-1	4.6 x 10 ⁵	4.6 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluyente	5-1-1	4.6 x 10 ⁵	4.6 x 10 ⁵
			Efluyente	2-2-0	0.9 x 10 ⁵	0.9 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluyente	5-5-2	54 x 10 ⁶	540 x 10 ⁵
			Efluyente	5-3-2	14 x 10 ⁶	140 x 10 ⁵
3	Estación Coloma	Efluyente		5-2-1	7 x 10 ⁵	7 x 10 ⁵
		Captación de agua		5-3-2	14 x 10 ⁶	140 x 10 ⁵
4	La Cruz	Poza 1	Afluyente	5-1-1	4.6 x 10 ⁵	4.6 x 10 ⁵
			Efluyente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluyente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
			Efluyente	3-1-0	1.1 x 10 ⁵	1.1 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua	3-3-2	2.1 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵
			Raíz	3-3-1	2.1 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	4-3-2	3.9 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵
			Raíz	4-3-1	3.3 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua	4-2-2	3.2 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵
			Raíz	4-2-1	2.6 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua	4-4-2	4.7 x 10 ⁵	4.7 x 10 ⁵
			Raíz	5-4-3	28 x 10 ⁵	28 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		4-3-2	3.9 x 10 ⁵	3.9 x 10 ⁵

Tabla 18.

*Coliformes Totales: Prueba Confirmativa (Caldo Bilis Verde Brillante- Brila).
Diluciones. 17 de Setiembre del 2016.*

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluyente	5	1	0	0	0
			Efluyente	5	1	0	0	0
		Poza 2	Afluyente	5	1	0	0	0
			Efluyente	2	2	0	0	0
2	Corrales	Poza 1	Afluyente	5	5	3	2	1
			Efluyente	5	3	3	2	0
3	Estación Coloma	Efluyente		5	3	1	0	0
		Captación de agua		5	5	2	1	0
4	La Cruz	Poza 1	Afluyente	5	3	2	0	0
			Efluyente	5	2	1	0	0
		Poza 2	Afluyente	5	2	1	0	0
			Efluyente	2	1	1	1	0
		Cultivo de Arroz	Agua	4	3	2	0	0
			Raíz	3	1	0	0	0
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	4	4	3	2	1
			Raíz	4	4	2	0	0
		B. Cultivo de Arroz	Agua	4	4	2	2	1
			Raíz	4	4	2	0	0
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5	4	4	2	1
			Raíz	5	4	2	0	0
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	4	4	3	2	1	

Tabla 19.

*Coliformes Totales: Prueba Confirmativa (Caldo Bilis Verde Brillante- Brila).
17 de Setiembre del 2016.*

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	TUBOS POSITIVOS	RESULTADO	RESULTADO	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	2-2-0	0.9 x 10 ⁵	0.9 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5-3-2	14 x 10 ⁶	140 x 10 ⁵
			Efluente	5-3-3	17.5 x 10 ⁵	17.5 x 10 ⁵
3	Estación Coloma	Efluente		5-3-1	11 x 10 ⁵	11 x 10 ⁵
		Captación de agua		5-2-1	7 x 10 ⁶	70 x 10 ⁵
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5-3-2	14 x 10 ⁵	14 x 10 ⁵
			Efluente	5.2-1	7 x 10 ⁵	7 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	5-2-1	7 x 10 ⁵	7 x 10 ⁵
			Efluente	2-1-1	9 x 10 ⁴	0.9 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua	4-3-2	3.9 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵
			Raíz	3-1-0	1.1 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	4-3-2	3.9 x 10 ⁵	3.9 x 10 ⁵
			Raíz	4-2-0	2.2 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua	4-2-2	3.2 x 10 ⁵	3.2 x 10 ⁵
			Raíz	4-2-0	2.2 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5-4-4	35 x 10 ⁴	3.5 x 10 ⁵
			Raíz	5-4-2	22 x 10 ⁴	2.2 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		4-3-2	3.9 x 10 ⁵	3.9 x 10 ⁵

Tabla 20.

Coliformes Fecales: Caldo EC. Diluciones. 17 de Setiembre del 2016.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5	1	0	0	0
			Efluente	2	1	0	0	0
		Poza 2	Afluente	2	1	0	0	0
			Efluente	2	1	0	0	0
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5	4	3	2	1
			Efluente	5	3	2	2	0
3	Estación Coloma	Efluente		4	2	1	0	0
		Captación de agua		5	3	1	0	0
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5	3	1	0	0
			Efluente	5	2	1	0	0
		Poza 2	Afluente	5	1	1	0	0
			Efluente	2	1	0	0	0
		Cultivo de Arroz	Agua	4	2	2	0	0
			Raíz	4	2	0	0	0
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	4	4	1	0	0
			Raíz	4	3	1	0	0
		B. Cultivo de Arroz	Agua	4	4	1	0	0
			Raíz	4	4	0	0	0
		C. Cultivo de Arroz	Agua	4	4	3	0	0
			Raíz	3	3	1	1	0
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	4	4	3	2	0	

Tabla 21.

Coliformes Fecales: Caldo EC. 17 de Setiembre del 2016.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	TUBOS POSITIVOS	RESULTADO	RESULTADO	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluyente	5-1-0	3.3×10^5	3.3×10^5
			Efluyente	2-1-0	0.7×10^5	0.7×10^5
		Poza 2	Afluyente	2-1-0	0.7×10^5	0.7×10^5
			Efluyente	2-1-0	0.7×10^5	0.7×10^5
2	Corrales	Poza 1	Afluyente	5-4-3	28×10^5	28×10^5
			Efluyente	5-3-2	14×10^5	14×10^5
3	Estación Coloma	Efluyente		4-2-1	2.6×10^5	2.6×10^5
		Captación de agua		5-3-1	11×10^5	11×10^5
4	La Cruz	Poza 1	Afluyente	5-3-1	11×10^5	11×10^5
			Efluyente	5-2-1	7×10^5	7×10^5
		Poza 2	Afluyente	5-1-1	4.6×10^5	4.6×10^5
			Efluyente	2-1-0	0.7×10^5	0.7×10^5
		Cultivo de Arroz	Agua	4-2-2	3.2×10^4	0.3×10^5
			Raíz	4-2-0	2.2×10^4	0.2×10^5
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	4-1-0	1.7×10^5	1.7×10^5
			Raíz	4-3-1	3.3×10^5	0.3×10^5
		B. Cultivo de Arroz	Agua	4-1-0	1.7×10^5	1.7×10^5
			Raíz	4-0-0	1.3×10^5	1.3×10^5
		C. Cultivo de Arroz	Agua	4-3-0	2.7×10^5	2.7×10^5
			Raíz	3-1-1	1.4×10^5	1.4×10^5
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		4-3-2	3.9×10^5	3.9×10^5

SEGUNDO MUESTREO

Tabla 22.

*Coliformes Totales: Prueba Presuntiva (Caldo Lauril Sulfato Triptosa).
Diluciones. 30 de Octubre del 2016.*

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluyente	5	2	1	0	0
			Efluente	4	2	0	0	0
		Poza 2	Afluyente	4	2	0	0	0
			Efluente	2	1	0	0	0
2	Corrales	Poza 1	Afluyente	5	5	2	0	0
			Efluente	5	4	1	0	0
3	Estación Coloma	Efluente		5	3	0	0	0
		Captación de agua		5	4	3	0	0
4	La Cruz	Poza 1	Afluyente	5	4	1	0	0
			Efluente	5	2	1	0	0
		Poza 2	Afluyente	5	1	0	0	0
			Efluente	4	3	1	0	0
		Cultivo de Arroz	Agua	4	3	2	0	0
			Raíz	4	2	1	0	0
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5	4	3	3	0
			Raíz	4	4	2	0	0
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5	2	2	1	0
			Raíz	4	2	1	1	0
		C. Cultivo de Arroz	Agua	4	3	2	2	0
			Raíz	3	2	2	0	0
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	4	4	3	1	0	

Tabla 23.

*Coliformes Totales: Prueba Presuntiva (Caldo Lauril Sulfato Triptosa).
30 de Octubre del 2016.*

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	TUBOS POSITIVOS	RESULTADO	RESULTADO	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluyente	5-2-1	7 x 10 ⁵	7 x 10 ⁵
			Efluente	4-2-0	2.2 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluyente	4-2-0	2.2 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵
			Efluente	2-1-0	0.7 x 10 ⁵	0.7 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluyente	5-5-2	54 x 10 ⁵	54 x 10 ⁵
			Efluente	5-4-1	17 x 10 ⁵	17 x 10 ⁵
3	Estación Coloma	Efluente	5-3-0	7.9 x 10 ⁵	7.9 x 10 ⁵	
		Captación de agua	5-4-3	28 x 10 ⁵	28 x 10 ⁵	
4	La Cruz	Poza 1	Afluyente	5-4-1	17 x 10 ⁵	17 x 10 ⁵
			Efluente	5-2-1	7 x 10 ⁵	7 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluyente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	4-3-1	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua	4-3-2	3.9 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵
			Raíz	4-2-1	2.6 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5-4-3	28 x 10 ⁴	2.8 x 10 ⁵
			Raíz	4-4-2	4.7 x 10 ⁴	0.5 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5-2-2	9.5 x 10 ⁴	0.9 x 10 ⁵
			Raíz	4-2-1	2.6 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua	4-3-2	3.9 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵
			Raíz	3-2-2	2 x 10 ⁴	0.2 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	4-3-1	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵	

Tabla 24.

Coliformes Totales: Prueba Confirmativa (Caldo Bilis verde Brillante-Brila). Diluciones. 30 de Octubre del 2016.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluyente	5	1	0	0	0	0
			Efluente	4	2	0	0	0	
		Poza 2	Afluyente	4	2	0	0	0	
			Efluente	2	1	0	0	0	
2	Corrales	Poza 1	Afluyente	5	4	1	0	0	
			Efluente	5	3	1	0	0	
3	Estación Coloma	Captación de agua	Efluente	4	3	0	0	0	
				5	4	2	0	0	
4	La Cruz	Poza 1	Afluyente	4	2	1	0	0	
			Efluente	4	1	1	0	0	
		Poza 2	Afluyente	4	1	0	0	0	
			Efluente	3	2	0	0	0	
		Cultivo de Arroz	Agua	4	3	1	0	0	
			Raíz	4	1	1	0	0	
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	4	4	3	2	0	
			Raíz	4	4	1	1	1	
		B. Cultivo de Arroz	Agua	4	1	1	0	0	
			Raíz	3	1	1	1	0	
		C. Cultivo de Arroz	Agua	3	2	2	1	0	
			Raíz	3	2	0	0	0	
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		4	3	1	0	0	

Tabla 25.

Coliformes Totales: Prueba Confirmativa (Caldo Bilis Verde Brillante-Brila). 30 de Octubre del 2016.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	TUBOS POSITIVOS	RESULTADO	RESULTADO	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluyente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	4-2-2	2.2 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluyente	4-2-2	2.2 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵
			Efluente	2-1-0	0.7 x 10 ⁵	0.7 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluyente	5-4-1	17 x 10 ⁵	17 x 10 ⁵
			Efluente	5-3-1	11 x 10 ⁵	11 x 10 ⁵
3	Estación Coloma	Captación de agua	Efluente	4-3-0	2.7 x 10 ⁵	2.7 x 10 ⁵
				5-4-2	22 x 10 ⁵	22 x 10 ⁵
4	La Cruz	Poza 1	Afluyente	4-2-1	2.2 x 10 ⁵	14 x 10 ⁵
			Efluente	4-1-1	2.1 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluyente	4-1-0	1.7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵
			Efluente	3-2-0	1.4 x 10 ⁵	1.4 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua	4-3-1	3.3 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵
			Raíz	4-1-1	2.1 x 10 ⁴	0.2 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	4-3-2	3.9 x 10 ⁵	3.9 x 10 ⁵
			Raíz	4-1-1	2.1 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua	4-1-1	2.1 x 10 ⁴	0.2 x 10 ⁵
			Raíz	3-1-1	1.4 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua	3-2-2	2 x 10 ⁴	0.2 x 10 ⁵
			Raíz	3-2-0	1.4 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	4-3-1	3.3 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵	

Tabla 26.

Coliformes Fecales: Caldo EC. Diluciones. 30 de Octubre del 2016.

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5	1	0	0	0	
			Efluente	4	1	0	0	0	
		Poza 2	Afluente	4	1	0	0	0	
			Efluente	1	1	0	0	0	
2	Corrales	Poza 1	Afluente	4	3	1	0	0	
			Efluente	4	2	0	0	0	
3	Estación Coloma	Efluente		4	2	0	0	0	
		Captación de agua		5	4	1	0	0	
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	4	2	0	0	0	
			Efluente	4	1	0	0	0	
		Poza 2	Afluente	4	1	0	0	0	
			Efluente	3	1	0	0	0	
		Cultivo de Arroz	Agua	4	2	1	0	0	
			Raíz	4	0	0	0	0	
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	4	3	2	0	0	
			Raíz	3	1	1	1	0	
		B. Cultivo de Arroz	Agua	3	1	1	0	0	
			Raíz	3	1	0	0	0	
		C. Cultivo de Arroz	Agua	3	1	1	1	0	
			Raíz	3	0	1	0	0	
		6	Dren La Tuna	Agua de Dren	4	2	1	0	0

Tabla 27.

Coliformes Fecales: Caldo EC. 30 de Octubre del 2016.

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	TUBOS POSITIVOS	RESULTADO	RESULTADO		
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵	
			Efluente	4-1-0	1.7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵	
		Poza 2	Afluente	4-1-0	1.7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵	
			Efluente	1-1-0	0.4 x 10 ⁵	0.4 x 10 ⁵	
2	Corrales	Poza 1	Afluente	4-3-1	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵	
			Efluente	4-2-0	2.2 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵	
3	Estación Coloma	Efluente	4-2-0	2.2 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵		
		Captación de agua	5-4-1	17 x 10 ⁵	17 x 10 ⁵		
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	4-2-0	2.2 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵	
			Efluente	4-1-0	1.7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵	
		Poza 2	Afluente	4-1-0	1.7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵	
			Efluente	3-1-0	1.1 x 10 ⁵	1.1 x 10 ⁵	
		Cultivo de Arroz	Agua	4-2-1	2.6 x 10 ⁴	0.2 x 10 ⁵	
			Raíz	4-0-0	1.3 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁵	
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	4-3-2	3.9 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵	
			Raíz	3-1-1	1.4 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁵	
		B. Cultivo de Arroz	Agua	3-1-1	1.4 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁵	
			Raíz	3-1-0	1.1 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁵	
		C. Cultivo de Arroz	Agua	3-1-1	1.4 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁵	
			Raíz	3-0-1	1.1 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁵	
		6	Dren La Tuna	Agua de Dren	4-2-1	2.6 x 10 ⁴	0.2 x 10 ⁵

TERCER MUESTREO

Tabla 28.

*Coliformes Totales: Prueba Presuntiva (Caldo Lauril Sulfato Triptosa).
Diluciones. 15 de Enero del 2017.*

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente		5	5	5	4	3
			Efluente		5	5	5	4	1
		Poza 2	Afluente		5	4	3	1	0
			Efluente		5	4	3	0	0
2	Corrales	Poza 1	Afluente		5	5	5	2	0
			Efluente		5	5	4	1	0
3	Estación Coloma	Efluente		5	5	4	4	0	
		Captación de agua		5	5	2	0	0	
4	La Cruz	Poza 1	Afluente		5	5	4	2	0
			Efluente		5	5	3	1	0
		Poza 2	Afluente		5	3	2	0	0
			Efluente		5	2	1	0	0
		Cultivo de Arroz	Agua	4	2	1	1	0	
			Raíz	4	2	0	0	0	
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5	5	3	1	0	
			Raíz	5	5	4	3	0	
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5	5	2	0	0	
			Raíz	5	5	1	0	0	
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5	3	1	0	3	
			Raíz	5	1	1	0	0	
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		5	5	3	2	0	

Tabla 29.

*Coliformes Totales: Prueba Presuntiva (Caldo Lauril Sulfato Triptosa).
15 de Enero del 2017.*

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		TUBOS POSITIVOS	RESULTADO	RESULTADO
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5-4-3	28 x 10 ⁷	2800 x 10 ⁵
			Efluente	5-4-1	17 x 10 ⁷	1700 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	4-3-1	3.3 x 10 ⁶	33 x 10 ⁵
			Efluente	5-4-3	28 x 10 ⁵	28 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5-2-0	4.9 x 10 ⁷	490 x 10 ⁵
			Efluente	5-4-1	17 x 10 ⁶	170 x 10 ⁵
3	Estación Coloma	Efluente		5-4-4	35 x 10 ⁶	350 x 10 ⁵
		Captación de agua		5-2-0	4.9 x 10 ⁶	49 x 10 ⁵
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5-4-2	22 x 10 ⁶	220 x 10 ⁵
			Efluente	5-3-1	11 x 10 ⁶	110 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	5-3-2	14 x 10 ⁵	14 x 10 ⁵
			Efluente	5-2-1	7 x 10 ⁵	7 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua	4-2-1	2.6 x 10 ⁴	26 x 10 ⁵
			Raíz	4-2-0	2.2 x 10 ⁴	22 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5-5-3	92 x 10 ⁵	92 x 10 ⁵
			Raíz	5-4-3	28 x 10 ⁵	28 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5-2-0	4.9 x 10 ⁵	4.9 x 10 ⁵
			Raíz	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5-3-1	11 x 10 ⁴	1.1 x 10 ⁵
			Raíz	5-1-1	4.6 x 10 ⁴	0.5 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		5-3-2	14 x 10 ⁵	14 x 10 ⁵

Tabla 30.

Coliformes Totales: Prueba Confirmativa (Caldo Bilis verde Brillante - Brila). Diluciones. 15 de Enero del 2017.

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5	5	3	2	0
			Efluente	5	4	2	0	0
		Poza 2	Afluente	5	3	1	0	0
			Efluente	5	2	0	0	0
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5	5	4	3	0
			Efluente	5	4	2	0	0
3	Estación Coloma	Efluente	5	5	4	2	0	
		Captación de agua	5	4	2	0	0	
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5	5	3	1	0
			Efluente	5	3	2	0	0
		Poza 2	Afluente	5	2	1	0	0
			Efluente	4	1	0	0	0
		Cultivo de Arroz	Agua	3	3	3	3	2
			Raíz	3	3	3	1	0
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5	5	2	0	0
			Raíz	5	4	2	0	0
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5	5	1	0	0
			Raíz	4	4	2	1	0
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5	2	1	0	0
			Raíz	5	1	0	0	0
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	5	3	2	1	0	

Tabla 31.

Coliformes Totales: Prueba Confirmativa (Caldo Bilis Verde Brillante – Brila). 15 de Enero del 2017.

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	TUBOS POSITIVOS	RESULTADO	RESULTADO	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5-3-2	14 x 10 ⁶	140 x 10 ⁵
			Efluente	5-4-2	22 x 10 ⁵	22 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	5-3-1	11 x 10 ⁵	11 x 10 ⁵
			Efluente	5-2-0	4.9 x 10 ⁵	4.9 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5-4-3	28 x 10 ⁶	280 x 10 ⁵
			Efluente	5-4-2	22 x 10 ⁵	22 x 10 ⁵
3	Estación Coloma	Efluente	5-4-2	22 x 10 ⁶	220 x 10 ⁵	
		Captación de agua	5-4-2	22 x 10 ⁵	22 x 10 ⁵	
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5-3-1	11 x 10 ⁶	110 x 10 ⁵
			Efluente	5-3-2	14 x 10 ⁵	14 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	5-2-1	7 x 10 ⁵	7 x 10 ⁵
			Efluente	4-1-0	1.7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua	3-3-2	2.1 x 10 ⁶	21 x 10 ⁵
			Raíz	3-1-0	1.1 x 10 ⁶	11 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5-5-2	54 x 10 ⁴	5.4 x 10 ⁵
			Raíz	5-4-2	22 x 10 ⁴	2.2 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5-5-1	35 x 10 ⁴	3.5 x 10 ⁵
			Raíz	4-2-1	2.6 x 10 ⁵	2.6 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5-2-1	7 x 10 ⁴	0.7 x 10 ⁵
			Raíz	5-1-0	3.3 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	5-3-2	14 x 10 ⁴	1.4 x 10 ⁵	

Tabla 32.

Coliformes Fecales: Caldo EC. Diluciones. 15 de Enero del 2017.

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5	5	3	1	0
			Efluente	5	4	1	0	0
		Poza 2	Afluente	4	2	1	0	0
			Efluente	3	1	0	0	0
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5	3	1	0	0
			Efluente	5	2	1	0	0
3	Estación Coloma	Efluente		5	5	3	1	0
		Captación de agua		5	3	1	0	0
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5	3	2	1	0
			Efluente	5	2	0	0	0
		Poza 2	Afluente	5	1	0	0	0
			Efluente	3	1	0	0	0
		Cultivo de Arroz	Agua	3	3	2	2	1
			Raíz	3	2	1	0	0
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5	5	2	0	0
			Raíz	4	4	2	0	0
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5	5	1	0	0
			Raíz	4	4	0	1	0
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5	1	1	0	0
			Raíz	4	1	1	1	0
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	5	2	2	1	0	

Tabla 33.

Coliformes Fecales: Caldo EC. 15 de Enero del 2017.

N	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	TUBOS POSITIVOS	RESULTADO	RESULTADO	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5-3-1	11 x 10 ⁶	110 x 10 ⁵
			Efluente	5-4-1	17 x 10 ⁵	17 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	4-2-1	2.6 x 10 ⁵	2.6 x 10 ⁵
			Efluente	3-1-0	1.1 x 10 ⁵	1.1 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5-3-1	11 x 10 ⁵	11 x 10 ⁵
			Efluente	5-2-1	4.9 x 10 ⁵	4.9 x 10 ⁵
3	Estación Coloma	Efluente		5-3-1	11 x 10 ⁶	110 x 10 ⁵
		Captación de agua		5-3-1	11 x 10 ⁵	11 x 10 ⁵
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5-3-2	14 x 10 ⁵	14 x 10 ⁵
			Efluente	5-2-0	4.9 x 10 ⁵	4.9 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	3-1-0	1.1 x 10 ⁵	1.1 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua	3-2-2	2 x 10 ⁵	2 x 10 ⁵
			Raíz	2-0-1	0.7 x 10 ⁵	0.7 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5-2-2	54 x 10 ⁴	5.4 x 10 ⁵
			Raíz	4-2-0	2.2 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5-5-1	35 x 10 ⁴	3.5 x 10 ⁵
			Raíz	4-0-1	1.7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5-1-1	4.6 x 10 ⁴	0.4 x 10 ⁵
			Raíz	4-1-1	2.1 x 10 ⁴	0.2 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	5-2-2	9.5 x 10 ⁴	0.9 x 10 ⁵	

CUARTO MUESTREO

Tabla 34.

*Coliformes Totales: Prueba Presuntiva (Caldo Lauril Sulfato Triptosa).
Diluciones. 26 de Febrero del 2017.*

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente		5	1	1	0	0
			Efluente		5	1	1	0	0
		Poza 2	Afluente		5	1	0	0	0
			Efluente		2	2	0	0	0
2	Corrales	Poza 1	Afluente		5	5	3	2	0
			Efluente		4	3	1	0	0
3	Estación Coloma	Efluente		5	2	0	0	0	
		Captación de agua		5	3	1	0	0	
4	La Cruz	Poza 1	Afluente		5	3	3	2	0
			Efluente		4	2	2	0	0
		Poza 2	Afluente		4	2	1	0	0
			Efluente		4	1	1	0	0
		Cultivo de Arroz	Agua	4	3	3	2	2	
			Raíz	3	3	3	2	1	
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5	5	4	3	0	
			Raíz	4	4	4	2	1	
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5	4	3	2	0	
			Raíz	4	3	0	0	0	
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5	3	2	2	0	
			Raíz	4	4	1	1	0	
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		4	4	3	2	0	

Tabla 35.

*Coliformes Totales: Prueba Presuntiva (Caldo Lauril Sulfato Triptosa).
26 de Febrero del 2017.*

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	TUBOS POSITIVOS	RESULTADO	RESULTADO	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5-1-1	4.6 x 10 ⁵	4.6 x 10 ⁵
			Efluente	5-1-1	4.6 x 10 ⁵	4.6 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	2-2-0	0.9 x 10 ⁵	0.9 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5-3-2	14 x 10 ⁶	140 x 10 ⁵
			Efluente	4-3-1	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
3	Estación Coloma	Efluente		5-2-0	4.9 x 10 ⁵	4.9 x 10 ⁵
		Captación de agua		5-3-1	11 x 10 ⁵	11 x 10 ⁵
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5-3-3	17.5 x 10 ⁵	17.5 x 10 ⁵
			Efluente	4-2-2	3.2 x 10 ⁵	3.2 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	4-2-1	2.6 x 10 ⁵	2.6 x 10 ⁵
			Efluente	4-1-1	2.1 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua	3-2-2	2 x 10 ⁶	20 x 10 ⁵
			Raíz	3-2-1	1.7 x 10 ⁶	17 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5-4-3	28 x 10 ⁵	28 x 10 ⁵
			Raíz	4-2-1	2.6 x 10 ⁶	26 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5-4-3	28 x 10 ⁴	2.8 x 10 ⁵
			Raíz	4-3-0	27 x 10 ⁴	2.7 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5-3-2	14 x 10 ⁴	1.4 x 10 ⁵
			Raíz	4-1-1	2.1 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		4-3-2	3.9 x 10 ⁵	3.9 x 10 ⁵

Tabla 36.

Coliformes Totales: Prueba Confirmativa (Caldo Bilis verde Brillante-Brila). Diluciones. 26 de Febrero del 2017.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5	1	1	0	0	
			Efluente	5	1	1	0	0	
		Poza 2	Afluente	5	1	1	0	0	
			Efluente	2	2	0	0	0	
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5	5	2	0	0	
			Efluente	4	2	1	0	0	
3	Estación Coloma	Captación de agua	Efluente	5	0	0	0	0	
				5	2	1	0	0	
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5	3	2	2	0	
			Efluente	4	2	1	0	0	
		Poza 2	Afluente	4	1	1	0	0	
			Efluente	4	1	0	0	0	
		Cultivo de Arroz	Agua	4	3	2	1	0	
			Raíz	3	3	3	1	0	
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5	5	4	2	0	
			Raíz	3	3	2	1	0	
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5	4	2	1	0	
			Raíz	4	0	0	0	0	
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5	3	1	1	0	
			Raíz	3	3	0	0	0	
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		4	4	2	1	0	

Tabla 37.

Coliformes Totales: Prueba Confirmativa (Caldo Bilis Verde Brillante – Brila). 26 de Febrero del 2017.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	TUBOS POSITIVOS	RESULTADO	RESULTADO	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	2-2-0	0.9 x 10 ⁵	0.9 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5-5-2	54 x 10 ⁵	54 x 10 ⁵
			Efluente	4-2-1	2.6 x 10 ⁵	2.6 x 10 ⁵
3	Estación Coloma	Captación de agua	Efluente	5-0-0	2.3 x 10 ⁵	2.3 x 10 ⁵
				5-2-1	7 x 10 ⁵	7 x 10 ⁵
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5-3-2	14 x 10 ⁵	14 x 10 ⁵
			Efluente	4-2-1	2.6 x 10 ⁵	2.6 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	4-1-1	2.1 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵
			Efluente	4-1-0	1.7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua	3-2-1	1.7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵
			Raíz	3-1-0	1.1 x 10 ⁵	1.1 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5-4-2	22 x 10 ⁵	22 x 10 ⁵
			Raíz	3-2-1	1.7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5-4-2	22 x 10 ⁴	2.2 x 10 ⁵
			Raíz	4-0-0	13 x 10 ⁴	1.3 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5-3-1	11 x 10 ⁴	1.1 x 10 ⁵
			Raíz	3-0-0	0.8 x 10 ⁵	0.8 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	4-4-2	4.7 x 10 ⁴	0.4 x 10 ⁵	

Tabla 38.

Coliformes Fecales: Caldo EC. Diluciones. 26 de Febrero del 2017.

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5	1	0	0	0	0
			Efluente	2	1	0	0	0	0
		Poza 2	Afluente	2	1	0	0	0	0
			Efluente	2	2	1	0	0	0
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5	3	1	0	0	
			Efluente	3	1	1	0	0	
3	Estación Coloma	Efluente		4	2	0	0	0	
		Captación de agua		4	1	1	0	0	
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5	2	1	0	0	
			Efluente	5	2	1	0	0	
		Poza 2	Afluente	4	1	0	0	0	
			Efluente	3	1	0	0	0	
		Cultivo de Arroz	Agua	4	3	1	1	0	
			Raíz	3	3	1	0	0	
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5	4	2	1	0	
			Raíz	4	4	0	0	0	
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5	4	2	0	0	
			Raíz	3	3	2	0	0	
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5	3	1	0	0	
			Raíz	2	2	1	0	0	
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		4	3	2	1	0	

Tabla 39.

Coliformes Fecales: Caldo EC. 26 de Febrero del 2017.

Nº	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO		TUBOS POSITIVOS	RESULTADO	RESULTADO
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	5-1-0	3.3 x 10 ⁵	3.3 x 10 ⁵
			Efluente	2-1-0	0.7 x 10 ⁵	0.7 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	2-1-0	0.7 x 10 ⁵	0.7 x 10 ⁵
			Efluente	2-1-0	0.7 x 10 ⁵	0.7 x 10 ⁵
2	Corrales	Poza 1	Afluente	5-3-1	11 x 10 ⁵	11 x 10 ⁵
			Efluente	3-1-1	1.4 x 10 ⁵	1.4 x 10 ⁵
3	Estación Coloma	Efluente		4-2-0	2.2 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁵
		Captación de agua		4-1-1	2.1 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	5-2-1	7 x 10 ⁵	7 x 10 ⁵
			Efluente	4-2-1	2.6 x 10 ⁵	2.6 x 10 ⁵
		Poza 2	Afluente	4-1-0	1.7 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁵
			Efluente	3-1-0	1.1 x 10 ⁵	1.1 x 10 ⁵
		Cultivo de Arroz	Agua	3-1-1	1.4 x 10 ⁵	1.4 x 10 ⁵
			Raíz	3-1-0	1.1 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁵
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	Agua	5-4-2	22 x 10 ⁴	2.2 x 10 ⁵
			Raíz	4-0-0	1.3 x 10 ⁵	1.3 x 10 ⁵
		B. Cultivo de Arroz	Agua	5-4-2	22 x 10 ⁴	2.2 x 10 ⁵
			Raíz	3-2-0	1.4 x 10 ⁵	1.4 x 10 ⁵
		C. Cultivo de Arroz	Agua	5-3-1	11 x 10 ⁴	1.1 x 10 ⁵
			Raíz	2-1-0	0.7 x 10 ⁵	0.7 x 10 ⁵
6	Dren La Tuna	Agua de Dren		4-3-2	3.9 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁵

ANEXO 3

Tabla 40.

Ubicación geográfica de lugares de muestreo - Coordenadas UTM.

N°	LUGAR	PUNTOS DE MUESTREO	ESTE	NORTE	
1	José Lishner Tudela	Poza 1	Afluente	563553	9697555
			Efluente	563489	9607543
		Poza 2	Afluente	563457	9607580
			Efluente	563529	9607676
2	Corrales	Poza 1	Afluente	557045	9602410
			Efluente	557053	8602494
3	Estación Bombeo Coloma	Efluente	559629	9605547	
		Captación de agua	559463	9605605	
4	La Cruz	Poza 1	Afluente	547822	9598977
			Efluente	547838	9599043
		Poza 2	Afluente	547795	9599010
			Efluente	547827	9599071
		Cultivo de Arroz	547761	9598924	
5	Cultivo de Arroz La Tuna	A. Cultivo de Arroz	561054	9607511	
		B. Cultivo de Arroz	561039	9607560	
		C. Cultivo de Arroz	561108	9607582	
6	Dren La Tuna	Agua de Dren	561098	9607511	

ANEXO 4

Tabla 41.

Datos técnicos de puntos de muestreo y sistema de coordenadas métricas – Proyección UTM – Zona 17 Sur.

DESCRIPCION DE PUNTOS DE MUESTREO				DATUM WGS84		DATUM P'SAD56	
ÍTEM	SECTOR	MUESTRA	ANOTACIÓN	ESTE (X)	NORTE (Y)	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	LA CRUZ	CULTIVO DE ARROZ	CULTIVO DE ARROZ	547761.00	9598924.00	548018.40	9599297.01
2	LA CRUZ	AGUA	AFLUENTE	547822.00	9598977.00	548079.40	9599350.01
3	LA CRUZ	AGUA	EFLUENTE	547838.00	9599043.00	548095.40	9599416.01
4	LA CRUZ	AGUA	AFLUENTE	547795.00	9599010.00	548052.40	9599383.01
5	LA CRUZ	AGUA	EFLUENTE	547827.00	9599071.00	548084.40	9599444.01
6	CORRALES	AGUA	AFLUENTE	557045.00	9602410.00	557302.49	9602783.05
7	CORRALES	AGUA	EFLUENTE	557053.00	9602494.00	557310.49	9602867.05
8	C.COLOMA	AGUA	CAPTACION DE AGUA	559463.00	9605605.00	559720.50	9605978.08
9	C.COLOMA	AGUA	EFLUENTE TUBERIA	559629.00	9605547.00	559886.51	9605920.08
10	JOSE LISHNER TUDELA	AGUA	AFLUENTE	563553.00	9607555.00	563810.54	9607928.10
11	JOSE LISHNER TUDELA	AGUA	EFLUENTE	563489.00	9607543.00	563746.54	9607916.10
12	JOSE LISHNER TUDELA	AGUA	AFLUENTE	563457.00	9607580.00	563714.54	9607953.10
13	JOSE LISHNER TUDELA	AGUA	EFLUENTE	563529.00	9607676.00	563786.54	9608049.10
14	LA TUNA	CULTIVO DE ARROZ	CULTIVO DE ARROZ	561054.00	9607511.00	561311.52	9607884.10
15	LA TUNA	CULTIVO DE ARROZ	CULTIVO DE ARROZ	561039.00	9607560.00	561296.52	9607933.10
16	LA TUNA	CULTIVO DE ARROZ	CULTIVO DE ARROZ	561108.00	9607582.00	561365.52	9607955.10
17	LA TUNA	AGUA	DREN DE AGUA	561098.00	9607511.00	561355.52	9607884.10

ANEXO 5
PROVINCIA DE TUMBES

N°	DISTRITO	SUBSECTORES
1	LA CRUZ	Los Cedros La Cabanilla La Jota La Cruz San José El Triunfo
2	CORRALES	La Canela La Variante Santa Cleotilde Malval El Sauce La Jota Lateral F – E – D – C – B - A Cardalitos
3	TUMBES	El Palmer Romero La Tuna Punto El Cura Este y Oeste Pampa Grande
4	SAN JACINTO	San Jacinto La Peña Vaquería Casa Blanqueada Higuerón Rica Playa / La Capitana Brunos – Loyola - Leones
5	SAN JUAN DE LA VIRGEN	San Juan de la Virgen Las Brujas Cerro Blanco
6	PAMPAS DE HOSPITAL	Cruz Blanca – Cabeza de Lagarto Chacritas - Bigotes Pampas de Hospital – La polvareda Belén – La Inverna Cabuyal - La Rinconada. Ruston Becerra – El Rodeo – La Angostura

PROVINCIA DE ZARUMILLA

N°	DISTRITO	SUBSECTORES
1	ZARUMILLA	Pampa La Soledad La Turumilla
2	PAPAYAL	Papayal Nueva Esperanza Quebrada Grande Alan García Quebrada El Padre
3	MATAPALO	Quebrada Seca Isla Noblecilla Tutumo
4	AGUAS VERDES	Canario I Canario II Pocitos Cuchareta Baja Uña de Gato

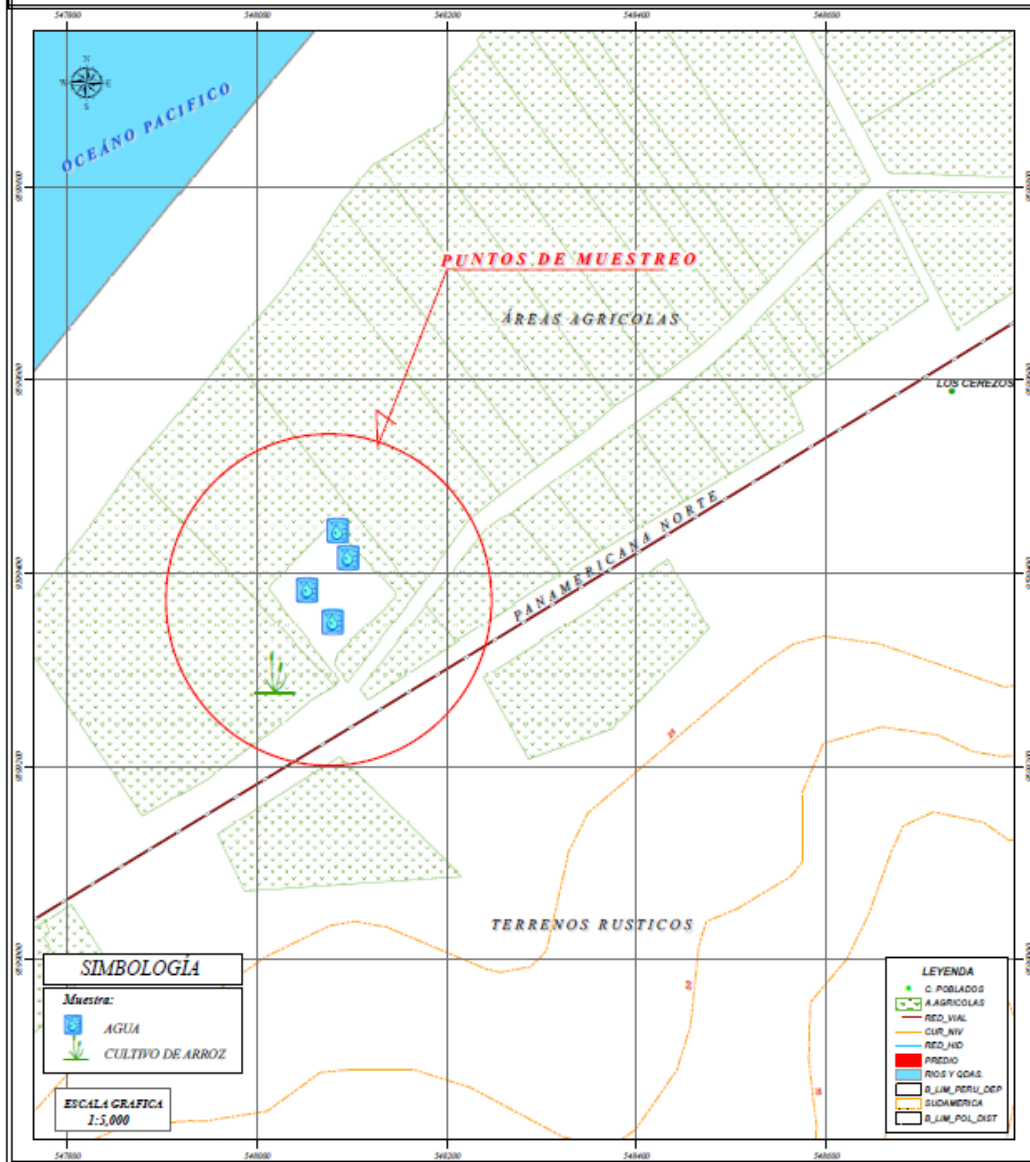
PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR

N°	DISTRITO	SUBSECTORES
1	CASITAS	Averías Cañaverál Bellavista
2	ZORRITOS	Pedregal Zorritos
3	CANOAS DE PUNTA SAL	Fernández Barrancos Pajaritos

ANEXO 7

**MAPA CARTOGRAFICO DE LA REGION TUMBES MOSTRANDO LOS
PUNTOS DE MUESTREO GEOREFERENCIADOS**

PLANO DE UBICACIÓN



PLANO DE LOCALIZACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES ESCUELA DE POSTGRADO TESIS DE MAGISTER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL	REGION: TUMBES	
	DEPARTAMENTO: TUMBES	
TÍTULO: "INFLUENCIA DEL RIBO CON AGUA RESIDUAL URBANA SOBRE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL CULTIVO DE ARROZ (Órgano sabbao)"	PROVINCIA: TUMBES	
	DISTRITO: LA CRUZ	
PLANIFICADORA: UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA Y CULTIVO DE ARROZ	SECCION: LA CRUZ	
	ESCALA: LA INDICADA	FECHA: MARZO 2018
TERCERA: Biga: SILVIA MARIBEL CHANCAFE GREY	CUARTA: ING. DANNY DANIEL BALLADARES VACA	
DATUM: P'SAD56 SISTEMA DE PROYECCION: UTM HEMISFERIO: Sur - Zona 17		

PLANO DE UBICACIÓN



PLANO DE LOCALIZACION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES ESCUELA DE POSTGRADO TESIS DE MAGISTER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GECION AMBIENTAL	REGION:	TUMBES
	DEPARTAMENTO:	TUMBES
TITULO:	PROVINCIA:	TUMBES
"INFLUENCIA DEL RINCO CON AGUA RESIDUAL URBANA SOBRE LA CALIDAD MICROBIOLOGICA DEL CULTIVO DE ARROZ (Crisis activa)"	DISTRITO:	LA CRUZ, CORRALES Y TUMBES
PLANO DE:	UBICACION:	LA CRUZ, CORRALES, TUMBES Y URB. JLT
UBICACION DE PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA Y CULTIVO DE ARROZ	ESCALA:	LA INDICADA
FECHA:	FECHA:	MARZO 2018
ING. SILVIA MARIBEL CHANCAFE GREY	ING. DANNY DANIEL BALLADARES VACA	U-05
DATUM: P.SAD56	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	HEMISFERIO: Sur - Zona 17

REGISTRO FOTOGRAFICO**PROCESAMIENTO DE MUESTRAS****Preparación del equipo****Equipo de filtración de agua****Llenado de la bomba****Equipo de filtración de agua****Preparación del Equipo****Colocación de Membranas**

PROCESAMIENTO DE MUESTRAS**Preparación del Equipo****Preparación del material de vidrio****Preparación de Medios de Cultivo****Preparación de los Agares****Aislamiento de las membranas****Pesado de los Agares**

PRIMER MUESTREO**Estación La Cruz****Estación La Cruz****Estación Corrales – Poza 1****Estación Corrales – Poza 1****José Lishner Tudela – Poza 1****Estación Coloma - Efluente**

SEGUNDO MUESTREO



Estación Coloma – Captación de agua



Cultivo de Arroz La Tuna



Estación La Cruz



Estación La Cruz



José Lishner Tudela - Poza 2



Estación Coloma - Efluente

TERCER MUESTREO



José Lishner Tudela - Ingreso



Estación de Bombeo Coloma - Efluente



Estación Corrales - Ingreso



Estación Corrales - Ingreso



Estación La Cruz



Estación Coloma – Captación de agua

CUARTO MUESTREO



Cultivo de Arroz La Tuna



Cultivo de Arroz La Tuna



Cultivo de Arroz La Tuna



Cultivo de Arroz La Tuna



Cultivo de Arroz La Tuna



Estación Corrales

UBICACION DE PUNTOS DE MUESTREO**Cultivo de Arroz La Tuna****Cultivo de Arroz La Tuna****Cultivo de Arroz****Muestra de cultivo de Arroz****Estación Corrales****Cultivo de Arroz**