



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE:

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS
AGUAS DE LA LAGUNA DE LANGOS DE LA ZONA CENTRAL DEL
ECUADOR”**

Requisito previo para optar por el Título de Licenciado en Laboratorio Clínico

Autor: Tisalema Bejarano, Angel Alexander

Tutor: Dr. Galárraga Pérez, Edison Arturo

Ambato – Ecuador

Septiembre 2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema:

“CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA DE LANGOS DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”, de Angel Alexander Tisalema Bejarano, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Junio del 2019

EL TUTOR

.....
Dr. Galárraga Pérez Edison Arturo

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el Proyecto de Investigación:

“CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA DE LANGOS DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”, como también los contenidos, resultados, análisis, conclusiones son de mi exclusividad responsabilidad como autora de este Trabajo de Grado.

Ambato, Junio del 2019

EL AUTOR

.....
Tisalema Bejarano, Angel Alexander

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto investigativo o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto de Investigación, con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este Proyecto Investigativo, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta producción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Junio del 2019

EL AUTOR

.....

Tisalema Bejarano, Angel Alexander

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación sobre el Tema: **“CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA DE LANGOS DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”** de Angel Alexander Tisalema Bejarano, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico.

Ambato, Septiembre del 2019

Para constancia firman

.....
PRESIDENTA

.....
1er VOCAL

.....
2do VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mi padre Angel Tisalema y a mi madre Hilda Bejarano quienes me brindaron su amor y su apoyo incondicional en todo este tiempo y a pesar de los obstáculos siempre me ayudaron y animaron a seguir adelante, gracias por ser el pilar fundamental en mi educación y estar conmigo hasta el final, gracias por apoyarme en cumplir mi meta de ser un gran profesional.

Es por ello que esta meta cumplida se la dedico a ustedes.

Angel Tisalema

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por siempre apoyarme tanto anímicamente y económicamente, darme ánimos para seguir adelante, Agradezco especialmente a mi padre y madre por apoyarme en todo el transcurso de mi carrera, por siempre darme ánimos a no rendirme, porque a pesar que ha habido obstáculos siempre han estado ahí, siempre creyendo en mí y por todos los consejos, guía y el gran ejemplo de superación que han sido para mí.

A mi hermana que me brindó su confianza su apoyo moral e incondicional.

A todos mis compañeros que estuvieron en el transcurso de mi vida universitaria, y de forma especial agradezco a los docentes que durante todo este tiempo impartieron su conocimiento.

A mi tutor Dr. Galárraga Pérez Edison Arturo quien me ha sabido guiar y brindar todo su apoyo y asesoría incondicional en la culminación de mi proyecto.

A la Universidad Técnica de Ambato por abrirme las puertas y haberme brindado la oportunidad de formarme como una futura profesional.

Angel Tisalema

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
EL PROBLEMA	2
1.1. TEMA	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. Contextualización	2
1.2.2. Formulación del problema	5
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4. OBJETIVOS	8
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1. ESTADO DEL ARTE.....	9
2.2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	15
2.2.1. AGUA	15
2.2.2. LAGUNA.....	16
2.2.2.1. Características de una Laguna.....	17
2.2.2.2. Tipos de lagunas	18
2.2.3. LAGUNA DE LANGOS O VALLE HERMOSO	20
2.2.4. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA..	24
2.2.4.1. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos	25
2.2.5. LA CALIDAD DEL AGUA	26
2.2.6. PARÁMETROS QUE SE ANALIZAN PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AGUA	28
2.2.6.1. PARÁMETROS FÍSICOS.	28
2.2.6.1.1. Olor.....	28
2.2.6.1.2. Color	29

2.2.6.1.3.	<i>Turbidez</i>	29
2.2.6.1.4.	<i>Temperatura</i>	30
2.2.6.2.	PARÁMETROS QUÍMICOS.....	30
2.2.6.2.1.	pH	30
2.2.6.2.2.	<i>Conductividad</i>	31
2.2.6.2.3.	<i>Sólidos Totales Disueltos</i>	31
2.2.6.2.4.	<i>Sulfatos</i>	32
2.2.6.2.5.	<i>Nitritos y Nitratos</i>	33
2.2.6.2.6.	<i>Alcalinidad</i>	34
2.2.6.2.7.	<i>Amoniaco</i>	35
2.2.6.2.8.	<i>Sulfuro de Hidrógeno</i>	36
2.2.6.3.	PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS	36
2.2.6.3.1.	<i>Coliformes Totales</i>	37
2.2.6.3.2.	<i>Aerobios Totales</i>	38
2.2.6.3.3.	<i>Escherichia coli</i>	38
CAPÍTULO III		41
MARCO METODOLÓGICO		41
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	41
3.1.1.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.1.2.	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.2.	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	42
3.3.	SELECCIÓN DEL ÁREA O ÁMBITO DE ESTUDIO	42
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.5.	CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	43
3.5.1.	Criterios de inclusión.....	43
3.5.2.	Criterios de exclusión	44
3.6.	PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS	44
3.6.1.	SELECCIÓN DEL SITIO DE RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS.....	45
3.6.2.	RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS	47
3.6.3.	TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS	48
3.6.4.	PROCESAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS	49
3.6.4.1.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO	49
3.6.4.2.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	50
3.6.4.2.1.	Contaje	51

3.6.4.2.2.	Aislamiento.....	53
3.6.4.2.3.	Identificación.....	54
3.6.4.2.4.	Pruebas de sensibilidad a los antibióticos.....	58
3.6.4.2.5.	Conservación	60
CAPÍTULO IV	.....	61
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	.....	61
4.1.	TABULACIONES	61
4.1.1.	TEMPERATURA.....	62
4.1.2.	COLOR.....	64
4.1.3.	OLOR.....	65
4.1.4.	pH	67
4.1.5.	CONDUCTIVIDAD	68
4.1.6.	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS.....	70
4.1.7.	TURBIDEZ.....	72
4.1.8.	SULFATOS	74
4.1.9.	NITRATOS	76
4.1.10.	NITRITOS.....	78
4.1.11.	ALCALINIDAD	80
4.1.12.	AMONIACO.....	82
4.1.13.	RECuento de <i>Escherichia coli</i>	84
4.1.14.	RECuento de COLIFORMES TOTALES	86
4.1.15.	RECuento de AEROBIOS TOTALES.....	88
4.1.16.	PRUEBAS BIOQUÍMICAS DE IDENTIFICACIÓN	90
4.1.17.	PRUEBAS DE SENSIBILIDAD	94
4.2.	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	104
CAPÍTULO V	.....	105
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	105
5.1.	CONCLUSIONES	105
5.2.	RECOMENDACIONES	110
BIBLIOGRAFÍA	.....	111
LINKOGRAFÍA	.....	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS - BASE DE DATOS UTA	.....	115
ANEXOS	.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos	25
Tabla 2. Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario	26
Tabla 3. Resultados promedios de los análisis de las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas de la Laguna de Langos de los 15 parámetros.	61
Tabla 4. Resultados de la temperaturas de 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	62
Tabla 5. Resultados del color de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	64
Tabla 6. Resultados del olor de 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	65
Tabla 7. Resultados del pH de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	67
Tabla 8. Resultados de la conductividad de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua	68
Tabla 9. Resultados de los STD de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	70
Tabla 10. Resultados de la turbidez de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	72
Tabla 11. Resultados de los sulfatos de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	74
Tabla 12. Resultado de los nitratos de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	76
Tabla 13. Resultados de nitritos de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	78
Tabla 14. Resultados de alcalinidad de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	80
Tabla 15. Resultados del amoniaco de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	82
Tabla 16. Resultado del recuento de <i>Escherichia coli</i> en placas 3M Petrifilm de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 –	

Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	84
Tabla 17. Resultados del recuento de coliformes totales en placa 3M Petrifilm de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	86
Tabla 18. Resultados del recuento de Aerobios Totales en Placas 3M Petrifilm de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	88
Tabla 19. Resultados de pruebas bioquímicas e identificación de las 9 cepas bacterianas aisladas de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019.	90
Tabla 20. Bacterias identificadas por punto geográfico de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019.	91
Tabla 21. Datos importantes de los discos de sensibilidad usados.	94
Tabla 22. Antibiograma de <i>Escherichia coli</i> e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI (Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio, 2018)	95
Tabla 23. Antibiograma de <i>Enterobacter agglomerans</i> e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.	96
Tabla 24. Antibiograma de <i>Enterobacter sakazakii</i> e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.	97
Tabla 25. Antibiograma de <i>Klebsiella pneumoniae</i> e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.	98
Tabla 26. Antibiograma de <i>Klebsiella oxytoca</i> e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.	99
Tabla 27. Antibiograma de <i>Klebsiella ozaenae</i> e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.	100
Tabla 28. Antibiograma de <i>Citrobacter freundii</i> e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.	101
Tabla 29. Antibiograma de <i>Proteus vulgaris</i> e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.	102
Tabla 30. Antibiograma de <i>Serratia liquefaciens</i> e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ubicación geográfica de la Laguna de Langos.....	22
Gráfico 2. Puntos seleccionados para el muestreo.....	45
Gráfico 3. Promedio de la temperatura de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.....	63
Gráfico 4. Promedio del pH de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.....	67
Gráfico 5. Promedio de la conductividad de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde, medidos del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.....	69
Gráfico 6. Promedio de los STD de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.....	71
Gráfico 7. Promedio de la turbidez de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.....	73
Gráfico 8. Promedio de los sulfatos de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.....	75
Gráfico 9. Promedio de los nitratos de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.....	77
Gráfico 10. Promedio de los nitritos de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.....	79
Gráfico 11. Promedio de la alcalinidad de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.....	81
Gráfico 12. Promedio del amoniaco de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.....	83
Gráfico 13. Promedio del recuento de <i>Escherichia coli</i> de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo	

Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	85
Gráfico 14. Promedio del recuento de Coliformes totales de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	87
Gráfico 15. Promedio del recuento de Aerobios Totales de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.	89
Gráfico 16. Cantidad de bacterias identificadas por tipo de cepa de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019.	92
Gráfico 17. Porcentaje de bacterias por tipo de cepa en relación al 100 % de las 48 muestras tomadas del agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019.	93
Gráfico 18. Protocolo para siembra en Placas 3M Petrifilm.	117
Gráfico 19. Pasos para siembra en pruebas bioquímicas.	118
Gráfico 20. Coordenadas GPS y toma de muestra del punto 1.	119
Gráfico 21. Coordenadas GPS y toma de muestra del punto 2.	119
Gráfico 22. Coordenadas GPS y toma de muestra del punto 3.	120
Gráfico 23. Coordenadas GPS y toma de muestra del punto 4.	120
Gráfico 24. Coordenadas GPS y toma de muestra del punto 5.	121
Gráfico 25. Coordenadas GPS y toma de muestra del punto 6.	121

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Laguna de Langos.....	20
Fotografía 2. Orilla sur de la Laguna de Langos.....	20
Fotografía 3. Turistas en la Laguna.....	21
Fotografía 4. Flora nativa de la Laguna	23
Fotografía 5. Fauna de la Laguna (Patillos)	23
Fotografía 6. Fotografía de los alrededores de la Laguna de Langos.	118
Fotografía 7. Transporte y conservación de la muestra	122
Fotografía 8. 12 muestras obtenidas en un día de muestreo.....	122
Fotografía 9. Lectura del pH, Conductividad y Solidos totales Disueltos con Equipo Multifuncional.	123
Fotografía 10. Siembra en Placas 3M Petrifilm.	123
Fotografía 11. Placas 3m Petrifilm con crecimiento bacteriano (Primera: <i>E. coli</i> /Coliformes; Segunda: Aerobios Totales).	124
Fotografía 12. Contaje de colonias de las Placas 3M Petrifilm.	124
Fotografía 13. Siembra en Agar MacConkey para aislamiento de colonias.	125
Fotografía 14. Crecimiento bacteriano después de 24 horas de incubación en Agar MacConkey.....	125
Fotografía 15. Crecimiento bacteriano en Agar EMB (Colonias de <i>Enterobacter</i> Izquierda, Colias de <i>Escherichia coli</i> derecha).	126
Fotografía 16. Crecimiento de colonias en SS Agar (Colonias de <i>Proteus vulgaris</i>).....	126
Fotografía 17. Siembra de colonias en las baterías bioquímicas para su identificación. ..	127
Fotografía 18. Crecimiento de batería bioquímica de cepa correspondiente a <i>Escherichia coli</i>	127
Fotografía 19. Siembra para pruebas de sensibilidad a los antibióticos.....	128
Fotografía 20 . Resultados pruebas de sensibilidad.....	128

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

“CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS DE LA LAGUNA DE LANGOS DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”

Autor: Tisalema Bejarana Angel Alexander

Tutor: Dr. Galárraga Pérez Edison Arturo

Fecha: Junio, 2019

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es caracterizar los parámetros físico químicos y bacteriológicos de las aguas de la Laguna de Langos, ubicada en el Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo, pues no existen estudios sobre los parámetros de esta Laguna y es una problemática de tipo sanitario para los moradores y turistas que la visitan. Se planteó un estudio de tipo Descriptivo y exploratorio, donde se analizaron los principales parámetros, tanto físicos, químicos y bacteriológicos siguiendo las Normas NTE INEN 1105 para muestreo y examen microbiológico de aguas, obteniendo los siguientes resultados: temperatura (16.01 °C), color (Incoloro), olor (Desagradable), pH (7.14), conductividad (1913 uS/cm), Solidos Totales Disueltos (975 mg/L), Turbidez (5.32 UTN), sulfatos (918.4 mg/L), nitratos (0.44 mg/L), nitritos (0.0046 mg/L), alcalinidad (260 mg/L), Amoniaco (0.48 mg/L), recuento de *Escherichia coli* (4.3 UFC/mL), recuento de Coliformes totales (318 UFC/mL), recuento de Aerobios totales (864 UFC/mL). Las cuales en comparación con la Norma de Calidad Ambiental y Recursos: Agua, el 45 % de parámetros están fuera de los valores límites permitidos y se determinó que el agua no es segura para ninguno de los usos especificados en esta norma. También, se identificaron 9 cepas bacterianas y sus patrones de sensibilidad a los antibióticos, *Escherichia coli* (Imipenem), *Enterobacter agglomerans* (Ofloxacina), *Enterobacter sakazakii* (Cefotaxima), *Klebsiella pneumoniae* (Imipenem), *Klebsiella oxytoca* (Cefotaxima),

Klebsiella ozaenae (Cefotaxima), *Citrobacter freundii* (Cefotaxima), *Proteus vulgaris* (Imipenem) y *Serratia liquefaciens* (Cefotaxima). Los antibióticos que están entre paréntesis son a los que presentaron mayor sensibilidad cada cepa bacteriana. En conclusión, el agua de la Laguna representa un riesgo para la salud, tanto de la población que vive a sus alrededores y para los visitantes.

PALABRAS CLAVES: PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS, BACTERIAS, CARACTERIZACIÓN, ANTIBIOTICOS, SENSIBILIDAD A LOS ANTIBIÓTICOS, CEPA.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

**"PHYSICOCHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF
WATERS OF THE LAGUNA OF LANGOS OF THE CENTRAL ZONE OF
ECUADOR"**

Author: Tisalema Bejarano Angel Alexander

Tutor: Dr. Galárraga Pérez Edison Arturo

Date: June, 2019

SUMMARY

The objective of this study is to characterize the physical-chemical and bacteriological parameters of the waters of Laguna de Langos, located in the Guano Canton of the Province of Chimborazo, since there are no studies on the parameters of this lagoon and it is a problem of type sanitary for the inhabitants and tourists who visit it. A descriptive and exploratory study was proposed, where the main parameters, physical, chemical and bacteriological were analyzed following the NTE INEN 1105 Standards for sampling and microbiological water examination, obtaining the following results: temperature (16.01 ° C), color (Colorless), odor (Unpleasant), pH (7.14), conductivity (1913 uS / cm), Dissolved Total Solids (975 mg / L), Turbidity (5.32 UTN), sulfates (918.4 mg / L), nitrates (0.44 mg / L), nitrites (0.0046 mg / L), alkalinity (260 mg / L), Ammonia (0.48 mg / L), *Escherichia coli* count (4.3 CFU / mL), total coliform count (318 CFU / mL), total aerobic count (864 CFU / mL). Which in comparison with the Environmental Quality and Resources: Water Standard, 45% of parameters are outside the allowed limit values and it was determined that the water is not safe for any of the uses specified in this norm. Also, we identified 9 bacterial strains and their antibiotic susceptibility patterns, *Escherichia coli* (Imipenem),

Enterobacter agglomerans (Ofloxacin), *Enterobacter sakazakii* (Cefotaxime), *Klebsiella pneumoniae* (Imipenem), *Klebsiella oxytoca* (Cefotaxime), *Klebsiella ozaenae* (Cefotaxime), *Citrobacter freundii* (Cefotaxime), *Proteus vulgaris* (Imipenem) and *Serratia liquefaciens* (Cefotaxime). The antibiotics that are in parentheses are those that presented greater sensitivity each bacterial strain. In conclusion, the water in the lagoon represents a risk to health, both for the population living in its surroundings and for visitors.

KEYWORDS: PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS, BACTERIUM, CHARACTERIZATION, ANTIBIOTICS, SENSITIVITY TO ANTIBIOTICS, STRAIN.

INTRODUCCIÓN

La Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recursos Agua establece los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos y su principal objetivo es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar los usos asignados, la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general²³. Teniendo esto en cuenta, los estudios sobre propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua y el buen uso de la misma deben ser realizados en forma periódica para garantizar la calidad de este recurso, que es imprescindible para la vida.

A nivel nacional existe una grave problemática en cuanto al recurso hídrico, pues los estudios sobre este recurso se enfocan únicamente a los usos específicos que se les pueden dar, como riego, generación hidroeléctrica y agua de consumo y saneamiento y no se enfocan en la calidad del recurso hídrico como un todo, por esta falta de preocupación por parte de las autoridades se hace necesario un estudio en el cual se pueda identificar las características tanto físico químicas y bacteriológicas de las aguas de las Lagunas de la zona central del Ecuador ya que, la mayoría de lagunas de la zona central son usadas para actividades recreativas, turismo y/o consumo, para conocer sus características y garantizar la salud de los visitantes, qué, debido al desconocimiento de los peligros potenciales que pueden representar a la salud, las personas entran en contacto con ellas sin tomar ninguna precaución.

La Laguna de Langos carece de algún tipo de estudio de sus principales propiedades físico químicas y bacteriológicas, y es necesario conocerlas, pues, es una Laguna que se promociona de forma turística y existe gran recurrencia de personas que van a visitarla que pueden entran en contacto con sus aguas y poner en peligro su salud.

La Universidad Técnica de Ambato ha emprendido un proyecto que pretende darlas a conocer y así sentar un precedente para una futura reestructuración de las políticas referentes a este preciado recurso.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. TEMA

“CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA DE LANGOS DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR.”

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

La Organización Mundial de la Salud ha manifestado en diversas ocasiones que el 85% de las causas de enfermedades y muertes en el mundo, están relacionadas con el agua contaminada y la falta de acceso a la misma. Anualmente, la disentería, la diarrea y otras enfermedades hídricas cobran las vidas de 3 millones de personas⁴¹.

América Latina no es ajena a esta realidad: anualmente se reportan 150,000 muertes por enfermedades hídricas, 85% de las cuales, ocurren en niños menores de 5 años de edad⁴¹. El agua contaminada transmite enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Se calcula que la contaminación del agua potable provoca más de 502.000 muertes por diarrea al año⁴¹.

Los estudios sobre los sistemas administrativos de gestión del agua en los países de la región, llegan a la conclusión que estos se caracterizan por dar un enfoque sectorial del

recurso hídrico, esto quiere decir, que las principales funciones de gestión se han dado a instituciones centralizadas a usos específicos del agua, especialmente, riego, generación hidroeléctrica y servicios de agua potable y saneamiento. “A nivel regional, hay pocos ejemplos, si es que existen, de instituciones que tienen un enfoque orientada a múltiples fines o un interés en el recurso mismo, y no en el uso que puede prestar²⁰”.

El accionar de estas entidades se limita normalmente al aprovechamiento del agua para un uso sectorial específico, por lo que suelen tener una visión limitada de la problemática de los recursos hídricos en su totalidad e integridad: “El gran ausente es el esquema institucional que permita una gestión integral de los recursos hídricos”²⁰.

A nivel de América Latina no hay muchos estudios que nos den a conocer la situación sobre el agua de las lagunas, las autoridades no toman como prioritario analizar sus características. Sus usos son principalmente de tipo recreativo, y las personas tienen contacto directo, ya sea en actividades de pesca, natación, paisajismo, etc. y se exponen a los riesgos que implican el contacto directo con una fuente de agua de la que se desconocen sus características, también, al ser sus aguas estancadas es un peligro potencial por la proliferación de vectores y la falta de control, ya que estas se ven alteradas principalmente por la actividad del hombre. La causa principal de la peligrosidad de las aguas es la contaminación con materia fecal. Enfermedades como la fiebre tifoidea, el cólera y la diarrea son las más frecuentes que se dan por contacto con aguas contaminadas²⁶.

Alrededor del 20,7% del líquido vital que se consume en Ecuador está contaminado con heces fecales. Así lo refleja el primer estudio de agua, saneamiento e higiene del Ecuador realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Para este informe, el organismo consultó a 16.722 personas y 4.442 hogares a escala nacional. Los encuestadores se encargaron de visitar cada una de las casas, tomaron una muestra de agua y colocaron un reactivo para determinar si existe la bacteria *E. coli*. Eso permitió evidenciar que en las zonas urbanas el 15.4% de las muestras del líquido resultaron con esa bacteria que está presente en las heces de personas y animales y que causa problemas

como la diarrea, mientras que en el área rural llega al 31,8%³³. Esto nos indica que incluso las aguas que están sometidas a estrictos controles para garantizar su calidad no están exentas a presentar algún tipo de contaminación, mucho más las aguas de las lagunas que no presentan ningún control.

En el país no existen estudios realizados por ninguna entidad gubernamental sobre las características del agua de las lagunas, ni tampoco normas para garantizar su uso seguro. Pero, existen pocos estudios que fueron realizados por personas naturales por ejemplo el estudio realizado por Erika Murgueitio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, que analizó las características físico químicas de la laguna de Mapaguña de la provincia de Chimborazo y se llegó a la siguiente conclusión con los resultados de los parámetros físico-químicos se determinó el promedio ICA de la laguna, obteniéndose el valor de 80.72, que indica una buena calidad. Además, el valor más alto ICA se produjo en el río Chúquira, siendo de 89.78, mientras que el valor más bajo se produce en el centro de la misma, reportándose 72,63. Y aun así no es un indicativo de calidad, ya que en el estudio solo se centra en las características físico químicas y deja a un lado las bacteriológicas que son las más importantes y representativas al momento de calificar el agua como apta para cualquier actividad humana.

No existen normas específicas de calidad para este tipo de aguas, pero existen referencias en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes : Recurso Agua, donde se dan los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos y los métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua, en el cual se da parámetros de calidad que deben presentar las aguas para su uso doméstico, de riego, aguas subterráneas, aguas recreativas, de transporte, aguas de uso estético, etc.

Más específicamente en la Laguna de Langos no existe ninguna referencia de estudio de sus características físico químicas y bacteriológicas, por lo cual es un punto muy importante estudiarlas, ya que esta laguna se promociona como un sitio turístico por parte de la alcaldía del Canto Guano, en este caso sus aguas son destinadas a fines recreativos la población suele estar en contacto directo y se hace indispensable realizar un estudio

para conocer sus características físico químicas y bacteriológicas, y saber si está en óptimas condiciones para las actividades humanas de recreación, para ello, volvemos a mencionar la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua , en las cuales nos basaremos para conocer las características más importantes y de mayor interés que deben ser estudiadas, así como sus límites máximos permisibles.

1.2.2. Formulación del problema

¿El agua de la Laguna de Langos cumple con los parámetros establecidos en las normas INEN para considerarse agua segura para la población?

Preguntas directrices

- ¿Cuáles son las características físico químicas de las aguas de la laguna de Langos?
- ¿Hay presencia de bacterias perjudiciales para la salud en las aguas de la laguna de Langos?
- ¿Existe contaminación de materia fecal en el agua de la Laguna de Langos?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El conjunto de lagunas de la zona central de Ecuador, son un gran atractivo turístico y por las variadas actividades que se realizan en estas lagunas, es muy importante conocer cuáles son sus condiciones tanto fisicoquímicas como bacteriológicas para así determinar las condiciones sanitarias en que se encuentran. En Ecuador no existen estudios sobre las condiciones del agua de las lagunas.

El estudio, permitirá recopilar información acerca de las características más importantes de las aguas de las lagunas pertenecientes a la Zona 3 del país, además de ello , evaluar la presencia de bacterias de interés sanitario y su patrón de resistencia a los antibióticos, estos datos son de gran importancia debido a que en el agua se puede encontrar todo tipo de microorganismo según información facilitada por la Organización Mundial de la Salud, considerando únicamente las enfermedades diarreicas frecuentemente asociadas al consumo de agua o alimentos contaminados, mediante este análisis y los resultados podremos verificar que el uso del agua procedente de esta fuente no tenga ningún impacto negativo en la salud de las personas, lo que incrementará su confianza y seguridad, fortaleciendo de esta manera el desarrollo del turismo.

Una de las herramientas importantes para evitar problemas de tipo sanitario para quienes se beneficien del agua de las lagunas, es el monitoreo de sus aguas de forma periódica⁴⁰.

El Plan Nacional del Buen Vivir, reconoce que todas las personas tienen derecho a disfrutar del más alto nivel posible de salud lo que está vinculado directamente a la necesidad de acceso al agua de calidad²⁸. Siendo el agua uno de los elementos indispensables para la vida, la sociedad extrae grandes cantidades de agua de los ríos, los lagos, los humedales y los acuíferos subterráneos para abastecer los requerimientos de las ciudades, el campo y la industria²⁹, por lo que la presencia de microorganismos patógenos puede causar daños a quienes se benefician de esta.

La Laguna de Langos se ubica aproximadamente a 1 km del cantón Guano perteneciente a la provincia de Chimborazo, para llegar a ella se sigue la carretera Riobamba-Guano, se encuentra a 2 km en sentido Guano – Riobamba y a 3.5 km sentido Riobamba – Guano, 200 metros a la izquierda de la carretera. Tiene un tamaño aproximado de 200 metros de ancho por 300 metros de largo y no se conoce su profundidad. Es uno de los más hermosos atractivos naturales de toda la zona noroccidental de la provincia que presenta un magnífico paisaje natural bien conservado. Es un sitio muy visitado por turistas tanto nacionales como extranjeros. Por su clima agradable es considerado como un sitio indicado e ideal para realizar actividades como: pesca, paisajismo, fotografía, camping, caminatas, cabalgatas, ciclismo, entre otras⁴². La presencia de microorganismos patógenos en estas aguas se convierte en un problema de tipo sanitario para los moradores y turistas que visitan este sector por lo que las expectativas del presente trabajo se proyectan a mejorar la calidad de vida de la población de sus alrededores.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar físico química y bacteriológicamente las aguas de la Laguna de Langos de la Zona Central del Ecuador

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Detallar las principales características fisicoquímicas de las aguas de la Laguna de Langos de la Zona Central del Ecuador.
- Identificar las bacterias aisladas en las placas 3M Petrifilm E. coli/coliformes mediante pruebas bioquímicas.
- Cuantificar las principales bacterias de importancia sanitaria presentes en las aguas de la Laguna de Langos mediante la utilización de placas 3M Petrifilm E. coli/Coliformes y Aerobios totales.
- Establecer la sensibilidad a los antibióticos de las bacterias identificadas en las aguas de la Laguna de Langos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ESTADO DEL ARTE

En el estudio realizado por Amado Jesús, Ramírez Orlando investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México) y Pérez Pedro, Alarcón Juan miembros del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), con título “**Análisis de la calidad del agua en la lagunas de Bustillos y de los Mexicanos (Chihuahua, México)**”, cuyo objetivo principal fue determinar la calidad del agua superficial, a través de una serie de parámetros químicos, físicos y microbiológicos, e identificar las causas y problemas asociados a los contaminantes específicos, así como el establecimiento de alternativas de solución en la gestión hídrica del entorno.

El estudio se llevó a cabo en la cuenca endorreica que drena a las lagunas de Bustillos y de los Mexicanos, alimentadas por un conjunto de arroyos de tipo radial. Durante el periodo de 2010-2011 se realizaron tres fases de muestreo en 15 puntos elegidos aleatoriamente, situados dentro de la cuenca hidrológica. Las tres réplicas de los muestreos se efectuaron durante los días 15 de julio del 2010, 15 de noviembre del 2010 y 15 de marzo del 2011. Las fechas corresponden con tres periodos distintos de precipitación, con el fin de obtener en los análisis unos valores medios en los que no interfiera el volumen de los caudales en los tramos muestreados.

Los parámetros que se analizaron fueron Turbidez, pH, Oxígeno Disuelto (OD), Nitratos, Fósforo total, Sólidos totales disueltos (STD), Temperatura, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y algunas especies bacterianas (Coliformes) y se obtuvieron los siguientes resultados para el oxígeno disuelto se observaron índices muy

deficientes, turbidez se observaron valores excesivos que en algunos casos superaron las 1000 NTU, nitratos se observaron valores altos en casi todas las zonas , e incluso en algunas zonas llegaron hasta 380 ppm, También se han detectado valores altos de fósforo (P) procedentes de los desechos de la industria lechera con valores máximos de 142 mg/L. Los resultados de pH se enmarcan en intervalos estables para todas las fases de muestreos, en los puntos de desechos industriales un pH de 3,1 (ácido) y en los puntos de agua y arroyos un pH de 9,4 (Alcalino). En el bloque de análisis bacteriológicos, se han encontrado en todas las muestras restos de bacterias Coliformes fecales, en la mayoría de ellas con magnitudes contaminantes que rebasan los límites permitidos, indicando que el agua no es apta para consumo humano. Solo los resultados obtenidos en la laguna de los Mexicanos muestran valores aceptables. Y por último se realizó el ICA (Índice de Calidad del Agua) y destaca la elevada contaminación de las aguas en todas las áreas muestreadas con valores ICA que no superan el valor del 50%, umbral que determina el paso de un nivel de aguas de mala calidad.

Se concluyó que las principales fuentes de contaminación de los recursos hídricos son las prácticas agropecuarias, los vertidos de aguas residuales de las poblaciones de Anáhuac y Ciudad Cuauhtémoc, en mayor medida, los desechos de los tratamientos industriales. Las actividades humanas son el factor más influyente en el deterioro de las aguas superficiales, siendo alarmante en el caso de la laguna de Bustillos, donde es evidente la necesidad de revisar los sistemas de saneamiento hídrico, debido a la falta de eficiencia de las plantas de tratamiento existentes en las industrias. El establecimiento de un suministro de agua adecuado y seguro se hace indispensable, ya que se ha observado que los niveles de contaminación de los principales cursos de agua han aumentado alarmantemente debido al incremento de la actividad agrícola e industrial en los últimos años. El uso de herramientas de diagnóstico rápidas y representativas como el ICA garantiza una evaluación integral de la calidad del agua, lo cual es fundamental en la toma de decisiones para el manejo y control del riesgo sanitario³.

Diagnora Brito, Jessica Rivero, Miguel Guevara, Freddy Vásquez, Bladimir Díaz y José Gíl, realizaron un estudio titulado “**Análisis físico-químico y microbiológico de la laguna grande, Parroquia la Pica, Maturín - Estado Monagas, Venezuela**”, cuyo objetivo fue analizar algunos parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de Laguna Grande, Parroquia La Pica, Maturín, Estado Monagas, Venezuela con el fin de evaluar la calidad del agua para uso agrícola, durante los meses de enero hasta junio de 2013 y se pretende demostrar el grado de contaminación a través de la determinación de las características físico-químicas y microbiológicas de este embalse natural para la reutilización de sus aguas en el área agrícola.

Para el análisis se ubicaron 7 puntos de muestreo y se recolectaron muestras durante 6 meses, con una periodicidad mensual. La muestra se la tomo a una profundidad entre 10-25 cm, en envases de plástico de 1.500 mL cada uno, se codificaron y almacenaron a 5 °C hasta el momento del análisis (periodo menor a 24 horas).

Se analizaron los siguientes parámetros físicos temperatura, conductividad, solidos disueltos totales, transparencia profundidad, parámetros químicos: pH y oxígeno disuelto y los parámetros bacteriológicos Coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*.

Los resultados que se obtuvieron fueron para la temperatura un promedio de 28.32 °C, con el punto menor en Enero (27.29 °C) y la mayor en Abril (29.15 °C); Transparencia, la mayor transparencia se encontró en Caño Manteco en el mes de marzo con promedios 0,52 m y la menor transparencia fue registrada en Caño Juanico durante el mes de abril con valor de 0,03 m; la conductividad eléctrica el valor más elevado se localizó en el brazo caño Juanico en el mes de abril (400 µS/cm) y el menor en el brazo Caño Manteco en el mes de enero (125,5 µS/cm) , presentando las aguas de Laguna Grande un promedio general de 322,90 µS/cm; Solidos disueltos el valor más bajo fue de 64 ppm en el brazo Caño Manteco en el mes de enero y el más alto de 199,5 ppm en el brazo Caño Juanico en el mes de abril, el promedio general de sólidos disueltos totales fue 161,44 ppm; Profundidad, las mayores profundidades se encontraron en el Caño Manteco en el mes de febrero (3.80m) y la menor profundidad se encontró en la Boca de la Laguna en el mes de marzo (0.78); Oxígeno disuelto, la mayor concentración se obtuvo en la estación 3.2 en el mes de enero (10.5 ppm) y la menor concentración en la Boca de la laguna en el mes de abril (1.37 ppm), con un promedio de la laguna de 7.43;

pH, el valor más alto se obtuvo en la estación 3.2 en casi todos los meses con valores de 7.35 a 9.45, mientras los más bajos se presentaron en todos los sitios de muestreos del mes de enero oscilando entre 7.35 a 8.35; Por último los parámetros microbiológicos demostraron que la cuantificación de los Coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*, la mayor cantidad de estas bacterias se obtuvieron en Caño Juanico con rangos mayores a 110.000 NMP/100 mL (NMP: Numero Más Probable) y en el Plato de la Laguna con valores de 55.750 NMP/100 mL de agua principalmente en los meses de marzo, abril, mayo y junio. Los valores más bajos se registraron el sitio Caño Manteco, seguido de la Boca de la Laguna con promedios de Coliformes totales de 6.933,33 y 11.621,67 NMP/100 mL, Coliformes fecales 3.300 y 6.660 NMP/100 mL y *Escherichia coli* con 3.330 y 6.655 NMP/100 mL, respectivamente.

Como conclusión se dio que la Laguna Grande es un ecosistema en total desequilibrio, con aguas clasificadas de tipo 6 (destinadas a la navegación y generación de energía) de acuerdo al decreto 883 de la normativa legal venezolana, a partir de la evaluación bacteriológica de la misma; requiere la intervención y gestión de los entes gubernamentales, así como la participación activa de la comunidad en pro de la recuperación y conservación del recurso hídrico, vital para la sobrevivencia de la biota de este ecosistema, mitigación de los cambios climáticos e importante en las actividades agropecuarias de la zona¹⁰.

En el estudio realizado por Claudia Rodríguez, Miguel Mancini y Col. de la Facultad Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto Río de Argentina, titulado **“Calidad de agua de una laguna recreacional del Centro-Oeste de la provincia de Córdoba, Argentina”**, cuyo objetivo fue la evaluación de las fluctuaciones físico-químicas, bacteriológicas y ficológicas en la laguna Suco, con los riesgos potenciales para el hombre y el ambiente. Para ello se establecieron tres estaciones de muestreo, en el centro, el sudoeste de la laguna, y en el muelle, evaluando la calidad del ambiente para el uso recreacional y el recurso ictícola.

Las muestras para el análisis bacteriológico se las tomaron en envases estériles de plástico a 0.3 m de profundidad y se mantuvieron refrigeradas hasta su procesamiento en

laboratorio y se evaluaron microorganismos, Coliformes totales (CT) y Coliformes fecales. Para el análisis físico-químico Se utilizaron envases de vidrio, las muestras se obtuvieron a 0.3 m de profundidad. Se analizaron los siguientes parámetros olor, sabor, turbidez, color, temperatura, pH, oxígeno disuelto (OD), dureza, cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos, Mg, Ca, Na y K, sales totales, arsénico y nitritos. Para el análisis del plancton Las muestras se obtuvieron en recipientes plásticos de la zona eufótica. Fueron concentradas por decantación y fijadas en formol al 3%. La taxonomía se realizó siguiendo claves específicas y para el recuento de las muestras se aplicó recuento directo mediante microscopía fotónica.

Se obtuvieron los siguientes resultados en el análisis bacteriológico Las cargas de microorganismos CT, si bien fueron bajas, mostraron variabilidad según sitios de muestreo y estación del año. Los valores más altos se encontraron en el verano para las tres estaciones muestreadas. Los niveles encontrados para CF y *S. faecalis* fueron inferiores a 1 NMP/100 ml y 1 UFC/ml respectivamente. En el análisis físico químico los resultados medios fueron: pH: 9.3, Temperatura: 19.4, Oxígeno disuelto: 9.6, Mg: 1.04, Ca: 0.86, Na: 13.94, K: 0.56, Dureza: 88.37, Transparencia: 0.29, no se detectaron niveles de arsénico ni de nitritos en ninguna de las estaciones evaluadas. En el análisis del plancton en el recuento del número de cél/25 µl fue de 677, 505, 673 y 128 para primavera, verano, otoño e invierno respectivamente. El valor medio anual de clorofila-a fue de 40.57 mg/L. Las algas más constantes no tuvieron registros similares en las estaciones de muestreo evaluadas a lo largo del año.

Como conclusión se llega a que las actividades agropecuarias en zonas linderas a la laguna, producen impactos en la calidad del agua superficial y constituyen una causa importante de la eutrofización y degradación significativa del ambiente.

Desde el punto de vista bacteriológico, las cargas halladas en el agua, son normales y permiten aseverar la aptitud del ambiente para los fines estudiados. Del análisis químico del agua y del estudio del plancton, se desprende que el ambiente se ubica dentro de los parámetros de referencia para lagunas pampásicas. Los resultados obtenidos confirman que, debido al escaso asentamiento poblacional en la zona de estudio, el aporte de nutrientes por efluentes cloacales sería mínimo. Se podría suponer que las lluvias y

materiales alóctonos como escorrentías y desechos agropecuarios, serían en principio los que incidirían en la eutrofización de este ambiente.

Los resultados obtenidos en la laguna de Suco permiten inferir su aptitud para el aprovechamiento del recurso hídrico con fines pesqueros recreacionales. De este estudio surge la necesidad de establecer monitoreos futuros para controlar el grado de eutrofia⁶.

En el estudio realizado por Erika Murgueitio, Eduardo Kirby y Marcelo Ortega, pertenecientes a la Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE de Sangolquí, Ecuador, con título **“Caracterización físico química de las aguas de la laguna de Mapaguiña, provincia de Chimborazo”**, cuyo objetivo de estudio fue realizar la caracterización físico-química de las aguas de la laguna de Mapaguiña, determinar su índice de calidad de agua (ICA) y analizar las condiciones para preservarla, evitando así su posible contaminación y degradación a futuro. Se realizaron 3 campañas, en la primera se tomaron muestras de distintos puntos del borde de la laguna, en la segunda campaña se tomaron varias muestras de distintos puntos del centro de la Laguna y en la tercera campaña se realizó el geoprocesamiento de datos, las tomas se realizaron en la superficie y a diferentes profundidades, en el río Chúquira que alimenta la laguna, en la salida y en las vertientes, el transporte se lo realizó en cadena de frío a 4 °C en un enfriador. Los parámetros que se analizaron fueron pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, alcalinidad, sulfatos, fosfatos, nitratos, turbidez y color, y para ello se usó el espectrofotómetro marca HACH, modelo DR/200.

Se obtuvieron los siguientes resultados después de realizar el ICA y un promedio de los resultados obtenidos en los bordes, vertiente, río Chúquira y el centro, pH: 9.01, color: 40.95, sólidos suspendidos: 131.2, conductividad eléctrica: 94.32, alcalinidad: 73.11, nitratos: 100, fosfatos totales: 54.6 y oxígeno disuelto: 75.13. El promedio ICA de la laguna, fue 80.72, que indica una buena calidad. Además, el valor más alto ICA se produjo en el río Chúquira, siendo de 89.78, mientras que el valor más bajo se produce en el centro de la misma, reportándose 72,63.

Y se dejó como conclusión que es de vital importancia determinar el índice de calidad de agua, que en el caso de esta laguna fue de 80,72 puntos, este valor indica el grado de contaminación del agua para sus diferentes usos, como son: abastecimiento público, recreación general, pesca, vida acuática, agricultura y navegación, y para este caso corresponde a la categoría “Buena”¹¹.

2.2.FUNDAMENTO TEÓRICO

2.2.1. AGUA

El agua es una sustancia de gran importancia para la vida con muchas propiedades debido a su estructura y composición. Es una molécula formada por tres pequeños átomos, uno de oxígeno y dos de hidrógeno, con enlaces polares que permiten establecer puentes de hidrógeno entre moléculas adyacentes. Este enlace tiene es importe porque confiere al agua propiedades que se corresponden con mayor masa molecular. De ahí sus elevados puntos de fusión y ebullición, imprescindibles para que el agua se encuentre en estado líquido a la temperatura de la Tierra³⁸.

La Real Academia Española, define agua como, Líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos. (Fórmula. H₂O)³⁸.

2.2.2. LAGUNA

Son depresiones en la superficie terrestre que contienen agua quieta o estancada por lo general agua dulce, que proviene del deshielo de las corrientes de un glaciar o de la acumulación de lluvia, drenadas en muchos casos por ríos³¹. Con profundidades desde 1 a 5 metros y su tamaño puede ser desde algunos metros a kilómetros.

Tienen una profundidad media de 1 m y una profundidad máxima inferior a 3 m. Tiende a dominar la distribución horizontal de los nichos ecológicos de las especies. Los hábitats se diversifican en planos horizontales⁹.

También se puede referir como un depósito natural de agua con diversas dimensiones y cuya formación parte de arroyos o ríos, cuando se desbordan en periodos de inundación y se suscita un estancamiento de aguas como acción colateral a este fenómeno³⁴.

Las lagunas cuentan una característica flora y fauna que tiene que ver con el tipo de agua, su falta de movimiento, la profundidad que pueda tener el terreno, etc³¹.

Hay dos elementos que son fundamentales para la formación de una laguna. En primer lugar, que el terreno donde este curso de agua se forme posea una altitud menor que la de los alrededores, así como sucede con un valle entre montañas o terrenos más elevados. Esto permite que en ese espacio se acumule agua que luego no pueda ser escurrida o que lo sea, pero en ínfima cantidad. El segundo elemento para la formación de una laguna es justamente el agua que vendrá de dos fuentes diferentes: de deshielo de glaciares cercanos o de la lluvia. En ambos casos, el agua es dulce a diferencia del agua del mar o del océano³¹.

Para tener más claro el concepto de laguna tómanos la definición establecida por Heli Moreno Otero miembro de la Sociedad Geográfica de Colombia, quien en su estudio titulado “Estudio sobre la definición de algunos términos geográficos: Laguna y Lagos”,

después de analizar varios conceptos dados por varias entidades reconocidas llego a la siguiente definición:

Lago: Depósito más o menos considerable de agua dulce o salada, con conexión con el mar o sin ella, que no abastece ni es abastecido, o abastece sin ser abastecido o es abastecido sin abastecer y cuya profundidad es de 10 metros e adelante¹⁴.

Laguna: Depósito de agua que abastece y es abastecida y cuyas características son iguales a la de los lagos, pero su profundidad es inferior a 10 metros¹⁴.

En conclusión, se llega a ver que lago y laguna tienen la misma definición y las mismas características a excepción de la profundidad es la única característica con la que se diferencian estos términos.

2.2.2.1. Características de una Laguna

Algunas de las características de las lagunas son:

- Poseen poca profundidad y el metraje de esto, varía según las condiciones ambientales del territorio donde se ubica, así como el grado de contaminación³⁴.
- Son muy productivas debido al mayor contacto de los sedimentos con la superficie del agua, como consecuencia de su escasa profundidad³⁴.
- Su poca profundidad, permite que el sol penetre hasta su fondo, impidiendo la formación de distintos estratos térmicos.
- Las plantas con raíces pueden desarrollarse en una laguna de una costa opuesta, a diferencia de los lagos donde solo pueden crecer en sus márgenes y en caletas pocos profundos, debido a son más grandes y más hondos³⁴.
- La disponibilidad de oxígeno se ve limitada ya que solo una pequeña proporción del agua está en contacto con el aire³⁴.
- Son formas del paisaje que dependen de la región en que aparecen y que, a menudo, poseen una flora y fauna muy importantes. Si ocupan grandes extensiones de terreno se define como mares interiores¹⁵.

- Los lagos pueden ser alimentados por uno o más ríos llamados emisarios. Por su parte, el río por donde desagua se la llama emisario¹⁵.
- Generalmente recibe agua de las precipitaciones, manantiales o afluentes¹⁵.
- En las regiones áridas, donde la evaporación es intensa, el nivel de agua de los lagos varía según las estaciones y estos llegan a secarse durante largos periodos de tiempo¹⁵.
- Los lagos pueden formarse en cualquier altitud y están distribuidos por todo el mundo¹⁵.
- Son numerosos en latitudes altas, especialmente si además se trata de zonas montañosa sujetas a la influencia de los glaciares¹⁵.

2.2.2.2. Tipos de lagunas

Las lagunas se han clasificado según su origen, entre los cuales tenemos:

- **Tectónicos:** Son los lagos que rellenan las depresiones originadas por fallas y plegamientos. Estas depresiones se interponen en el curso de un río y estancan sus aguas hasta que encuentran un punto por el que se desbordan formando un río emisario^{30, 39}.
- **Glaciares:** Son los más abundantes en el mundo. Su origen se debe a la sobre excavación del lecho de roca y redistribuir los materiales arrancados. Un lago glaciar se forma cuando las aguas ocupan el hueco erosionado por las masas glaciares^{30, 39}.
- **Cársticos:** Son lagos que se alojan en una depresión cárstica: dolina, úvala, polje, que se ha producido por la disolución de las calizas. En la mayoría de estos lagos tanto la alimentación de los ríos afluentes, como el río emisario, se hace gracias a ríos subterráneos³⁹.

- **De cráter:** Se pueden dar tras la explosión del cráter de un volcán, el cual forma una caldera volcánica o un hundimiento circular que puede ser inundado tras la extinción formando un lago. Si el cráter no tiene fisuras y está formado por materiales de escasa porosidad, puede convertirse en un lago permanente si recibe suficiente agua de la lluvia³⁰.
- **Meandro:** La dinámica de los ríos en las llanuras fuerza a las aguas a adoptar un curso meandriforme. Cuando el meandro es muy pronunciado, y especialmente tras una avenida que recupera un curso más recto, quedan abandonados meandros que forman un lago³⁹.
- **Endorréicos:** Los lagos de cuencas endorreicas son depresiones en la corteza terrestre que no poseen salida, por lo que forman una pequeña cuenca hidrográfica. Contienen aguas generalmente algo saladas, debido a la progresiva concentración de sales por efecto de la evaporación^{30,39}.
- **Pelágicos:** Los lagos pelágicos no son más que vestigios de antiguos mares que se han desecado y que quedaron rodeados de tierras. Son lagos muy salados^{30,39}.
- **De barrera:** Se forman cuando las morrenas glaciares u otras materias, como coladas volcánicas o desprendimientos de tierras, taponan los valles y permiten la acumulación de las aguas e impiden su desagüe³⁰.
- **Artificiales:** Los lagos artificiales son los creados por el ser humano para sus necesidades. Los hay muy antiguos pero los más característicos son los pantanos, o embalses, retenidos tras una presa artificial que se coloca en un estrecho del terreno³⁹.

2.2.3. LAGUNA DE LANGOS O VALLE HERMOSO



Fuente: Viajando X

Fotografía 1. Laguna de Langos

Geo sitio ubicado a 2671 msnm, se encuentra sobre materiales volcánicos producto de las erupciones del Chimborazo a lo largo del tiempo. El origen de la misma se debe al colapso y a que es alimentada por sus aguas subterráneas y meteóricas. En la Laguna de Langos o Valle Hermoso se aprecia un paisaje maravilloso, al fondo el Altar, y alrededor se puede mirar un bosque de pinos que rodea la laguna. En el sector funciona el restaurante Trini Pillauti.



Fuente: Autor

Fotografía 2. Orilla sur de la Laguna de Langos

En sus orillas se observan algas y gran cantidad de totoras. En la zona se observan patillos, anfibios y otras aves que vuelan alrededor. La laguna de Langos es utilizada para la recreación⁴².



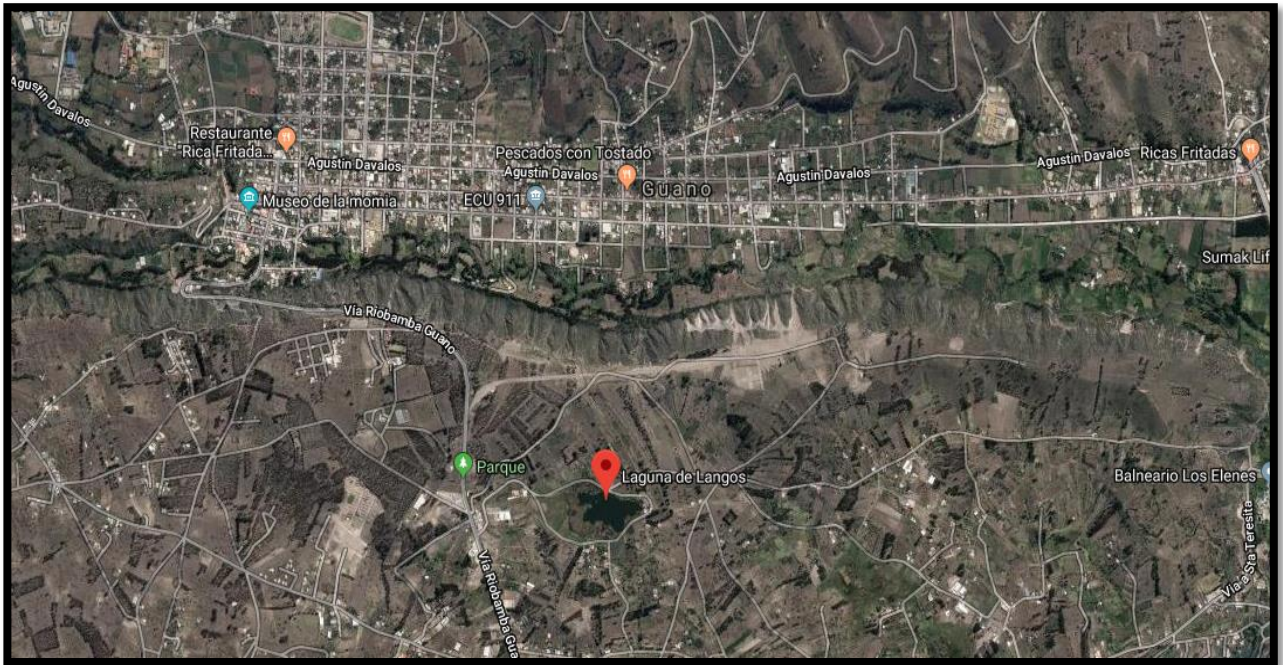
Fuente: Autor

Fotografía 3. Turistas en la Laguna

Es muy visitado por turistas nacionales y extranjeros, con una gran belleza que se manifiesta durante el recorrido, su paisaje natural permite realizar varias actividades.

Su clima es agradable, es un sitio ideal para realizar actividades como: pesca, paisajismo, fotografía, camping, caminatas, cabalgatas, ciclismo, entre otras⁴². La laguna es uno de los más bellos atractivos naturales de toda la zona noroccidental de la provincia que presenta un magnífico paisaje natural bien conservado.

Ubicación: La laguna de Langos o valle hermoso, se ubica aproximadamente a 1 km del cantón Guano perteneciente a la provincia de Chimborazo, para llegar a ella se sigue la carretera Riobamba-Guano, se encuentra a 1 km en sentido Guano – Riobamba y a 3.5 km sentido Riobamba –Guano, 200 metros a la izquierda de la carretera⁵. Se puede acceder a la laguna por una pequeña vía ubicada al lado izquierdo del hostel Laguna Turística. Se ubica a 2671 metros sobre el nivel del mar, en las coordenadas 1°37'07.7"S 78°38'03.7"W.



Fuente: Google Maps

Gráfico 1. Ubicación geográfica de la Laguna de Langos

Extensión: Tiene un tamaño aproximado de 200 metros de ancho por 300 metros de largo, no se conoce su profundidad.

Clima: El clima es muy agradable y variado templado lluvioso. La temperatura oscila los 15 grados centígrados⁴².

Flora: Se encuentra en un valle que en alguna época debió haber sido verde y lleno de vida, pero que en la actualidad se puede observar una gran deforestación, y espacios vacíos y secos. Es predominante en este valle una vegetación del tipo arbustiva, herbácea y en menor cantidad arbórea⁴².



Fuente: Autor

Fotografía 4. Flora nativa de la Laguna

Es muy probable admirar una de las plantas que soportan el frío una de ellas es la chupalla espinosa que es característica de estos fríos, además se puede observar totoras cubriendo los alrededores de la laguna.

Fauna: Alrededor de la laguna podemos encontrar gran cantidad de totoras, algas y pequeños anfibios, los cuales sirven de alimento a las especies de patos, patillos y otras aves que habitan la laguna⁴².



Fuente: Autor

Fotografía 5. Fauna de la Laguna (Patillos)

Es posible observar otras especies como: garzas, ovejas, gran diversidad de aves, peces de colores, guanta, guatusa, ardilla, golondrina, cacique, picaflor, garrapatero, tangara azuleja, gavián, loros, guacamayos, pavas de monte, gallinazos, entre otros.

2.2.4. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA.

La norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, es una norma técnica ambiental que es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de estos; es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional²³.

En estas normas se tratan 3 puntos principales:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado.
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos y,
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

El objetivo de la norma es la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua. El objetivo principal de la norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general²³.

La norma tiene en cuenta las aguas por los siguientes usos:

- a) Consumo humano y uso doméstico.
- b) Preservación de Flora y Fauna.
- c) Agrícola.
- d) Pecuario.

- e) Recreativo.
- f) Industrial.
- g) Transporte.
- h) Estético.

Ya que el uso de la laguna de estudio es de tipo recreacional nos enfocaremos en ese punto.

2.2.4.1. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos

Se entiende por uso del agua para fines recreativos, la utilización en la que existe:

- a) Contacto primario, como en la natación y el buceo, incluidos los baños medicinales y
- b) Contacto secundario como en los deportes náuticos y pesca²³.

Tabla 1. Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Coliformes fecales	nmp por cada 100 mL		200
Coliformes totales	nmp por cada 100 mL	mg/L	1000
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/L	0.002
Oxígeno disuelto	O.D.		No menor al 80 % de concentración de saturación y no menor a 6 mg/L
Material flotante	Visible		Ausente
Potencial de hidrogeno	pH		6.5-8.5
Organofosforados y carbamatos	Organofosforados y carbamatos totales	mg/L	0.1 (para cada compuesto detectado)
Organoclorados	Concentración de organoclorados totales	mg/L	0.2 (para cada compuesto detectado)
Residuos de petróleo	Visible		Ausencia
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	0.5
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/L	0.3
Transparencia de las aguas medidas con disco secchi			Mínimo 2,0 m
Relación hidrogeno, fosforo orgánico			15:1

Fuente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua

Tabla 2. Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario

Parámetros	Expresado como	Unidad	Valor máximo permisible
Coliformes totales	nmp por cada 100 mL		4000
Coliformes fecales	nmp por cada 100 mL		1000
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/L	0.002
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/L	No menor al 80% de concentración de saturación
Potencial de hidrogeno	pH		6.5 – 8.5
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosforados y carbamatos totales	mg/L	0.1
Organoclorados	Concentración de organoclorados totales	mg/L	0.2
Residuos de petróleo			Ausente
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	0.5
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/L	0.3
Solidos totales	Visible		Ausente
Relación hidrogeno, fosforo organico			15:1

Fuente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua

2.2.5. LA CALIDAD DEL AGUA

El agua es usada para muchas finalidades y en cada caso se requiere una calidad particular, siendo importante no utilizar agua de calidad superior para un uso que no lo requiera¹².

El uso del agua para fines recreacionales está siendo cada vez más importante, ya que el aumento del nivel económico, permite a la comunidad realizar más actividades de ocio. En el caso de las actividades que implican contacto directo del hombre con el agua, su calidad es más importante que su cantidad¹².

Se puede considerar que casi todos los usos pueden contaminar el recurso y convertirlo en no apto para otros usos, siendo indispensable un tratamiento. Hay que considerar que no todos los problemas de calidad de agua son consecuencia del impacto del hombre. Las características geoquímicas naturales pueden aportar cantidades elevadas de hierro

reducido, flúor, arsénico y sales a las aguas subterráneas, reduciendo su calidad como agua de consumo. Las erupciones volcánicas y sus consiguientes torrentes de lava, las inundaciones y sequías pueden provocar un deterioro local y regional del ambiente acuático. No obstante, cualquiera de estos eventos, impacta menos que cualquier actividad desarrollada por el hombre¹².

La calidad del agua describe las características físicas, químicas y biológicas que hacen que el agua sea apropiada para un uso determinado, por ejemplo, para el consumo humano¹⁶. Las fuentes de agua (ríos, lagos, lagunas, acuíferos, subterráneas, etc.) se constituyen en suministros naturales de agua, que generalmente no son puros, en el sentido de que contienen sustancias que pueden afectar la salud de los seres humanos. Se puede medir a través de un conjunto de técnicas, procedimientos y actividades operativas, esta medición se puede hacer en ríos, lagos, lagunas o en cualquier cuerpo de agua. El equipo de análisis del agua permitirá realizar esta medición, mediante dos tipos de análisis: el análisis físico, donde se mide la turbidez y la temperatura del agua, y el análisis químico, el cual permitirá conocer el pH y el Oxígeno Disuelto que contiene el agua²¹.

Los parámetros necesarios para considerar un agua de la calidad están en función del uso que se le vaya a dar. Las exigencias de calidad han ido cambiando a lo largo del desarrollo⁴.

José V. Chang Gómez, Ing. M. Sc. profesor de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, nos dice que, la calidad del agua es función tanto de la fuente de agua propiamente dicha, como la de su potencial uso¹⁶.

La calidad de un cuerpo de agua puede estar dada no sólo en términos de las características y requerimientos del sistema hídrico que suministra el agua, sino también de acuerdo con los requisitos exigidos a los efluentes que se descargan en el cuerpo receptor. Esta premisa se cumple en la mayoría de las situaciones reales en las que grandes o medianas ciudades utilizan el mismo río aguas arriba como suministro y

abastecimiento de agua potable y también como sitio de descarga de sus efluentes municipales aguas abajo. El agua conducida por los ríos finalmente alcanzará los océanos y por ende causará un potencial impacto ambiental en las zonas costeras y estuarinas¹⁶.

También define la calidad del agua como los atributos que presenta el agua, de manera tal, que reúna criterios de aceptabilidad para diversos usos.

Incluye todos los factores que influyen en el uso beneficioso del agua:

- Físicos,
- Químicos, y
- Biológicos

En términos de acuicultura, cualquier característica que afecte la supervivencia, reproducción, crecimiento o manejo de especies acuáticas, es una variable de calidad de agua¹⁶.

2.2.6. PARÁMETROS QUE SE ANALIZAN PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AGUA

2.2.6.1. PARÁMETROS FÍSICOS.

2.2.6.1.1. Olor

Las aguas naturales pueden contener disueltos compuestos que les confieren olor y sabor. Estos parámetros son muy sensibles a las apreciaciones personales y es difícil sistematizar las medidas¹².

Como el color, el olor no es una medida cuantitativa. La mayor parte de muestras no tendrán un olor distinguible. Sin embargo, unos tienen un olor detectable que puede revelar fuentes de contaminación que están presentes.

2.2.6.1.2. Color

La presencia de color indica la existencia de sustancias extrañas. En Parte puede deberse a materia en suspensión y parte a la presencia de sustancias disueltas. Fundamentalmente lo producen compuestos orgánicos de origen natural (taninos, ácidos húmicos, etc.) o artificial aportados por vertidos de industrias. Se determina por métodos espectrofotométricos, analizando el color de la luz que atraviesa una muestra de agua previamente filtrada para poder determinar el color verdadero¹².

El color de agua es debido a una combinación de lúgamo, arcilla y materia orgánica en el agua, junto con algas, otra vida vegetal y microorganismos. Un color marrón podría indicar taninos en el agua de escombros orgánicos altos en taninos, como hojas de roble. Un marrón ligero es probablemente debido a la carga de lúgamo. Un color verdoso es de algas en el agua²⁵.

2.2.6.1.3. Turbidez

Es debido a partículas o microorganismos en suspensión. Impide el paso de la luz (se mide con el disco de Secchi)⁷. La materia presente en el agua se puede encontrar disuelta, en suspensión o coloidal. Es un parámetro usado para indicar la presencia de sólidos, especialmente coloidales en aguas naturales. Proviene de la erosión y transporte de materia coloidal (arcilla, fragmentos de roca, sustancias del lecho, etc.) por parte de los ríos en su recorrido, de los aportes de fibras vegetales y de los aportes de aguas residuales domésticas o industriales que puedan recibir (Ej.: jabones). Se mide la extensión con la que un rayo de luz es reflejado en su paso por el agua con un ángulo de 90°. Esta reflexión se produce debido al efecto Tyndall que caracteriza a los sistemas coloidales¹².

No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para la turbidez; idóneamente, sin embargo, la turbidez mediana debe ser menor que 0,1 UNT para que la desinfección sea eficaz y los cambios en la turbidez son un parámetro importante de control de los procesos. El aspecto del agua con una turbidez menor que 5 UNT suele ser aceptable para los consumidores, aunque esto puede variar en función de las circunstancias locales²⁵.

2.2.6.1.4. Temperatura

A mayor temperatura mayor probabilidad de microorganismos, pero también menor cantidad de gases disueltos⁷. La temperatura afecta la mayoría de los procesos biológicos que tienen lugar en los ecosistemas acuáticos. Afecta la solubilidad de los gases disueltos en el agua. Las variaciones de temperatura del agua se producen debido a las variaciones de la temperatura ambiente originadas en el ciclo natural de las estaciones. El impacto antropogénico más importante es el uso del agua como elemento refrigerante, especialmente en las centrales térmicas¹².

2.2.6.2. PARÁMETROS QUÍMICOS

2.2.6.2.1. pH

La medida del pH es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas en el análisis químico del agua. Prácticamente todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como la neutralización ácido-base, suavizado, precipitación, coagulación, desinfección y control de la corrosión dependen del pH¹³.

Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua. No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el pH²⁵.

La escala de pH esta usualmente representada en un rango de 1 a 14. Valores por debajo de 7 indican que la concentración del ion hidrogenión es más grande que la

concentración del ion hidroxilo y el agua es acida, condiciones opuestas, indican que el pH excede de 7 y el agua es básica. Las aguas naturales tienen normalmente valores de pH en la zona de 4 a 9 y la mayoría son ligeramente básicas debido a la presencia de bicarbonatos y carbonatos de los metales alcalinos y alcalinotérreos¹³.

2.2.6.2.2. Conductividad

Relacionado con la cantidad de iones en disolución. Con más de 0.2 g/l de carbonatos de calcio o magnesio llamamos a las aguas duras (Producen poca espuma con el jabón, dificultan la cocción de los alimentos y atascan conducciones y calderas)⁷. La conductividad es la capacidad que presenta el agua para conducir la electricidad. Se debe a las sales que lleva disueltas. No es un parámetro específico de una especie concreta, sino que engloba al conjunto de iones. La conductividad es afectada por el tipo de terreno que atraviesa el agua y por la presencia o no de vertidos de aguas residuales ya que los iones que contienen no son eliminados por los procesos de depuración. Este parámetro sirve para determinar la existencia de algunos vertidos y la posibilidad de reutilización del agua para regar. Las medidas se realizan mediante un conductímetro¹².

2.2.6.2.3. Sólidos Totales Disueltos

Los sólidos disueltos totales (SDT) comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. Los SDT presentes en el agua de consumo proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales. Debido a las diferentes solubilidades de diferentes minerales, las concentraciones de SDT en el agua varían considerablemente de unas zonas geológicas a otras²⁵.

No se dispone de datos fiables sobre posibles efectos para la salud asociados a la ingestión de SDT presentes en el agua de consumo y no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud. No obstante, la presencia de concentraciones

altas de SDT en el agua de consumo puede resultar desagradable para los consumidores²⁵.

La palatabilidad del agua con una concentración de SDT menor que 600 mg/l suele considerarse buena, pero a concentraciones mayores que aproximadamente 1000 mg/l la palatabilidad del agua de consumo disminuye significativa y progresivamente. No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para los SDT²⁵.

2.2.6.2.4. Sulfatos

Al igual que los cloruros, el contenido en sulfatos de las aguas naturales es muy variable y puede ir desde muy pocos miligramos por litro hasta cientos de miligramos por litros³⁵.

Se pueden encontrar en casi todas las aguas naturales. El origen de la mayoría de los compuestos de sulfatos es la oxidación de minerales de sulfito o los desechos industriales³⁶. Algunos suelos y rocas que contienen minerales de sulfato como el agua subterránea se mueven a través de las rocas provocando que se disuelvan en el agua. Algunos minerales que contienen sulfato son el sulfato de sodio (sal de Glauber), sulfato de magnesio (sal Epsom), y sulfato de calcio (yeso).

Si se consume agua potable con altos niveles de sulfato se puede experimentar deshidratación y diarrea. Los niños suelen ser más sensibles al sulfato que los adultos³⁶. El contenido de sulfatos no suele presentar problema de potabilidad a las aguas de consumo, pero, en ocasiones, contenidos superiores a 300 mg/l pueden ocasionar trastornos gastrointestinales en los niños. Se sabe que los sulfatos de sodio y magnesio pueden tener acción laxante, por lo que no es deseable un exceso de los mismos en las aguas de bebida³⁵.

2.2.6.2.5. Nitritos y Nitratos

Son compuestos inorgánicos derivados del nitrógeno. Los nitratos (NO_3^-) y los nitritos (NO_2^-) son aniones que contienen nitrógeno (N) y oxígeno (O)².

Nitrato es esencial en el crecimiento de las plantas y está presente en todos los vegetales y granos. Por ésta razón, el uso predominante de nitrato en la industria es como fertilizante. Nitrito es usado para curar carnes, en la fabricación de explosivos y en el mantenimiento de calderas industriales. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, el hombre americano promedio consume 9-22 miligramos de nitrato-N por día. El consumo promedio de nitrito-N es más bajo a 0.1-0.8 mg por día, principalmente en carnes curadas. El consumo a estos niveles no es considerado un riesgo a la salud²⁷.

Valores permisibles en agua: El estándar por nitrato-N es 10.0 mg/L en el agua potable, o 1 centésima parte de un gramo en un litro de agua. El estándar por nitrito-N es 1 mg/L. Estos estándares solamente regulan las fuentes de agua pública, pero son una guía relevante para dueños de pozos de agua privados. En las aguas de consumo la Organización Mundial de la Salud (OMS), señaló como valor máximo orientativo la cantidad de 50 mg/L de “ion nitrato”. Ésta límite se estableció para prevenir el principal problema tóxico de los nitratos/nitritos que se produce en los niños menores de cuatro meses^{2,27}.

Riesgo para la salud: El mayor riesgo en la salud de nitrato/nitrito es en los infantes menores a 6 meses de edad. En ésta temprana etapa del desarrollo, el nitrato en el cuerpo es transformado a nitrito, él cuál reacciona con la hemoglobina (el transportador de oxígeno en la sangre) y evita la transportación de oxígeno. El resultado es una disminución en el suplemento de oxígeno al cuerpo, a menudo llamado el síndrome del bebé azul (o metahemoglobinemia). Recibe este nombre porque la piel a menudo se convierte en un color azul o grisáceo, especialmente alrededor de la boca. Si éstos síntomas son notados, busque asistencia médica inmediatamente. Los adultos tienen un bajo riesgo de éste síndrome²⁷.

2.2.6.2.6. Alcalinidad

La alcalinidad del agua es la medida de su capacidad para neutralizar ácidos. También se utiliza el término capacidad de neutralización de ácidos (CNA), y representa la suma de las bases que pueden ser valoradas. Esta alcalinidad de las agua naturales se debe principalmente a las sales de ácidos débiles, aunque las bases débiles o fuertes también puede contribuir³⁷.

Los bicarbonatos son los compuestos que más contribuyen a la alcalinidad, puesto que se forman en cantidades considerables por la acción del CO₂ sobre la materia básica del suelo. Otras sales como boratos, silicatos y fosfatos también pueden contribuir. Además de estas sales se puede considerar ácidos orgánicos que son resistentes a la oxidación biológica como es el caso del ácido húmico que forman sales que se adicionan a la alcalinidad³⁷.

Las aguas naturales pueden ser alcalinas por cantidades apreciables de hidróxido y carbonatos, esto sucede mucho en agua superficiales con algas. Estas toman el CO₂ que está en forma libre y lo combinan de tal forma que el pH puede aumentar a 9 y 10³⁷.

La alcalinidad del agua se debe entonces principalmente a sales de ácidos débiles y bases fuertes y, estas sustancias actúan como amortiguadoras para resistir la caída de pH resultante a la adición de ácidos. Este concepto se utiliza mucho en la práctica del tratamiento de aguas residuales³⁷.

Internacionalmente es aceptada una alcalinidad mínima de 20 mg de CaCO₃/L para mantener la vida acuática. Cuando tiene alcalinidades inferiores se vuelve muy sensible a la contaminación, ya que no posee la capacidad de oponerse a las modificaciones que generan disminuciones de pH (Acidificación)³⁷.

2.2.6.2.7. Amoniac

Las descargas de aguas residuales y domésticas aumentan las concentraciones de amoniac en las aguas superficiales y subterráneas, alterando la calidad de las mismas.

En condiciones normales el amoniac proviene de la degradación natural de la materia orgánica presente en la naturaleza. Es un componente transitorio en el agua, porque es parte del ciclo del nitrógeno, y se ve influido por la actividad biológica.

En ambos casos el amoniac, se origina de la degradación del nitrógeno orgánico y, este a su vez, por acción bacteriana, se va oxidando gradualmente a nitritos y finalmente a nitratos¹.

Los aportes adicionales de amoniac que alteran las concentraciones normales de este nutriente, implican una alteración perjudicial del medio al cual son vertidos, provocando entre otras consecuencias, la disminución de los niveles de oxígeno disuelto de los ríos, el cual es consumido en los procesos de degradación bacteriana de nitrógeno amoniacal. Provocando un ambiente anóxico, desencadenándose así una serie de reacciones químicas y microbianas que dan como resultado la disminución de la calidad del agua, muerte de especies que habitan en el sitio, entre otras consecuencias¹.

Las aguas subterráneas también se pueden ver afectadas, ya que cuando hay un exceso de amoniac, por ende, de nitratos, las plantas no pueden absorber este exceso y los suelos no son capaces de retenerlo, por lo cual los nitratos se pueden ir filtrando a aguas subterráneas, que en muchas ocasiones son de consumo humano. El consumo de aguas con concentraciones por encima de 10 mg/L de nitratos (establecido por la Organización Mundial de la Salud y adoptado en Panamá por el Ministerio de Salud) provoca una enfermedad llamada metahemoglobinemia, la cual perjudica principalmente a niños¹.

2.2.6.2.8. Sulfuro de Hidrógeno

Se calcula que los umbrales gustativo y olfativo del sulfuro de hidrógeno en el agua se encuentran entre 0,05 y 0,1 mg/l. El olor a «huevos podridos» del sulfuro de hidrógeno resulta especialmente perceptible en ciertas aguas subterráneas y en el agua de consumo estancada en el sistema de distribución; ello se debe al agotamiento del oxígeno y a la consiguiente reducción del sulfato por la actividad bacteriana.

El sulfuro se oxida rápidamente a sulfato en aguas bien oxigenadas o cloradas, de modo que los niveles de sulfuro de hidrógeno en sistemas de abastecimiento de agua suelen ser muy bajos. Cuando el agua de consumo contiene sulfuro de hidrógeno, los consumidores lo pueden detectar con facilidad y es necesario aplicar inmediatamente medidas correctoras. No es probable que una persona pueda ingerir una dosis dañina de sulfuro de hidrógeno en el agua de consumo y, por tanto, no se ha establecido un valor de referencia basado en efectos sobre la salud para este compuesto²⁵.

2.2.6.3. PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

Cuantifican la cantidad y el tipo de microorganismos que habitan en las aguas. El agua potable no debería contener ningún microorganismo patógeno. El mayor riesgo microbiano del agua es el relacionado con el consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales, aunque puede haber otras fuentes y vías de exposición significativas^{7, 25}.

2.2.6.3.1. *Coliformes Totales*

Las bacterias Coliformes se toman como indicadores de contaminación del agua porque provienen del tracto intestinal y materia fecal del hombre y los animales, sobreviven largo tiempo en el agua y son fáciles de detectar. En el agua para consumo humano se deben encontrar 0 NMP/100 mL (número más probable/100 mL), mientras que en las aguas recreativas puede aceptarse la presencia de hasta 1000 NMP/100 mL¹⁷.

Descripción general: El «total de bacterias Coliformes» (o Coliformes totales) incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C. *Escherichia coli* y los Coliformes termotolerantes son un subgrupo del grupo de los Coliformes totales que pueden fermentar la lactosa a temperaturas más altas. Los Coliformes totales producen, para fermentar la lactosa, la enzima alfa-galactosidasa. Tradicionalmente, se consideraba que las bacterias Coliformes pertenecían a los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*, pero el grupo es más heterogéneo e incluye otros géneros como *Serratia* y *Hafnia*. El grupo de los Coliformes totales incluye especies fecales y ambientales²⁵.

Fuentes y prevalencia: Las bacterias pertenecientes al grupo de los Coliformes totales (excluida *E. coli*) están presentes tanto en aguas residuales como en aguas naturales. Algunas de estas bacterias se excretan en las heces de personas y animales, pero muchos Coliformes son heterótrofos y capaces de multiplicarse en suelos y medios acuáticos. Los Coliformes totales pueden también sobrevivir y proliferar en sistemas de distribución de agua, sobre todo en presencia de biopelículas²⁵.

Relevancia de su presencia en el agua de consumo: Debe haber ausencia de Coliformes totales inmediatamente después de la desinfección y la presencia de estos microorganismos indica que el tratamiento es inadecuado. La presencia de Coliformes totales en sistemas de distribución y reservas de agua almacenada puede revelar una re-

proliferación y posible formación de biopelículas, o bien contaminación por la entrada de materias extrañas, como tierra o plantas²⁵.

2.2.6.3.2. *Aerobios Totales*

En este grupo se incluyen todas las bacterias, mohos y levaduras capaces de desarrollarse a 22°C³⁸. Los microorganismos mesófilos totales rara vez constituyen un peligro por sí mismos, su presencia indica posible contacto del agua con fuentes contaminadas o falta de higiene de los reservorios y tanques de almacenamiento¹⁷.

Su recuento sirve para medir la calidad sanitaria del agua y las condiciones de manipulación, es indicador de contaminación, sin relacionarla con posibles patógenos. Sin embargo, no hay que olvidar que gérmenes que habitualmente no son patógenos si se encuentran en cantidades elevadas pueden dar lugar a enfermedad³². Su determinación proporciona gran información sobre la eficacia de los tratamientos de potabilidad³².

2.2.6.3.3. *Escherichia coli*

Es una bacteria indicadora de la contaminación por aguas fecales. *Escherichia coli* está presente en grandes concentraciones en la microflora intestinal normal de las personas y los animales donde, por lo general, es inocua. Sin embargo, en otras partes del cuerpo *E. coli* puede causar enfermedades graves, como infecciones de las vías urinarias, bacteriemia y meningitis. Un número reducido de cepas enteropatógenas pueden causar diarrea aguda. Se han determinado varios tipos de *E. coli* enteropatógenas, basándose en diferentes factores de virulencia: *E. coli* enterohemorrágica (ECEH), *E. coli* enterotoxígena (ECET), *E. coli* enteropatógena (ECEP), *E. coli* enteroinvasiva (ECEI), *E. coli* enteroagregativa (ECEA) y *E. coli* de adherencia difusa (ECAD). Se cuenta con más información sobre los primeros cuatro tipos mencionados, pero se conocen peor la patogenicidad y la prevalencia de cepas de ECEA y ECAD²⁵.

Efectos sobre la salud humana: Los serotipos de ECEH, como *E. coli* O157:H7 y *E. coli* O111, producen diarrea que puede ser desde leve y no hemorrágica hasta altamente hemorrágica, siendo esta última indistinguible de la colitis hemorrágica. Entre el 2% y el 7% de los enfermos desarrollan el síndrome hemolítico urémico (SHU), que puede ser mortal y se caracteriza por insuficiencia renal aguda y anemia hemolítica. Los niños menores de cinco años son los que tienen más riesgo de desarrollar el SHU. La infectividad de las cepas de ECEH es sustancialmente mayor que la de otras cepas: tan solo 1000 bacterias pueden causar una infección. ECET produce enterotoxinas de *E. coli* termolábiles o termoestables, o ambas simultáneamente, y es una causa importante de diarrea en países en desarrollo, sobre todo en niños de corta edad. Los síntomas de la infección por ECET son diarrea acuosa ligera, cólicos, náuseas y cefalea.

La infección por ECEP se ha asociado con diarrea no hemorrágica crónica e intensa, vómitos y fiebre en los lactantes. Las infecciones por ECEP son poco frecuentes en países desarrollados, pero comunes en países en desarrollo, donde produce desnutrición, pérdida de peso y retraso del crecimiento en los lactantes. ECEI produce diarrea acuosa y, en ocasiones hemorrágica; estas cepas invaden las células del colon mediante un mecanismo patógeno similar al de *Shigella*²⁵.

Fuentes y prevalencia: Las *E. coli* enteropatógenas son microorganismos entéricos y las personas son el reservorio principal, sobre todo de las cepas de ECEP, ECET y ECEI. El ganado, como las vacas y ovejas y, en menor medida, las cabras, los cerdos y los pollos, son una fuente importante de cepas de ECEH, las cuales también se han asociado con hortalizas crudas, como los brotes de frijoles. Estos agentes patógenos se han detectado en diversos ambientes acuáticos.

Vías de exposición: La infección se asocia con la transmisión de persona a persona, el contacto con animales, los alimentos y el consumo de agua contaminada. La transmisión de persona a persona es particularmente frecuente en comunidades donde hay personas en proximidad estrecha, como en residencias y guarderías.

La transmisión de cepas patógenas de *E. coli* por medio de aguas recreativas y de agua de consumo contaminada está bien documentada. Recibió gran atención el brote de

transmisión por el agua de la enfermedad causada por *E. coli* 0157:H7 (y *Campylobacter jejuni*) en la población agrícola de Walkerton, en Ontario, Canadá. El brote tuvo lugar en mayo de 2000 y ocasionó siete muertes y más de 2300 casos de enfermedad. El agua de consumo se contaminó por agua de escorrentía que contenía excrementos de ganado. En un PSA, pueden aplicarse las siguientes medidas de control para hacer frente al riesgo potencial de *E. coli* enteropatógenas: protección de las fuentes de agua bruta de los residuos humanos y animales, tratamiento adecuado y protección del agua durante su distribución. No hay ningún indicio de que la respuesta de las cepas enteropatógenas de *E. coli* a los procedimientos de tratamiento y desinfección del agua sea diferente de la de otras cepas de *E. coli*. Por lo tanto, los análisis convencionales de *E. coli* (o bien de bacterias coliformes termotolerantes) son un índice adecuado de la presencia de serotipos enteropatógenos en el agua de consumo. Esto es cierto, a pesar de que los análisis normales generalmente no detectan las cepas de ECEH²⁵.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue orientada al enfoque cuantitativo puesto que el estudio se basó en la recolección y análisis de un número establecido de muestras de agua de la laguna de Langos o Valle Hermoso identificando sus características fisicoquímicas y bacteriológicas, de los cuales se obtendrán datos numéricos que ayudarán a responder las diferentes interrogantes planteadas en la investigación y demostrar la hipótesis planteada.

También tiene un enfoque cualitativo ya que para la identificación bacteriana se realizó cultivos en agares diferenciales con agentes cromógenos, esos medios nos permiten observar cambios de coloración y así evidenciar sus patrones metabólicos, para diferenciar las distintas especies bacterianas aisladas.

3.1.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

De campo: Porque para la recolección de las muestras nos trasladamos a la Laguna de Langos y también se realizaron algunos parámetros in situ.

De laboratorio: Porque una vez recolectadas las muestras, fueron trasladadas a los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato para ser analizadas.

Documental: Ya que la información se recolectó de libros, tesis de grado, investigaciones, documentos científicos extraídos de sitios web, etc., que nos ayudaron a conocer y estar al tanto del estudio que se ejecutara y a recolectar la información necesaria para el proyecto.

3.2.NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Exploratoria: Puesto que se investigó sobre una temática poco estudiada, análisis físico químico y bacteriológico de las aguas de la laguna de Langos de la zona central del Ecuador. La finalidad de la investigación es sentar un precedente sobre las características de las lagunas de la Zona central de Ecuador y así generan interés por parte de las autoridades y futuros investigadores en explorar el tema más profundamente

Descriptiva: Se analizó la problemática del recurso hídrico en la Zona Central de Ecuador, en la cual se encontró que existe una falta de información sobre las características tanto físicoquímicas como bacteriológicas de las aguas de la Laguna de Langos del Cantón Guano de la provincia de Chimborazo, en este documento se describe la importancia del estudio, los métodos y protocolos para la toma de muestras, protocolos de análisis de las muestras y los beneficios que los datos investigados darán al Cantón Guano.

3.3.SELECCIÓN DEL ÁREA O ÁMBITO DE ESTUDIO

- **Campo:** Análisis de Aguas y Microbiología
- **Área:** Bacteriología.
- **Aspecto:** Parámetros físicoquímicos y bacteriológicos.
- **Objeto de Estudio:** Agua de la Laguna de Langos.

➤ **Delimitación espacial:** La investigación se realizó en las aguas de la Laguna de Langos del Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo.

- **Provincia:** Chimborazo
- **Cantón:** Guano
- **Longitud:** 1°37'07.50" S a 1°37'15.50" S
- **Latitud:** 78°38'04.10" O a 78°37'99.90" O
- **Altitud:** 2671 m.s.n.m
- **Extensión:** La laguna tiene una extensión 300 m de largo por 200 m de ancho.

➤ **Delimitación temporal:** Se realizó durante el periodo Septiembre 2018 - Febrero 2019.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Se analizaron 48 muestras de agua de la Laguna de Langos del Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo, tomadas de distintos puntos de la Laguna.

3.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

3.5.1. Criterios de inclusión

- Muestras de agua tomadas de la Laguna de Langos
- Muestras tomadas siguiendo los protocolos.
- Muestras que no sobrepasen un periodo de 24 horas antes de su análisis.

3.5.2. Criterios de exclusión

- Muestras de agua que no sean de la Laguna de Langos
- Muestras tomadas sin seguir los protocolos.
- Muestras guardadas por un periodo mayor a 24 horas.

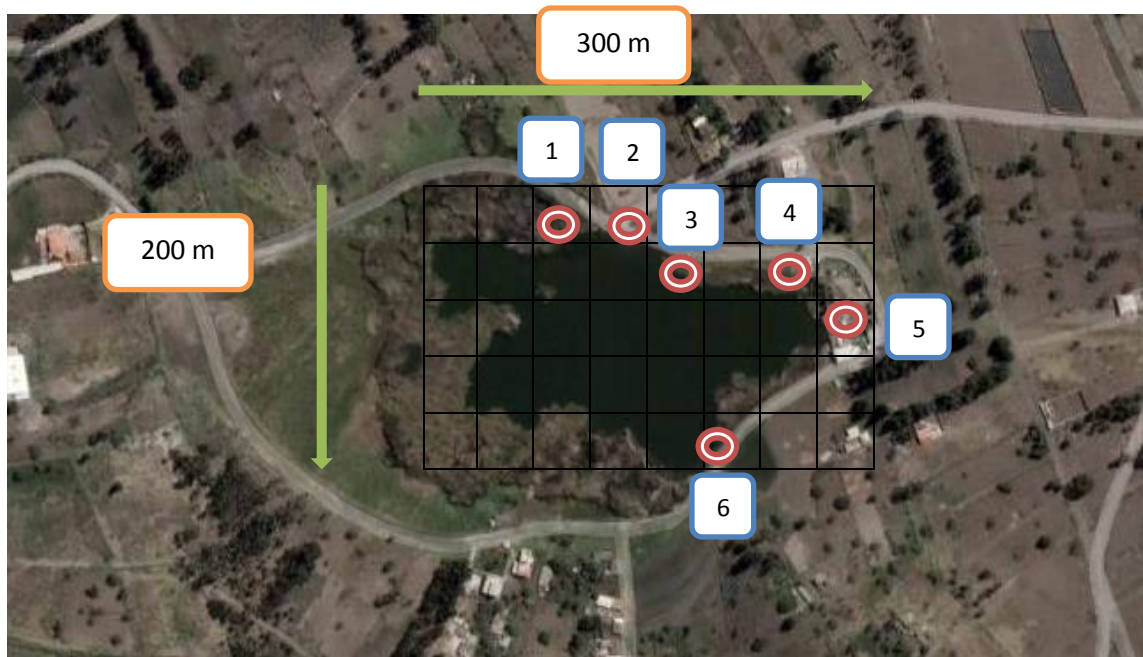
3.6. PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS

Para todos los procedimientos y protocolos utilizados en el proyecto se tomaron en cuenta las Normas NTE INEN 2 169:98. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.

El objetivo de esta norma es establecer las precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar muestras de agua y describir las técnicas de conservación más usadas. Esta norma se aplica particularmente cuando una muestra (simple o compuesta) no puede ser analizada en el sitio de muestreo y tiene que ser trasladada al laboratorio para su análisis ²⁴.

3.6.1. SELECCIÓN DEL SITIO DE RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Para la selección de los sitios de toma de muestra se realizó una división por cuadrantes de la laguna, con una distancia de 40 metro cada uno, y se eligieron los 6 puntos más representativos, a los cuales los visitantes y turistas tienen mayor facilidad de acceso.



Fuente: Google Maps

Gráfico 2. Puntos seleccionados para el muestreo.

Punto 1

Característica: En este punto se encuentra gran cantidad de totoras en donde los patos tienen sus nidos y se observa contaminación con basura dejada por los visitantes

Coordenadas GPS: 1°37,0770'S - 78°38,0410'O

Punto 2

Característica: En este punto se encuentra localizado un pequeño puerto de madera donde los visitantes se sientan y meten los pies en el agua, también existen botes que se alquilan para que los visitantes naveguen en la laguna.

Coordenadas GPS: 1°37,0800´S - 78°38,0370´O

Punto 3

Características: Hay una construcción incompleta cerca.

Coordenadas GPS: 1°37,0830´S - 78°38,0210´O

Punto 4

Características: Punto que se puede acceder únicamente por el restaurante laguna turística, se encuentra junto a un corral donde hay patos domésticos, en el mismo que existe una pequeña extensión de la laguna hecha artificialmente por los propietarios

Coordenadas GPS: 1°37,0980´S - 78°37,9620´O

Punto 5

Características: Punto al que se puede acceder por el restaurante laguna turística. Se encuentra a lado de un restaurante, y además en este punto existen un canal que lleva el agua a un estanque de truchas y su posterior desagüe a un kilómetro de distancia.

Coordenadas GPS: 1°37,1120´S - 78°37,9580´O

Punto 6

Características: En este punto existe una pequeña abertura entre las totoras que permite observar la laguna, además, en sus cercanías hay la presencia de ganada vacuno y la presencia de casas.

Coordenadas GPS: 1°37,1550´S - 78°37,9990´O

3.6.2. RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Se realizó de forma manual y directa de las aguas de la Laguna de Langos, en 4 muestreos cada 15 días, en los cuales se tomarán muestras tanto en la mañana como en la tarde, de los 6 puntos seleccionados de la laguna, en la mañana se realizó la toma entre las 6:00 am y 9:00 am y en la tarde entre las 16:00 pm y 19:00 pm, para un total de 48 muestras que fueron analizadas.

Materiales

- Guantes
- Mandil
- Botas de caucho
- GPS
- Termómetro
- Frascos de boca ancha de 250 ml (Para análisis físico químico)
- Frascos estériles de boca ancha de 100 ml (Para análisis bacteriológico)

Procedimiento

1. Colocarse las medidas de protección necesarias
2. Rotular los frascos para la toma de muestras con el código correspondiente.
3. Verificar la temperatura ambiente, la temperatura del agua, el color, olor y las coordenadas del punto de toma con ayuda de un GPS.
4. Una vez localizado el punto de toma, introducir el frasco estéril de 100 ml cerrado a una profundidad entre 25 a 30 cm sin perturbar el lecho marino.
5. Abrir el frasco y permitir que ingrese el agua hasta que se llene el frasco.
6. Cerrar el frasco una vez lleno (Es necesario cerrarlo bajo el agua, para evitar contaminación).
7. Repetir el mismo procedimiento con el frasco de 250 ml.

3.6.3. TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

Para el transporte de las muestras es indispensable conservarlas en un lugar fresco a una temperatura máxima de 8 °C, y por un periodo no mayor a 24 horas antes de su análisis.

Materiales

- Hielera
- Bolsas de Criogel
- Termómetro
- Refrigeradora

Procedimiento

1. Congelar las bolsas de criogel.
2. Colocar el criogel dentro de la hielera y colocar un aislante, para que no esté en contacto directo con las muestras.
3. Una vez recolectada las muestras se colocaron dentro de la hielera.
4. Verificar con ayuda del termómetro la temperatura de la hielera (entre 2 a 8 °C) .
5. Cerrar bien la hielera.
6. Transportar la muestra y conservarla en refrigeración hasta el momento de su análisis en un periodo no mayor a 24 h.

3.6.4. PROCESAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS

3.6.4.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Los parámetros físicos se los medirá in situ los cuales son temperatura, color y olor.

Para el análisis químico se utilizará las muestras recolectadas en el frasco de 250 ml. Se utilizará en equipo portátil multifuncional, que nos ayudará a tener los siguientes parámetros pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, el resto de parámetros se los envió a analizar en EMAPA.

Materiales

- Termómetro
- PH-metro COMBO I + II. Medidor de pH, Ec, TDS, °C (HI 98129)
- Muestra de agua de la Laguna

Procedimiento

Parámetros físicos

- Colocar el termómetro en el punto de toma y anotar la temperatura dada.
- Verificar el color y olor, con ayuda de los sentidos del analista.

Parámetros químicos

Los parámetros químicos se medirán de 2 maneras, los parámetros pH, Conductividad y sólidos totales disueltos se los medirá con el PH-metro COMBO I + II. Medidor de pH, Ec, TDS, °C (HI 98129) y los demás parámetros demandan bioquímica de oxígeno, turbidez, sulfatos, nitratos, nitritos, alcalinidad y amoníaco se lo realizaran en EMAPA.

1. Colocar en orden los recipientes que contienen la muestra de agua para análisis químico.
2. Encender el PH-metro COMBO I + II. Medidor de pH, Ec, TDS, °C (HI 98129)

3. Abrir el recipiente al que se realizara la lectura.
4. Colocar el PH-metro COMBO I + II. Medidor de pH, Ec, TDS, °C (HI 98129) dentro del recipiente.
5. Esperar a que el equipo realice la lectura de pH (se sabrá que ya está, cuando en la pantalla del equipo deje de aparecer un pequeño icono de reloj ubicado en la parte superior izquierda).
6. Se anotará el resultado en una hoja.
7. Oprimir el botón para cambiar al siguiente parámetro (conductividad) y anotar el resultado.
8. Oprimir nuevamente el botón para pasar al tercer parámetro que son los sólidos totales disueltos y anotar el resultado.
9. Una vez terminado la lectura de los parámetros se procederá a limpiar el electrodo del equipo multifuncional con agua destilada y secarlo con papel.
10. Repetir el procedimiento con todas las muestras a analizar.

3.6.4.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Las muestras de análisis microbiológico, se las analizó en el laboratorio de microbiología de la Universidad Técnica de Ambato, que son instalaciones especialmente adecuadas para este tipo de análisis, aplicando normas y protocolos asépticos que aseguraran que los resultados sean confiables.

Para este análisis se utilizó el recipiente de 100 ml el cual es un frasco estéril y asegura que la muestra se conserve sin alteración alguna del exterior.

3.6.4.2.1. Contaje

Para el contaje de las colonias bacterianas se utilizó placas 3M Petrifilm para Aerobios totales y *E. coli*/ Coliformes. Este análisis se hace para el recuento de bacterias Aerobias totales, Coliformes totales y *E. coli*. Este método nos ayuda a saber la cantidad de bacterias que se encuentran en cada mL de muestras. (Ver gráfico 19)

Materiales y reactivos

- Pipetas semiautomáticas de 1000 µL
- Contador de colonias
- Incubadora
- Placas 3M Petrifilm *E. coli*/Coliformes
- Placas 3M Petrifilm Aerobios totales
- Puntas azules estériles

Procedimiento

1. Colocar la placa Petrifilm en una superficie plana.
2. Con la pipeta tomar 1 mL de muestra del frasco estéril
3. Levantar el film superior de la placa 3M Petrifilm
4. Colocar de forma perpendicular a la placa 3M Petrifilm, un 1mL de la muestra en el centro del Petrifilm.
5. Soltar el film superior y dejarlo caer, evitando introducir burbujas. No deslizar el film.
6. Colocar el aplicador en el film superior bien centrado sobre el inculo. Usar el aplicador con la cara rebajada hacia abajo (cara lisa hacia arriba) en caso de ser para las placas 3M Petrifilm Aerobobios totales y para las placas 3M Petrifilm para *E. coli*/Coliformes colocar la cara lisa hacia abajo.
7. Distribuir la muestra aplicando una ligera presión en el centro del aplicador. No girar ni deslizar el aplicador. Levantar el aplicador.

8. Esperar de 5 a 10 minutos a que solidifique el gel.
9. Incubar las placas Petrifilm cara arriba y apilar en filas de hasta 10 placas. El tiempo de incubación será de 24 horas a una temperatura de 37 °C.
10. Una vez pasado el periodo de incubación se procede a la lectura con ayuda de un contador de colonias. En el caso de las placas 3M Petrifilm para *E. coli* / Coliformes se diferenciarán por la coloración de las colonias, los Coliformes se observarán de color rosado y las colonias de *E. coli* se observarán de color azul.
11. Los resultados deben ser reportados en UFC/mL.

Interpretación de resultados

Placas 3M Petrifilm *E.coli*/Coliformes:

Las colonias de color rosado son los Coliformes totales, Las colonias con coloración azul son colonias de *Escherichia coli*. Una vez diferenciado se procede al contaje de las colonias y se reporta en UFC/mL.

El rango de contaje de colonias es de entre 15 a 150, cuando en una placa se excede este rango se contará las colonias de 2 cuadrantes y se realiza un promedio, luego se multiplica por 20. En caso de ser imposible el contaje se reportar como MNPC (Muy Numeroso Para Contar).

Placas 3M Petrifilm Aerobios Totales

Cualquier crecimiento de colonias rojas pertenece al grupo de Aerobios Totales. Se realiza el contaje y se reporta en UFC/mL.

El rango de lectura es de entre 25 a 250, en caso de exceder el rango se procederá al contaje de 2 cuadrantes y se realiza un promedio, se multiplica por 20 y se reportará el resultado. En caso de ser imposible el contaje se reportará como MNPC (Muy Numeroso Para Contar).

Nota: El área de inoculación de las Placas 3M Petrifilm es de 20 cm² y el área de un cuadrante equivale a 1 cm², es por eso que en el caso que el rango de lectura se sobrepase se cuenta 2 cuadrantes, se hace el promedio y se multiplica por 20.

3.6.4.2.2. Aislamiento

La siembra en Agar MacConkey nos ayuda a aislar y purificar las colonias bacterianas. Para ello se selecciona una colonia de cada placa 3M Petrifilm para *E. coli*/ Coliformes, la más representativa (Colonias Rosas) y en caso de haber presencia de colonias azules, se sembrará tanto una colonia azul como rosada de cada placa en la que se presente el caso.

Materiales y reactivos

- Agar MacConkey
- Cajas Petri
- Asa de siembra
- Mechero
- Encendedor

Procedimiento

1. Encender los mecheros para asegurar la esterilidad del ambiente.
2. Rotular los agares MacConkey, dividiéndolos en 4 partes e identificando bien la muestra que se sembrara en cada cuadrante.
3. Seleccionar las colonias más representativas de las placas 3M Petrifilm *E. coli*/Coliformes.
4. Levantar el film de la placa.

5. Esterilizar el asa en el mechero
6. Tomar únicamente la colonia seleccionada, evitando topar otra.
7. Realizar el inóculo, en el cuadrante correspondiente del Agar MacConkey.
8. Realizar la estría, procurando no exceder el espacio del cuadrante correspondiente para evitar, contaminar los demás inóculos.
9. Tapar el medio MacConkey y esterilizar el asa en el mechero.
10. Realizar el mismo procedimiento con las demás muestras.
11. Por ultimo colocar los medios con los inóculos en la incubadora, a 37 °C por 24 horas.

Interpretación de Resultados

El crecimiento de un solo tipo de colonia en el área de siembra se dará como un crecimiento puro.

Si se observa el crecimiento de 2 o más colonias distintas en el área de siembra la colonia no es pura y se realizara una resiembra para purificar la colonia.

3.6.4.2.3. Identificación

Para la identificación bacteriana se realizaron pruebas bioquímicas, que nos ayudaran a saber que microorganismos se encuentran, las pruebas que se realizaron son TSI, SIM, citrato, urea, malonato y Voges Proskauer, las cuales nos ayudaran a saber que bacterias se encuentran en la laguna. (Ver gráfico 20).

En orden de siembra es primero los medios sólidos en pico de flauta, después solidos sin pico de flauta y por último los líquidos.

El orden de siembre será:

- 1) TSI
- 2) Citrato
- 3) Urea
- 4) SIM
- 5) Malonato
- 6) Rojo de Metilo

Materiales y reactivos

- Agar TSI
- Agar SIM
- Agar citrato
- Agar urea agar Malonato
- Agar Rojo de Metilo
- Reactivo rojo de metilo
- Reactivo de Kovac
- Asa en punto
- Mechero
- Encendedor

Procedimiento

1. Encender el mechero para asegurar la sepsis del ambiente
2. Esterilizar el asa en el mechero
3. Enfriar el asa pinchando en el agar MacConkey
4. Tomar una colonia pura
5. Abrir el agar TSI y flamear la boca del tubo
6. Con el asa pinchar el medio y realizar la estría a todo lo largo del pico de flauta.
7. Flamear nuevamente el tubo y la tapa y cerrarlo.
8. Esterilizar el asa, hasta que esté al rojo vivo.

9. Realizar el mismo procedimiento para el agar citrato y urea.
10. Para el agar SIM, es el mismo procedimiento la única diferencia es que se le realiza un pinchazo hasta el fondo del tubo y se saca el asa.
11. En los medios líquidos, se inclina ligeramente el tubo y se coloca la bacteria a un costado, luego se cierra el tubo y se homogeniza.
12. Colocar los tubos en incubación a 37 °C por un periodo de 24 horas.
13. Pasado las 24 horas se realiza la lectura de los mismos.
14. En un cuadro se anotan los resultados y se comparan con las tablas para identificación bacteriana.
15. Identificar las bacterias y reportar el resultado.

Interpretación de los resultados

TSI

Fermentación de Glucosa: - Positivo: Coloración amarilla de la base del medio

- Negativo: Coloración rosada de la base del medio

Fermentación de Lactosa: - Positivo: Coloración amarilla del pico de flauta del medio

- Negativo: Coloración Rosada del pico de flauta del medio

Fermentación de Sacarosa: - Positivo: Coloración amarilla del pico de flauta del medio

- Negativo: Coloración Rosada del pico de flauta del medio

Producción de Gas Glucosa: - Positivo: Aparición de burbujas

- Negativo: Sin aparición de burbujas

Producción de Ácido Sulfhídrico: - Positivo: Ennegrecimiento del medio

- Negativo: Sin ennegrecimiento del medio

SIM

Producción de Ácido Sulfhídrico: - Positivo: Ennegrecimiento del medio

- Negativo: Sin ennegrecimiento del medio

Motilidad: - Positivo: Se observa turbidez difusa del medio

- Negativo: Crecimiento exclusivo en la línea del inculo

Indol: Se agrega reactivo de Kovac: - Positivo: Presencia de anillo color rosado

- Negativo: Ausencia de anillo rosado

Citrato

- Positivo: Cambio de coloración del medio a azul

- Negativo: Permanencia del color verde en el medio

Urea

- Positivo: Cambio del color del medio a rosado

- Negativo: Permanencia del color amarillo del medio

Malonato

- Positivo: Cambio del color del caldo a azul

- Negativo: Permanencia del caldo verde del caldo

Rojo de Metilo: Se agrega reactivo rojo de metilo

- Positivo: Cambio del color del caldo a rosado

- Negativo: Cambio del color del caldo a amarillo

3.6.4.2.4. Pruebas de sensibilidad a los antibióticos

Se realizará mediante el método de Kirby Bauer, donde el microorganismo es inoculado en la superficie de una placa de agar, sobre el cual se colocan discos impregnados con una concentración conocida del antibiótico.

Durante la incubación, el antibiótico difunde radialmente desde el disco a través del agar, por lo que su concentración va disminuyendo a medida que se aleja del disco. En un punto determinado, la concentración del antibiótico en el medio es incapaz de inhibir al germen en estudio. El diámetro del área de inhibición alrededor del disco puede ser convertido a las categorías de sensible, intermedio o resistente (S, I, o R) de acuerdo a tablas publicadas por los organismos encargados del control de tales métodos, por ejemplo, el Comité Nacional de Estándar de Laboratorios Clínicos de los Estados Unidos de Norteamérica.

Materiales

- Discos de antibióticos
- Hisopo estéril
- Tubo de ensayo
- Escala McFarlan
- Agar Mueller Hinton
- Incubadora
- Mechero
- Encendedor
- Agua destilada

Procedimiento

1. Encender el mechero para asegurar la esterilidad del ambiente.
2. Seleccionar 1 a 2 colonias puras de la bacteria aislada que no deben tener un periodo mayor de 24 horas.
3. Realizar una suspensión en un tubo de ensayo que contenga de 4 a 5 ml de solución salina estéril o caldo estéril.
4. Agregar poco a poco solución salina estéril hasta ajustar la turbidez del inóculo a 0.5 de la escala de McFarland
5. El medio base para hacer el inóculo es Agar Mueller Hinton.
6. Inocular la superficie del Agar Mueller Hinton por hisopado en tres direcciones y borde para asegurar una completa distribución del inóculo.
7. Colocar los discos sobre la superficie del medio con pinzas estériles aplicando una ligera presión sobre el agar.
8. Después de 18 horas de incubación examinamos y medimos los diámetros de los halos de las zonas de inhibición, esto serán interpretados de acuerdo a las tablas de la CLSI.

Interpretación de los resultados

Los resultados obtenidos deben interpretarse con las tablas de la CLSI y de acuerdo a la lectura los organismos se informarán como sensibles, intermedios o resistentes.

Sensible. – Se observa la formación de halos iguales o mayores a los indicados en las tablas como sensibles correspondiente al microorganismo aislado.

Intermedio. - Se observa la formación de halos dentro de los límites indicados en las tablas como intermedios correspondientes al microorganismo aislado.

Resistentes. - Se observa la formación de halos iguales o más estrechos a las medidas indicadas en las tablas como resistentes correspondientes al microorganismo aislado.

3.6.4.2.5. Conservación

Una vez aislada e identificada la bacteria es necesario conservarla, en caso de ser necesario confirmar los resultados.

Materiales

- Medio Mueller Hinton en pico de flauta.
- Asa en punta
- Mechero
- Encendedor

Procedimiento

1. Encender el mechero para asegurar que el ambiente este estéril
2. Del medio MacConkey seleccionar una colonia pura.
3. Esterilizar el asa en punta en el mechero.
4. Tomar la colonia seleccionada
5. Abrir el tubo con el medio Mueller Hinton y flanearlo
6. Realizar la estría desde el fondo hasta cubrir toda el área del pico de flauta
7. Flamear nuevamente el tubo y cerrarlo.
8. Colocar en la incubadora por un periodo de 24 horas a una temperatura de 37 °C.
9. Después del periodo de incubación, sacarlo de la incubadora rotularlo bien.
10. Sellarlo bien con biofilm.
11. Colocar en refrigeración a una temperatura entre 2 y 8 °C.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. TABULACIONES

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos junto a la interpretación de cada parámetro de las 48 muestras analizadas del agua de la Laguna de Langos del Cantón Guano de la provincia de Chimborazo, en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019, cuyo objetivo fue determinar las características fisicoquímicas y bacteriológicas, y a la vez comparar con los valores de referencia de la norma INEN, para ver si es agua de calidad.

Tabla 3. Resultados promedios de los análisis de las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas de la Laguna de Langos de los 15 parámetros evaluados.

TABLA DE RESULTADOS (PROMEDIO)													
MUESTREO	Parámetros Físicos		Parámetros Químicos								Parámetros bacteriológicos		
	Temperatura (°C)	pH	Conductividad (uS/cm)	Sólidos totales (mg/L)	Turbidez (NTU)	Sulfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)	Amoníaco (mg/L)	R. Escherichia coli (UFC)	R. Coliformes Totales (UFC)	R. Aerobios Totales (UFC)
M1 mañana	18	6,7	1907	946,4	7,5	794,5	0,38	0,0063	330,3	0,47	18,8	456	1065
M1 tarde	14,2	6,6	1935	941,3	30,5	951,7	0,68	0,0047	281	0,67	4,4	511	1244
M2 mañana	14,8	7,4	1993	997,2	3,8	881,8	0,3	0,0042	253,7	0,52	0,33	155	521
M2 tarde	15,8	7,8	1955	978	4,8	1096,8	0,57	0,0053	238,3	0,6	2,33	324	835
M3 mañana	15,6	7	1881	939,8	3,7	902,7	0,38	0,0035	256	0,55	2,5	254	894
M3 tarde	18,2	7,6	1883	939,5	4,0	909,3	0,47	0,0038	237	0,55	1,5	219	720
M4 mañana	14,8	6,9	1885	942,3	6,9	902,7	0,17	0,0037	259	0,22	3,33	312	848
M4 tarde	16,9	7,1	1864	932,8	6,8	909,3	0,38	0,0052	225,3	0,23	1,33	310	782

Elaborado por: Angel Tisalema

La tabla presenta los resultados obtenidos de los 15 parámetros analizados de las 48 muestras, los cuales se obtuvieron en 4 muestreos, tanto en la mañana y en la tarde. La tabla muestra los valores promedios de los 15 parámetros, ya que, tanto en la mañana como en la

tarde se tomaron muestras de 6 puntos diferentes haciendo un total de 48 muestras, se decidió para mayor facilidad al momento de la interpretación de los resultados realizar un promedio de las 6 muestras tomadas, tanto de la mañana como de la tarde, dándonos un total de 8 datos por cada parámetro. Los 48 resultados de los 15 parámetros analizados se pueden observar en el ANEXO 01.

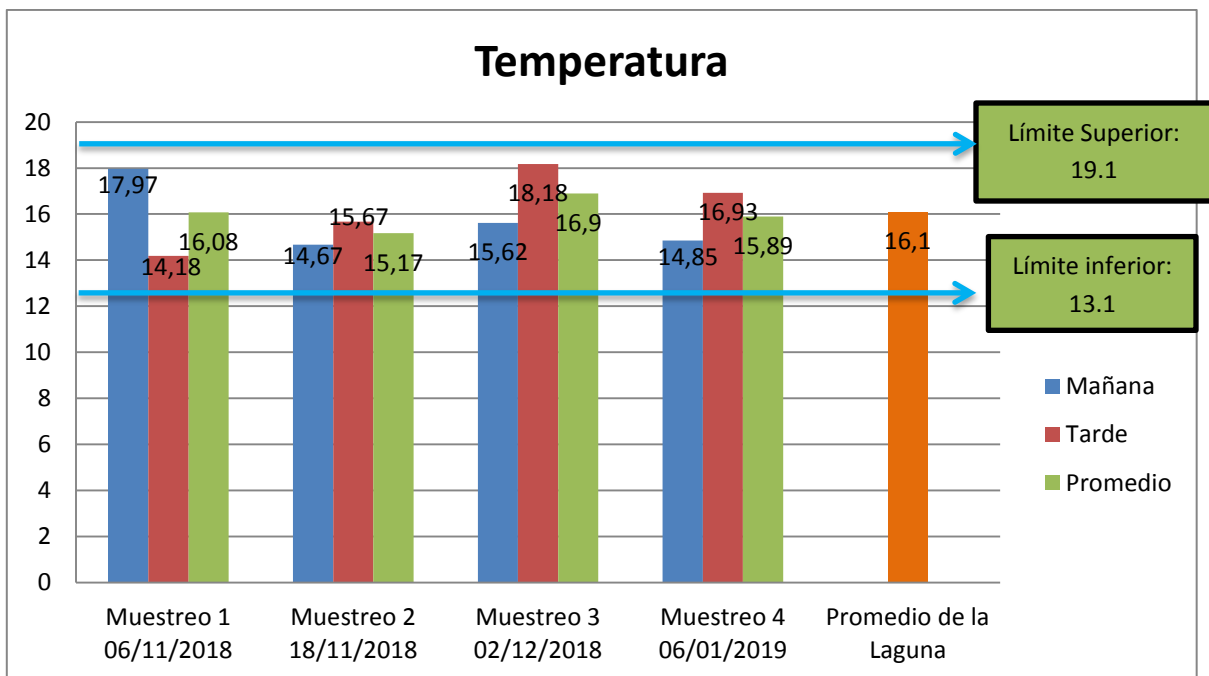
Nota: En la tabla no se incluyeron los parámetros olor y color, ya que estos datos son cualitativos y no es posible realizar un promedio de ellos. En los parámetros bacteriológicos no se tomaron en cuenta para el promedio, valores que se interpretaron como MNPC (Muy Numeroso Para Contar), ya que no son datos numéricos.

4.1.1. TEMPERATURA

Tabla 4. Resultados de la temperatura de 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

TEMPERATURA								
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido
M1 mañana	18.4	19.1	17.6	17.3	18.7	16.7	17.97	Condición natural +/- 3 °C (16.01 +, - 3 °C. Límite superior 19.01, Límite inferior: 13.01)
M1 tarde	14.7	14.2	13.8	14.1	14.6	13.7	14.18	
M2 mañana	14.4	15.1	14.6	15.2	14.5	14.2	14.67	
M2 tarde	15.4	16.2	15.6	15.3	15.8	15.7	15.67	
M3 mañana	15.9	15.6	15.8	14.9	15.8	15.7	15.62	
M3 tarde	18.3	17.7	18.5	17.6	18.2	18.8	18.18	
M4 mañana	14.8	14.5	14.6	15.7	14	15.5	14.85	
M4 tarde	16.8	16.5	17.2	16.9	16.8	17.4	16.93	
Promedio por punto	16.09	16.11	15.96	15.88	16.05	15.96		
Promedio o mediana							16.01	

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 3. Promedio de la temperatura de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia de la temperatura del agua de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es, condición natural +/- 3°C, para obtener el límite permisible se realizó el promedio de Temperatura de la Laguna que es 16.01 °C y se le sumo y resto 3 °C, dando como límite máximo 19.01 °C y límite mínimo 13.01 °C.

El valor máximo obtenido fue de 18.7 °C del punto 5 del primer muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 06 de Noviembre del 2018 y cuya temperatura ambiente fue de 18 °C y su clima soleado; El valor más bajo obtenido fue de 13.7 °C del punto 6 del primer muestreo de la toma de la tarde, obtenida el 06 de Noviembre del 2018 y cuya temperatura ambiente fue 13 °C y su clima lluvia fuerte con caída de granizo previo a la toma y lluvia ligera durante la misma. El promedio de temperatura de la Laguna de Langos fue de 16.1 °C.

El 100 % de los valores se encuentran dentro de los límites permitidos en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, dándonos a entender que los resultados en cuanto a la Temperatura se encuentran en un nivel óptimo de calidad y seguro para la población.

4.1.2. COLOR

Tabla 5. Resultados del color de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

COLOR							
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Límite máximo permitido
M1 mañana	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora
M1 tarde	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	
M2 mañana	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	
M2 tarde	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	
M3 mañana	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	
M3 tarde	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	
M4 mañana	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	
M4 tarde	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	
En todas las tomas el agua no presenta ninguna coloración							

Elaborado por: Angel Tisalema

Interpretación:

Para el color no se realizó un gráfico de barras puesto que este es un dato cualitativo y no se puede comparar resultados, además, de que todos son iguales.

El valor de referencia del color del agua de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, la condición natural es Incolora. En todos los muestreos y puntos, se dio el mismo resultado que el agua es incolora.

El 100 % de los resultados se encuentran dentro de los límites permitidos en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, dándonos a entender que los resultados en cuanto al color se encuentran en un nivel óptimo de calidad y seguro para la población.

4.1.3. OLOR

Tabla 6. Resultados del olor de 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

OLOR							
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Límite máximo permitido
M1 mañana	Desagra	Terroso	Terroso	Inodoro	Inodoro	Terroso	Inodoro
M1 tarde	Desagra	Inodoro	Terroso	Inodoro	Terroso	Desagra	
M2 mañana	Desagra	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	
M2 tarde	Desagra	Inodoro	Terroso	Inodoro	Terroso	Desagra	
M3 mañana	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Desagra	
M3 tarde	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Desagra	
M4 mañana	Desagra	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Desagra	
M4 tarde	Desagra	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Desagra	

Elaborado por: Angel Tisalema

Desagra: Desagradable

Interpretación:

Para el olor no se realizó un gráfico de barras puesto que este es un dato cualitativo y no se puede comparar resultados.

El valor de referencia del olor del agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es, condición natural es sin inodora.

Podemos notar que en los puntos 1 y 6 existe una alteración, pues, en la mayoría de los muestreos se presentó un olor Ligeramente Desagradable, esto se podría deber a que en estos lugares existe una acumulación de materia orgánica (vegetación muerta) e inorgánica (Basura), en los puntos 2, 3,4 y 5 son inodoras, pero en algunos casos se presentó un aroma terroso, pero eso se debe a la presencia de sedimento que se presentaba luego de las lluvias.

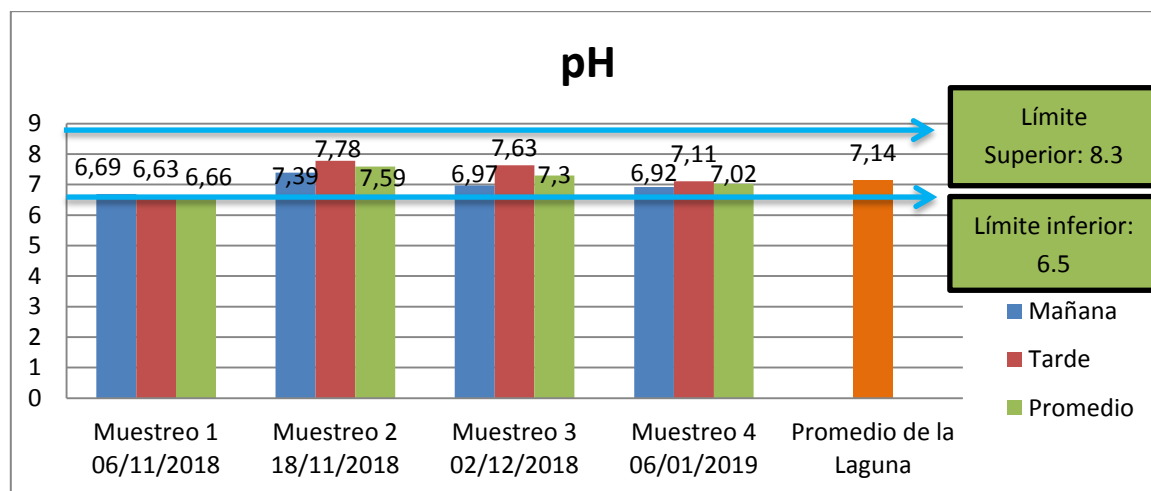
El 62.5% de los valores se encuentran dentro del parámetro normal que es inodora, y el 37.5 % se encuentra fuera de este parámetro. En cuanto a la comparación con los límites permitidos en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, se puede observar una alteración especialmente en los puntos 1 y 6 que presentar olor a descomposición de la materia orgánica e inorgánica, siendo esto una señal de alarma, pues, también se observó la presencia de larvas de mosquitos, siendo un peligro para los habitantes y turistas de esta zona, siendo potenciales transmisores de enfermedades. Y de los puntos 2, 3, 4 y 5 el olor terroso no es una señal de alarma, ya que solo se debe al sedimento arrastrado por las lluvias.

4.1.4. pH

Tabla 7. Resultados del pH de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

PH								
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido
M1 mañana	6.89	6.66	6.73	6.58	6.49	6.79	6.69	Límite inferior: 6.5 Límite superior: 8.3
M1 tarde	6.64	6.58	6.2	7.02	6.77	6.59	6.63	
M2 mañana	7.02	7.29	7.46	7.53	7.49	7.56	7.39	
M2 tarde	7.59	7.75	7.87	7.85	7.83	7.79	7.78	
M3 mañana	6.92	6.49	6.84	7.06	7.24	7.29	6.97	
M3 tarde	7.42	7.56	7.7	7.73	7.68	7.71	7.63	
M4 mañana	6.63	6.77	6.94	7.12	6.85	7.23	6.92	
M4 tarde	6.87	7.05	7.32	7.15	6.96	7.31	7.11	
Promedio por punto	7.0	7.02	7.13	7.26	7.16	7.28		
Promedio							7.14	

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 4. Promedio del pH de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia del pH del agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es, para su límite superior 8.3 y límite inferior 6.5.

El valor máximo obtenido fue de 7.87 del punto 3 del segundo muestreo de la toma de la tarde, obtenida el 18 de Noviembre del 2018; El valor más bajo obtenido fue de 6.2 del punto 3 del primer muestreo de la toma de la tarde, obtenida el 06 de Noviembre del 2018.

El promedio del pH en la Laguna de Langos fue de 7.14.

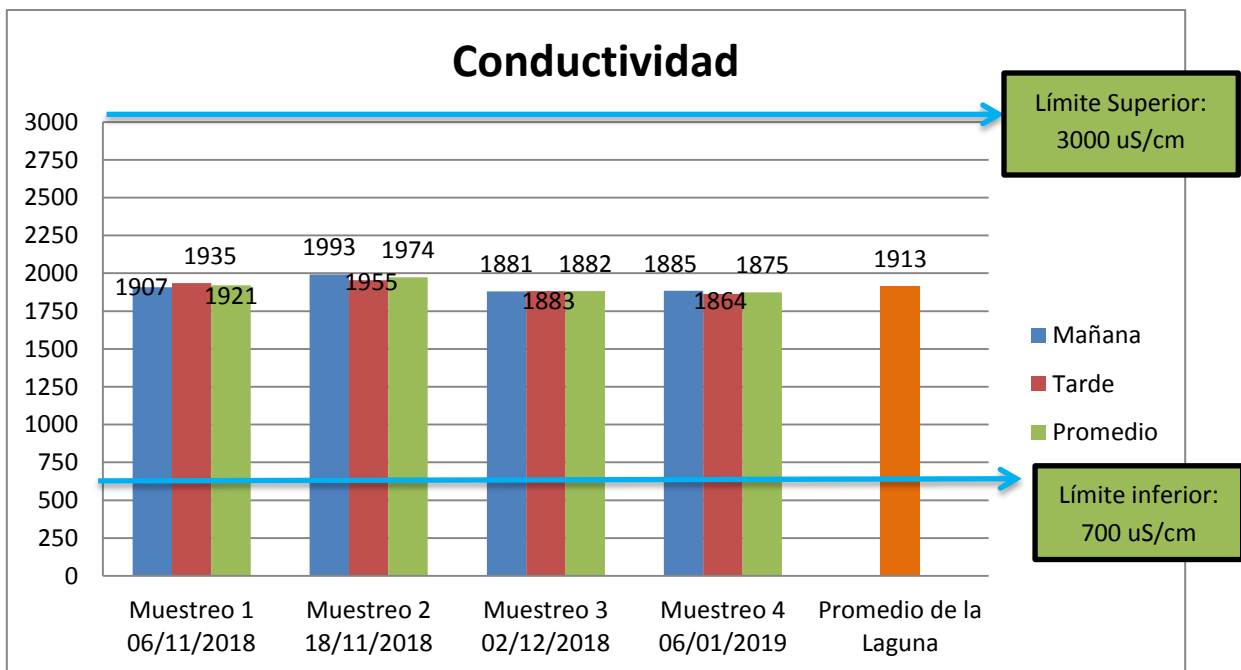
El 93.5 % de los resultados están dentro de los límites permitidos y el 6.5 se encuentran por debajo del límite inferior, esto no es una señal de alarma y se considera que el agua es de óptima calidad y segura para la población en cuanto al pH se refiere.

4.1.5. CONDUCTIVIDAD

Tabla 8. Resultados de la conductividad de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua

CONDUCTIVIDAD								
Punto / Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido
M1 mañana	2080	2193	2241	338	2290	2300	1907	Límite inferior: 700 uS/cm Límite superior: 3000 uS/cm
M1 tarde	2080	2230	2085	664	2286	2267	1935	
M2 mañana	2011	2023	2002	2007	1997	1919	1993	
M2 tarde	1936	1950	1913	1963	1995	1972	1955	
M3 mañana	1832	1918	1819	1931	1946	1837	1881	
M3 tarde	1875	1890	1853	1921	1915	1845	1883	
M4 mañana	2013	1974	1980	1987	1412	1945	1885	
M4 tarde	1908	1949	1916	1951	1553	1909	1864	
Promedio por punto	1967	2016	1976	1595	1924	1999		
Promedio							1913	

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 5. Promedio de la conductividad de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde, medidos del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia de la conductividad del agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es, para su límite superior 3000 uS/cm y límite inferior 700 uS/cm.

El valor máximo obtenido fue del punto 2300 uS/cm del punto 6 del primer muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 06 de Noviembre del 2018; El valor más bajo obtenido fue de 338 uS/cm del punto 4 del primer muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 06 de Noviembre del 2018, esta variación se puede deber a que el día de la toma hubo una fuerte lluvia con granizo y pudo afectar a la conductividad. El valor promedio de la conductividad de la Laguna de Langos fue de 1913 uS/cm.

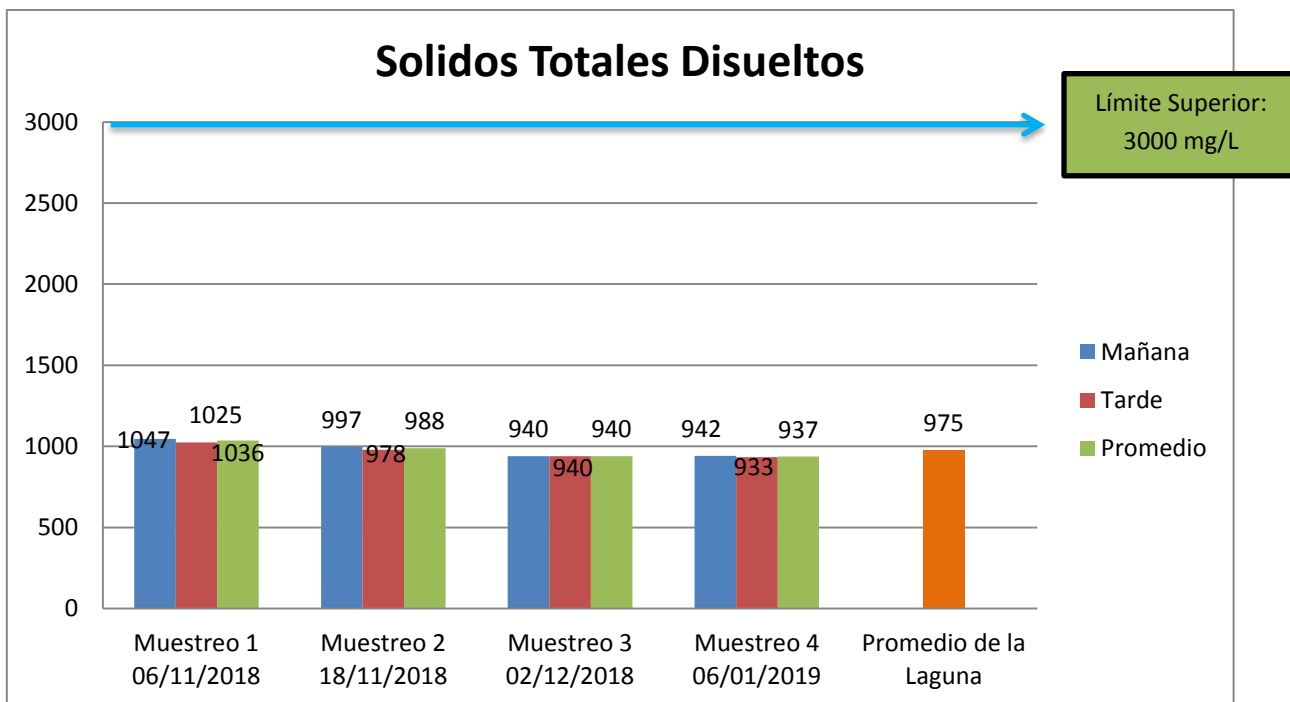
El 95.8 % de los valores se encuentran dentro de los parámetros normales y el 4.2 % se encuentran por debajo del límite inferior, ya que solo son 2 valores que está por debajo del límite, no es una señal de alarma y se considera que el agua es de óptima calidad y segura para la población en cuanto a la conductividad se refiere.

4.1.6. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

Tabla 9. Resultados de los STD de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS								
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido
M1 mañana	1030	1081	1110	793	1126	1139	1047	Límite máximo: 3000 mg/L
M1 tarde	1032	1006	1032	829	1128	1121	1025	
M2 mañana	1007	1013	1000	1003	999	961	997	
M2 tarde	968	976	958	982	996	987	978	
M3 mañana	914	960	910	963	973	919	940	
M3 tarde	936	945	925	960	956	915	940	
M4 mañana	1003	988	991	993	706	973	942	
M4 tarde	957	974	958	975	778	955	933	
Promedio por punto	981	993	986	937	957	996		
Promedio							975	

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 6. Promedio de los STD de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia de los STD del agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, para su límite máximo permisibles es de 3000 mg/L.

El valor máximo obtenido fue de 1139 mg/L del punto 6 del primer muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 06 de Noviembre del 2018; El valor más bajo obtenido fue de 793 del punto 4 del primer muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 06 de Noviembre del 2018. Ambos dentro del límite máximo permitido. El valor promedio de los STD de la Laguna de Langos fue de 975 mg/L.

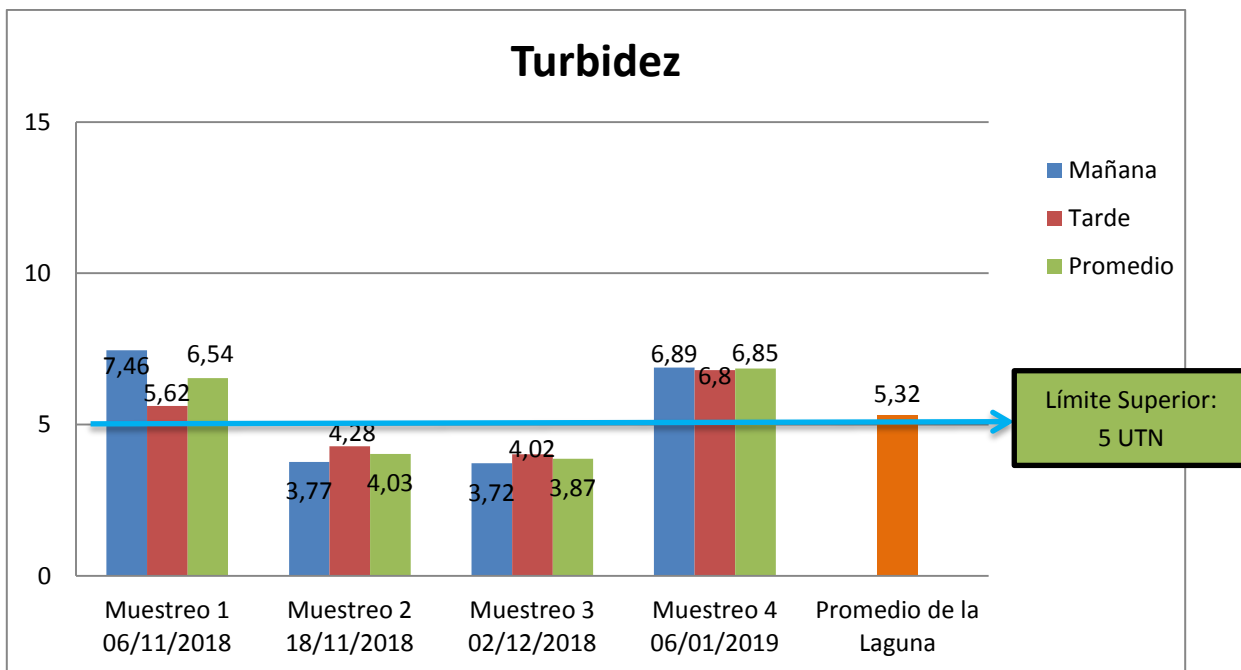
En cuanto a los valores el 100 % se encuentran dentro del límite máximo permitido en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, por lo cual se considera que el agua es de óptima calidad y segura para la población en cuanto a los STD se refiere.

4.1.7. TURBIDEZ

Tabla 10. Resultados de la turbidez de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

TURBIDEZ								
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido
M1 mañana	5.35	20.3	5.35	8.4	3.06	2.3	7.46	5 UTN
M1 tarde	5.14	5.54	8.5	8.1	4.04	2.39	5.62	
M2 mañana	3.7	3.53	4.55	3.06	3.62	4.18	3.77	
M2 tarde	4.03	5.1	4.61	3.57	3.68	4.08	4.28	
M3 mañana	3.28	3.59	4.02	3.57	3.64	4.21	3.72	
M3 tarde	4.85	4.5	4.29	2.85	3.54	4.09	4.02	
M4 mañana	5.25	5.66	6.61	6.51	8.61	8.68	6.89	
M4 tarde	7.13	7.39	8.01	6.4	6.43	5.45	6.80	
Promedio por punto	4.84	6.95	5.74	5.31	4.58	4.42		
Promedio							5.32	

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 7. Promedio de la turbidez de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia de la turbidez del agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, su límite máximo permitido es de 5 UTN.

El valor máximo obtenido fue de 20.3 UTN del punto 2 del primer muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 06 de Noviembre del 2018; El valor más bajo obtenido fue de 2.3 del punto 6 del primer muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 06 de Noviembre del 2018. El valor promedio de la turbidez de la Laguna de Langos fue de 5.32 UTN

En cuanto a los valores se observa que el 50 % se encuentra dentro de los límites permitidos y el 50 % de los valores se encuentra por encima del límite máximo permitidos en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, tomando especial atención en el valores del punto 2 del primer muestreo de la mañana con 20.3 UTN, que son valores muy por encima del valor máximo permitido. Hay que tomar especial atención en la turbidez de la Laguna de Langos, pues, de igual manera en el

promedio total de la Laguna dio 5.32 UTN que de igual forma está por encima del límite máximo permitido, siendo una señal de alarma.

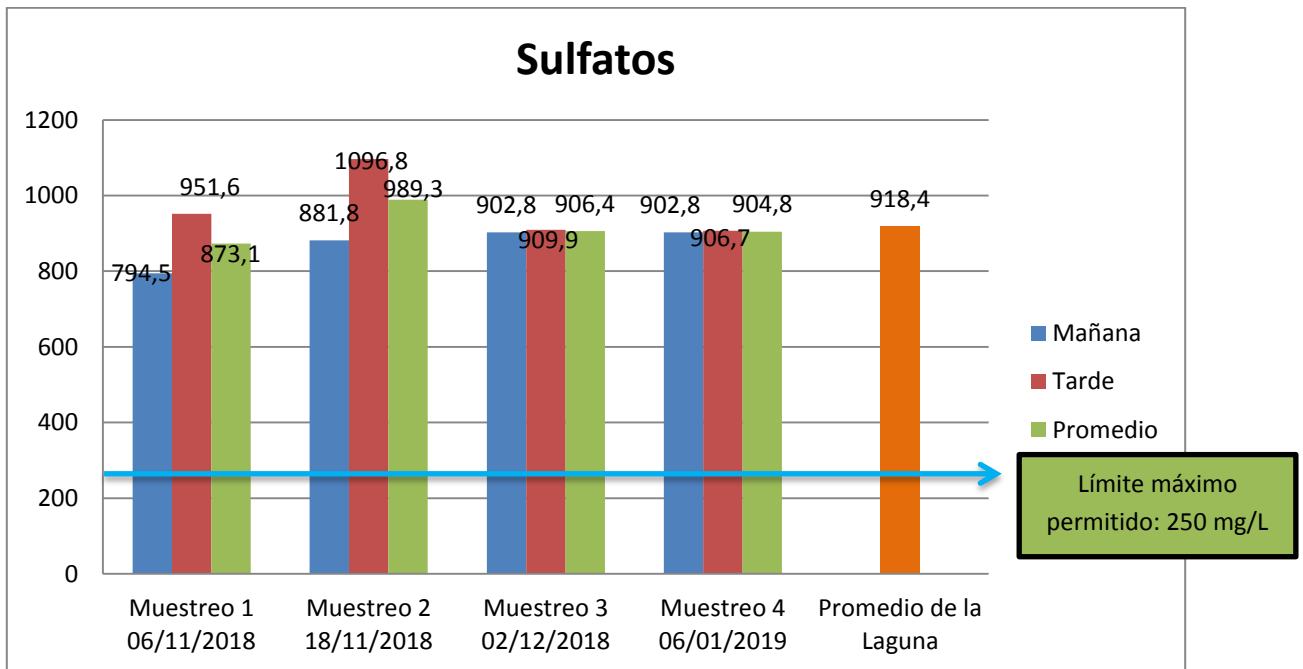
La turbidez es un parámetro que mide la presencia de partículas o microorganismos en suspensión, también indica la presencia de sólidos coloidales que se encuentran por la erosión o el arrastre (arcilla, fragmentos de roca sustancias del lecho, materia orgánica, etc.). Aunque no existan datos fiables de algún efecto sobre la salud por la ingesta de aguas con alta turbidez, hay que tenerlo en cuenta, ya que, su valor elevado podría acarrear riesgo, como diarreas, vómitos e incluso infecciones estomacales dependiendo el tipo de materia presente o la presencia de microorganismos patógenos presentes.

4.1.8. SULFATOS

Tabla 11. Resultados de los sulfatos de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

SULFATOS								
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido
M1 mañana	733	575	1061	1068	760	570	794.5	Límite máximo permitido: 250 mg/L
M1 tarde	988	1001	844	1373	570	934	951.6	
M2 mañana	940	916	802	1039	772	822	881.8	
M2 tarde	910	869	783	2464	843	712	1096.8	
M3 mañana	895	901	966	839	889	926	902.8	
M3 tarde	906	896	796	964	893	1001	909.9	
M4 mañana	886	909	985	842	873	922	902.8	
M4 tarde	909	890	785	971	878	1007	906.7	
Promedio por punto	895.9	869.6	877.8	1195.1	809.8	861.8		
Promedio							918.4	

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 8. Promedio de los sulfatos de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia de los sulfatos del agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es, para su límite máximo permitido de 250 mg/L. El valor más alto obtenido fue de 2464 mg/L del punto del segundo muestreo de la toma de la tarde, obtenida el 18 de Noviembre del 2018; El valor más bajo obtenido fue de 570 mg/L del punto 5 de la tarde y del punto de la mañana del primer muestreo, obtenida el 06 de Noviembre del 2018. El valor promedio de sulfatos de la Laguna de Langos fue de 918.4 mg/L

En cuanto a los resultados el 100 % se encuentran por encima del límite máximo permitido en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, esto se

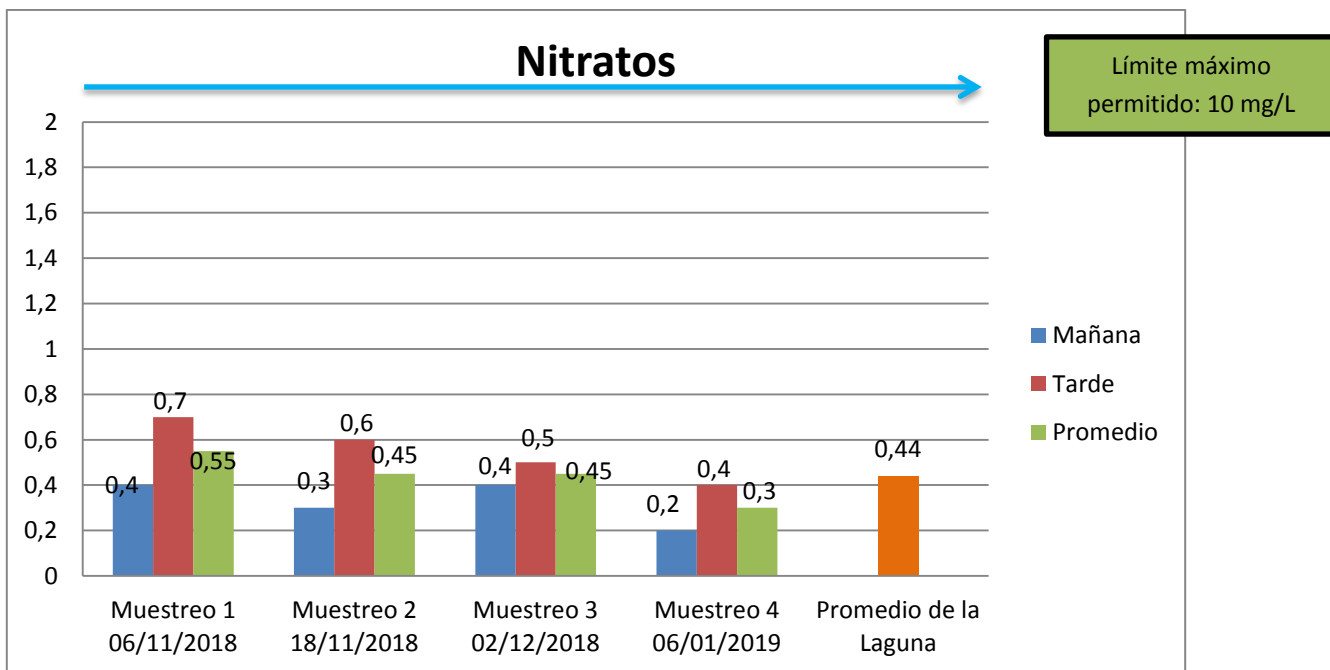
debe a que la vertiente de la Laguna de Langos es subterránea, esta se mueve a través de las rocas provocando que se disuelvan en el agua minerales como sulfatos de sodio, sulfatos de magnesio y sulfatos de calcio. Es una señal de alarma, ya que, estos minerales afectan principalmente a los niños produciendo trastornos gastrointestinales, deshidratación y diarrea, y los sulfatos de sodio y magnesio tienen efecto laxante. En cuanto a los sulfatos, el agua de la Laguna de Langos no es segura para la población y los visitantes, pero, si el agua no se usa para consumo, el riesgo será mínimo.

4.1.9. NITRATOS

Tabla 12. Resultado de los nitratos de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

NITRATOS									
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido	
M1 mañana	0	0.7	0.6	0.4	0.2	0.4	0.4	Límite máximo permitido: 10 mg/L	
M1 tarde	0.3	0.5	0.9	1.7	0.2	0.5	0.7		
M2 mañana	0.1	0.5	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3		
M2 tarde	0.2	0.5	0.7	1.4	0.1	0.5	0.6		
M3 mañana	0.3	0.4	0.6	0.3	0.2	0.5	0.4		
M3 tarde	0.4	0.4	0.7	0.9	0.2	0.2	0.5		
M4 mañana	0.3	0	0.4	0.1	0.1	0.1	0.2		
M4 tarde	0.1	0.6	0.8	0.3	0.1	0.4	0.4		
Promedio por punto	0.2	0.5	0.6	0.7	0.2	0.4			
Promedio							0.44		

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 9. Promedio de los nitratos de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia de los nitratos del agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es, para su límite máximo permitido de 10 mg/L.

El valor más alto obtenido fue de 1.7 mg/L del punto 4 del primer muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 06 de Noviembre del 2018; El valor más bajo obtenido fue de 0 mg/L del punto 4 del primer muestreo de la toma de la tarde, obtenida el 06 de Noviembre del 2018. El valor promedio de nitratos de la Laguna de Langos fue de 0.44 mg/L

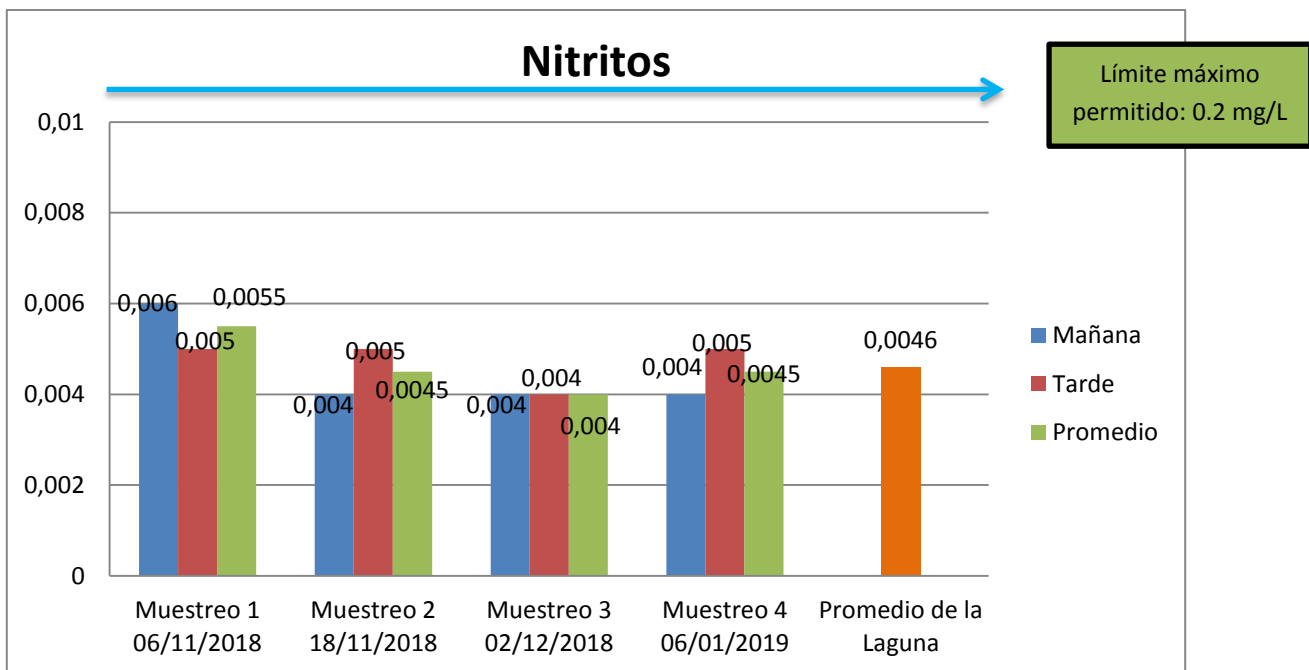
En cuanto a los resultados el 100 % se encuentran dentro del límite máximo permitido en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, y se concluye que el agua de la Laguna de Langos es segura en cuanto a los nitratos se refiere.

4.1.10. NITRITOS

Tabla 13. Resultados de los nitritos de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

NITRITOS								
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido
M1 mañana	0.006	0.01	0.007	0.004	0.006	0.005	0.006	Límite máximo permitido: 0.2 mg/L
M1 tarde	0.005	0.004	0.005	0.002	0.005	0.007	0.005	
M2 mañana	0.003	0.007	0.005	0.000	0.005	0.005	0.004	
M2 tarde	0.004	0.006	0.005	0.003	0.006	0.008	0.005	
M3 mañana	0.001	0.005	0.006	0.003	0.004	0.002	0.004	
M3 tarde	0.003	0.005	0.004	0.002	0.005	0.004	0.004	
M4 mañana	0.002	0.005	0.005	0.001	0.005	0.004	0.004	
M4 tarde	0.005	0.006	0.004	0.004	0.005	0.007	0.005	
Promedio por punto	0.004	0.006	0.005	0.003	0.005	0.005		
Promedio							0.0046	

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 10. Promedio de los nitritos de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia de los nitratos del agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es, para su límite máximo permitido de 0.2 mg/L.

El valor más alto obtenido fue de 0.01 mg/L del punto 2 del primer muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 06 de Noviembre del 2018; El valor más bajo obtenido fue de 0.00 mg/ L del punto 4 del segundo muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 18 de Noviembre del 2018. El valor promedio de nitratos de las aguas de la Laguna de Langos fue de 0.0046 mg/L.

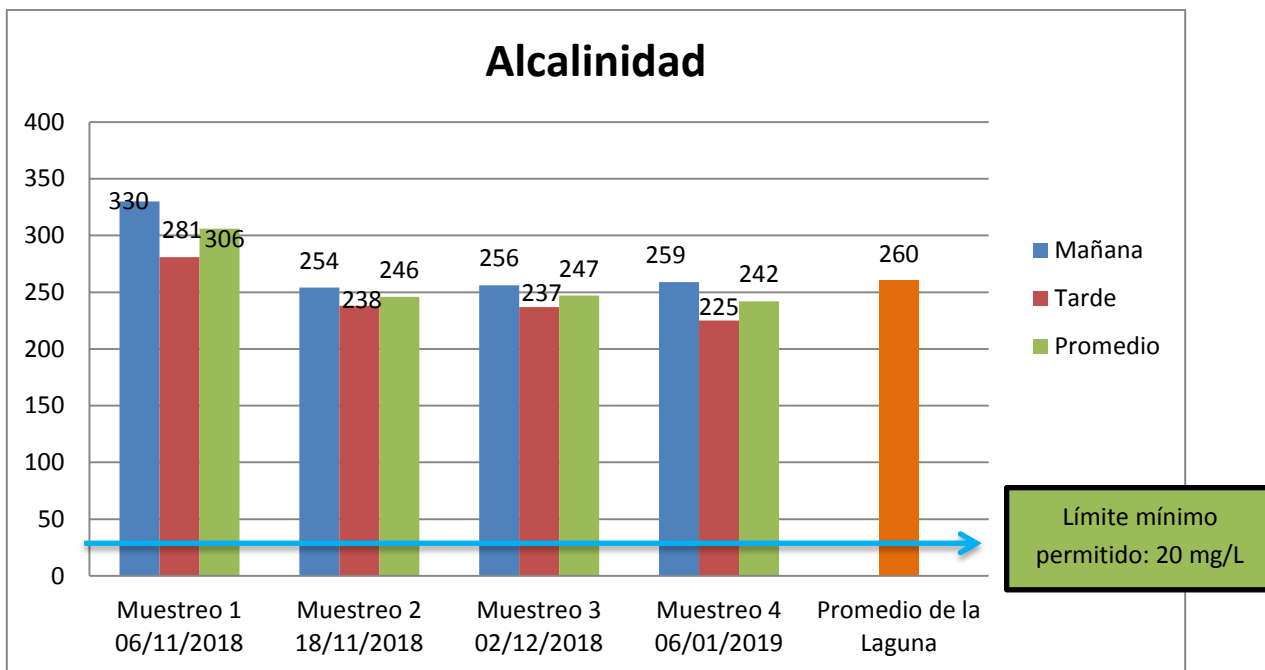
En cuanto a los resultados el 100 % se encuentran dentro del límite máximo permitido por la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, y se concluye que el agua de la Laguna de Langos es segura en cuanto a los nitritos se refiere.

4.1.11. ALCALINIDAD

Tabla 14. Resultados de la alcalinidad de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

ALCALINIDAD								
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido
M1 mañana	350	352	342	334	270	334	330	Límite mínimo permitido: 20 mg/L
M1 tarde	340	334	226	290	234	262	281	
M2 mañana	290	242	240	246	246	258	254	
M2 tarde	224	238	222	230	234	282	238	
M3 mañana	294	248	246	240	246	262	256	
M3 tarde	230	234	224	232	222	280	237	
M4 mañana	260	260	274	252	260	248	259	
M4 tarde	226	256	250	90	252	278	225	
Promedio por punto	277	271	253	239	246	276		
Promedio							260	

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 11. Promedio de la alcalinidad de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia de la alcalinidad del agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es, para su límite mínimo permitido de 20 mg/L.

El valor más alto obtenido fue de 352 mg/L del punto 2 del primer muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 06 de Noviembre del 2018; El valor más bajo obtenido fue de 90 mg/ L del punto 4 del cuarto muestreo de la toma de la, obtenida el 02 de Diciembre del 2018. El valor promedio de alcalinidad en las aguas de la Laguna de Langos fue de 260.1 mg/L

En cuanto a los resultados el 100 % se encuentran por encima del límite mínimo permitido en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, La alcalinidad del agua se debe principalmente a sales de ácidos débiles y bases fuertes y,

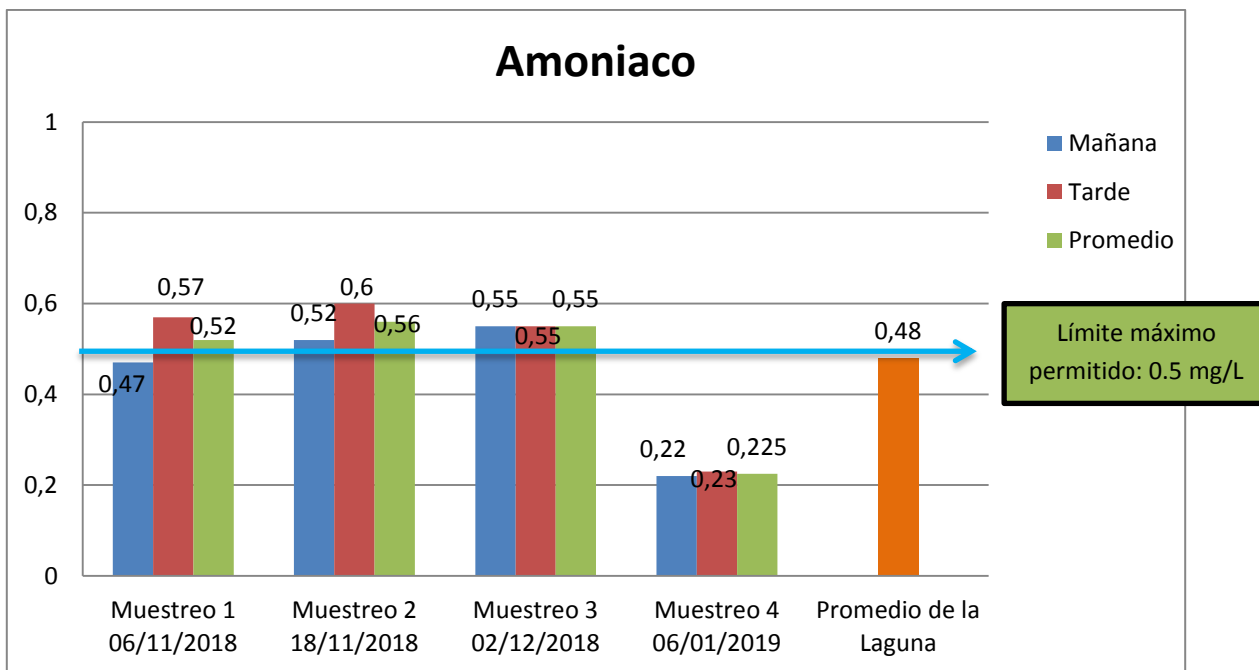
estas sustancias actúan como amortiguadoras para resistir la caída de pH resultante a la adición de ácidos. Internacionalmente es aceptada una alcalinidad mínima de 20 mg de CaCO₃/L para mantener la vida acuática. Cuando tiene alcalinidades inferiores se vuelve muy sensible a la contaminación, ya que no posee la capacidad de oponerse a las modificaciones que generan disminuciones de pH (Acidificación). En conclusión, el agua de la Laguna de Langos no es segura en cuanto a la alcalinidad se refiere, ya que, sobrepasa por mucho el límite máximo permitido.

4.1.12. AMONIACO

Tabla 15. Resultados del amoníaco de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

AMONIACO								
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido
M1 mañana	0.38	0.67	1.03	0.11	0.21	0.44	0.47	Límite máximo permitido: 0.5 mg/L
M1 tarde	0.64	0.7	1.04	0.21	0.41	1.001	0.67	
M2 mañana	0.66	0.53	0.55	0.59	0.35	0.41	0.52	
M2 tarde	0.51	0.38	1.09	0.31	0.4	0.89	0.60	
M3 mañana	0.52	0.62	0.59	0.61	0.45	0.52	0.55	
M3 tarde	0.5	0.51	0.68	0.65	0.35	0.6	0.55	
M4 mañana	0.22	0.2	0.24	0.23	0.24	0.18	0.22	
M4 tarde	0.2	0.26	0.24	0.24	0.2	0.25	0.23	
Promedio por punto	0.45	0.48	0.68	0.37	0.33	0.54		
PROMEDIO							0.48	

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 12. Promedio del amoniaco de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia del amoniaco del agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es, para su límite máximo permitido de 0.5 mg/L.

El valor más alto obtenido fue de 1.09 mg/L del punto 3 del segundo muestreo de la toma de la tarde, obtenida el 18 de Noviembre del 2018; El valor más bajo obtenido fue de 0.11 mg/ L del punto 4 del primer muestreo de la toma de la tarde, obtenida el 06 de Noviembre del 2018. El valor promedio del amoniaco del agua de la Laguna de Langos fue de 0.48 mg/L.

En cuanto a los resultados el 54.2 % se encuentra dentro del límite máximo permitido y el 45.8% está por encima del límite máximo permitido en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, el amoniaco se origina de la degradación del nitrógeno orgánico y, este a su vez, por acción bacteriana, se va oxidando gradualmente a

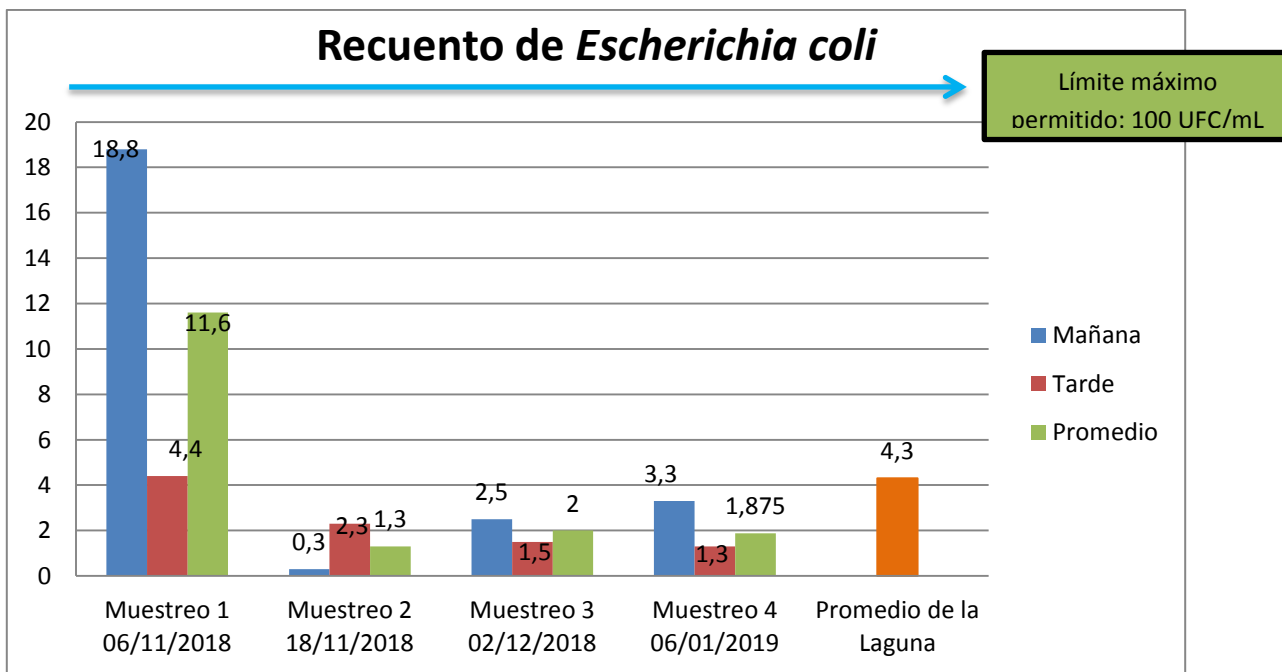
nitritos y finalmente a nitratos. Los valores elevados provocan una disminución de la calidad del agua y la muerte de especies que habitan el sitio, además según dato los valores establecido por la Organización Mundial de la Salud y adoptado en Panamá por el Ministerio de Salud, el consumo de valores mayores a 10 mg/L de amoníaco puede producir una enfermedad llamada metahemoglobinemia, perjudicial en niños. En conclusión, las aguas de la Laguna de Langos no son seguras en cuanto al amoníaco se refiere, tanto para la población, turista y la vida silvestre que ahí habita.

4.1.13. RECUENTO DE *Escherichia coli*

Tabla 16. Resultado del recuento de *Escherichia coli* en placas 3M Petrifilm de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

RECUENTO DE <i>Escherichia coli</i>								
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido
M1 mañana	15	24	35	7	0	32	18.8	FAO: Límite máximo permitido: 100 UFC/mL
M1 tarde	0	0	21	MNPC	1	0	4.4	
M2 mañana	2	0	0	0	0	0	0.3	
M2 tarde	2	2	4	6	0	0	2.3	
M3 mañana	0	0	1	0	0	14	2.5	
M3 tarde	0	1	2	0	1	5	1.5	
M4 mañana	0	0	0	1	13	0	3.3	
M4 tarde	0	2	0	0	6	0	1.3	
Promedio por punto	2.8	3.6	7.9	2	2.6	6.4		
PROMEDIO							4.3	

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 13. Promedio del recuento de *Escherichia coli* de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia *Escherichia coli* del agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es, para su límite máximo permitido de 100 UFC/mL.

El valor más alto obtenido fue de 35 UFC/mL del punto 3 del primer muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 06 de Noviembre del 2018; El valor más bajo obtenido fue de 0 UFC/mL obtenido en un total de 25 muestras. El valor promedio del recuento de *Escherichia coli* de las aguas de la Laguna de Langos fue de 4.3 UFC/mL.

Los valores que exceden por mucho el rango de conteo de las Placas 3M Petrifilm se los represento como MNPC, y no se los tomo en cuenta para el promedio, el único valor que se representó de esta forma fue el del punto 4 del primer muestreo de la tarde, obtenido el 06 de Noviembre del 2018, se puede decir que estos valores sobrepasan el límite máximo permitido, pero, únicamente es un valor que solo representa el 2.1 % de los resultados.

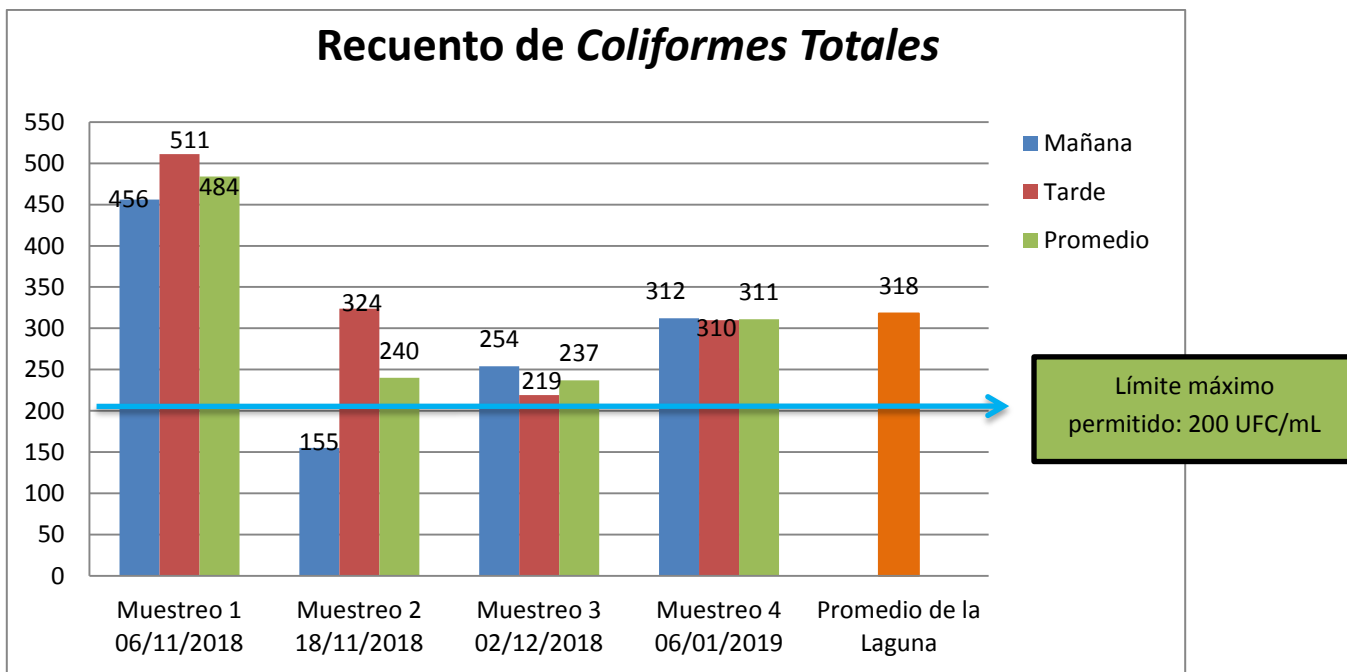
En cuanto a los resultados el 97.9% se encuentra dentro del límite máximo permitido en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, en conclusión el agua de la Laguna de Langos son seguras en cuanto a la presencia de *Escherichia coli* se refiere, tanto para la población, turista y la vida silvestre que ahí habita. Pero hay que tener en cuenta que cualquier presencia de *Escherichia coli* es un peligro potencial para la salud, ya que, es indicativa de contaminación fecal. Un consumo elevado de aguas contaminadas con esta bacteria, puede causar diarrea leve o aguda, infección de vías urinarias, bacteriemia y meningitis, en los niños puede causar síndrome hemolítico urémico en el 7 % de los casos y en lactantes es más frecuente vómitos y fiebre.

4.1.14. RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES

Tabla 17. Resultados del recuento de Coliformes totales en placa 3M Petrifilm de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES								
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido
M1 mañana	440	480	MNPC	400	500	460	456	Límite máximo permitido: 200 UFC/mL
M1 tarde	MNPC	253	1240	MNPC	110	440	511	
M2 mañana	122	54	89	105	66	493	155	
M2 tarde	475	292	531	207	52	385	324	
M3 mañana	196	235	269	191	129	503	254	
M3 tarde	11	450	229	142	72	410	219	
M4 mañana	330	370	220	182	260	510	312	
M4 tarde	460	470	220	89	240	380	310	
Promedio por punto	291	323	400	188	179	448		
PROMEDIO							318	

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 14. Promedio del recuento de Coliformes totales de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia de los coliformes totales en agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es, para su límite máximo permitido de 200 UFC/mL.

El valor más alto obtenido fue de 1240 UFC/mL del punto 3 del primer muestreo de la toma de la tarde, obtenida el 06 de Noviembre del 2018; El valor más bajo obtenido fue de 11 UFC/mL del punto 1 del tercer muestreo de la toma de la tarde, obtenida el 02 de Diciembre del 2018. El valor promedio del recuento de Coliformes Totales de las aguas de la Laguna de Langos fue de 318 UFC/mL.

Los valores que exceden por mucho el rango de conteo de las Placas 3M Petrifilm se los represento como MNPC, y no se los tomo en cuenta para el promedio, son 3 valores que se representaron de esta forma fue del punto 3 de la mañana y del punto 1 y 4 de la tarde del

primer muestreo, se puede decir que estos valores sobrepasan el límite máximo permitido, que representan el 6.3 % de los resultados.

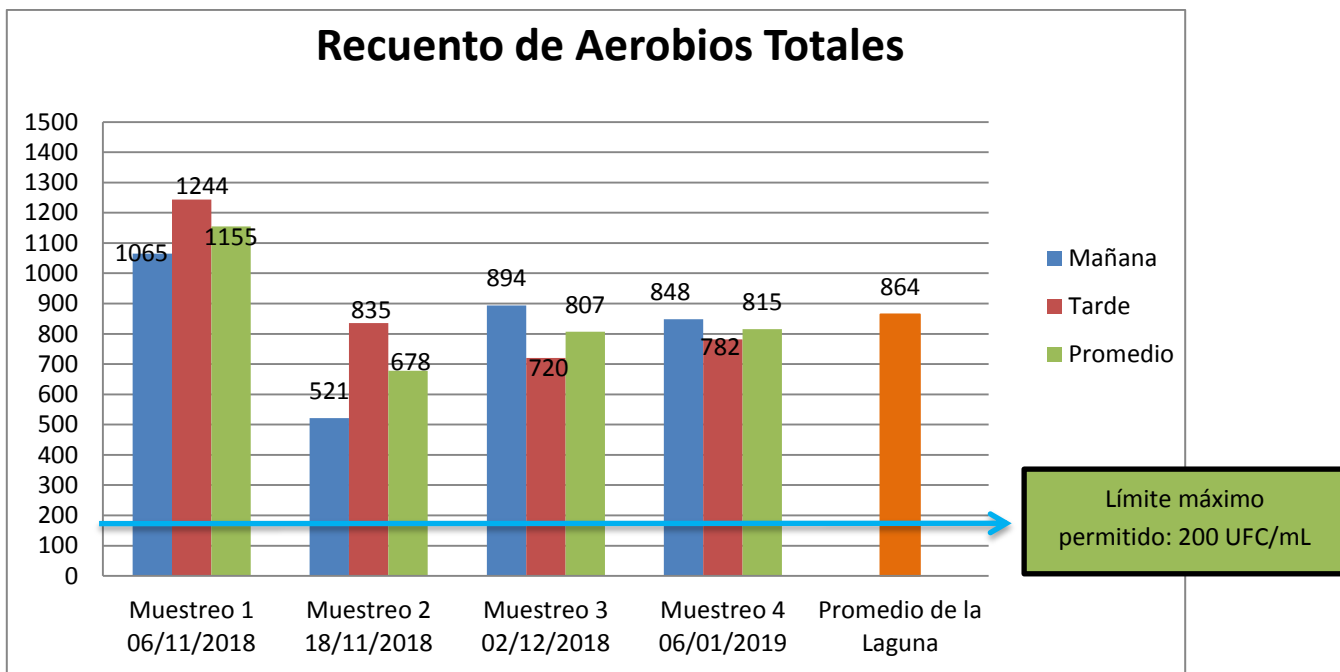
En cuanto a los resultados el 64.6% se encuentra fuera del límite máximo permitido en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, en conclusión, las aguas de la Laguna de Langos no son seguras en cuanto a la presencia de Coliformes Totales se refiere, tanto para la población, turista y la vida silvestre que ahí habita. Hay que tener en cuenta que cualquier presencia de Coliformes totales es un peligro potencial para la salud, ya que, estas bacterias provienen del tracto intestinal y materia fecal del hombre y animales.

4.1.15. RECUESTO DE AEROBIOS TOTALES

Tabla 18. Resultados del recuento de Aerobios Totales en Placas 3M Petrifilm de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

RECUESTO DE AEROBIOS TOTALES								
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Promedio por muestreo	Límite máximo permitido
M1 mañana	1120	1080	1220	1180	940	850	1065	Límite máximo permitido: 200 UFC/mL
M1 tarde	2820	820	1260	MNPC	440	880	1244	
M2 mañana	587	439	560	545	224	771	521	
M2 tarde	1480	964	1368	510	172	513	835	
M3 mañana	1632	MNPC	990	650	367	830	894	
M3 tarde	720	MNPC	880	503	508	990	720	
M4 mañana	890	750	610	560	1260	1020	848	
M4 tarde	820	1040	750	380	790	910	782	
Promedio por punto	1259	849	955	618	588	846		
PROMEDIO							864	

Elaborado por: Angel Tisalema



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 15. Promedio del recuento de Aerobios Totales de los 4 muestreos tanto de la mañana como de la tarde medidas del Agua de la Laguna de Langos en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

Interpretación:

El valor de referencia de los Aerobios Totales en agua según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es, para su límite máximo permitido de 200 UFC/mL.

El valor más alto obtenido fue de 2820 UFC/mL del punto 1 del primer muestreo de la toma de la tarde, obtenida el 06 de Noviembre del 2018; El valor más bajo obtenido fue de 439 UFC/mL del punto 2 del segundo muestreo de la toma de la mañana, obtenida el 18 de Diciembre del 2018. El valor promedio del recuento de Aerobios Totales de las aguas de la Laguna de Langos fue de 863.6 UFC/mL.

Los valores que exceden por mucho el rango de conteo de las Placas 3M Petrifilm se los represento como MNPC, y no se los tomo en cuenta para el promedio, son 3 valores que se representaron de esta forma fue del punto 2 de la mañana y la tarde del tercer muestreo y

del punto 4 del primer muestreo la tarde, se puede decir que estos valores sobrepasan el límite máximo permitido, y que representan el 6.3 % de los resultados.

En cuanto a los resultados el 100 % se encuentra por encima del límite máximo permitido en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, en conclusión, las aguas de la Laguna de Langos no son seguras en cuanto a la presencia de Aerobios Totales se refiere, tanto para la población, turista y la vida silvestre que ahí habita. Hay que tener en cuenta que cualquier presencia de Aerobios Totales es un peligro potencial para la salud, ya que, estas bacterias indican el contacto del agua con fuentes contaminadas y falta de higiene en las aguas.

4.1.16. PRUEBAS BIOQUÍMICAS DE IDENTIFICACIÓN

Tabla 19. Resultados de pruebas bioquímicas e identificación de las 9 cepas bacterianas aisladas de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS BIOQUÍMICAS														
Cepa	TSI					SIM				CIT	UR	MA	RM	Bacteria Identificada
	Glu	Lac	Sac	Gas	Glu	SH2	SH2	Mov	Indol					
Cepa 1	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	<i>Escherichia coli</i>
Cepa 2	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	<i>Cronobacter sakazakii</i>
Cepa 3	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	<i>Pantoea agglomerans</i>
Cepa 4	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Cepa 5	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	<i>Klebsiella oxytoca</i>
Cepa 6	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	<i>Klebsiella ozaenae</i>
Cepa 7	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	<i>Citrobacter freundii</i>
Cepa 8	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	<i>Proteus vulgaris</i>
Cepa 9	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	<i>Serratia liquefaciens</i>

Elaborado por: Angel Tisalema

Interpretación

En la tabla se resumen los resultados obtenidos en las pruebas bioquímicas realizadas de las 9 cepas bacterianas para su identificación, cabe mencionar que la tabla refleja solo el resultado de las cepas bacterianas diferentes, ya que, no amerita colocar los resultados por muestreo, pues todas las bacterias según su tipo tienen el mismo resultado en las pruebas

bioquímicas, a excepción del *Pantoea agglomerans* que por su naturaleza tiende a ser muy variable en casi todos las pruebas bioquímicas.

Tabla 20. Bacterias identificadas por punto geográfico de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019.

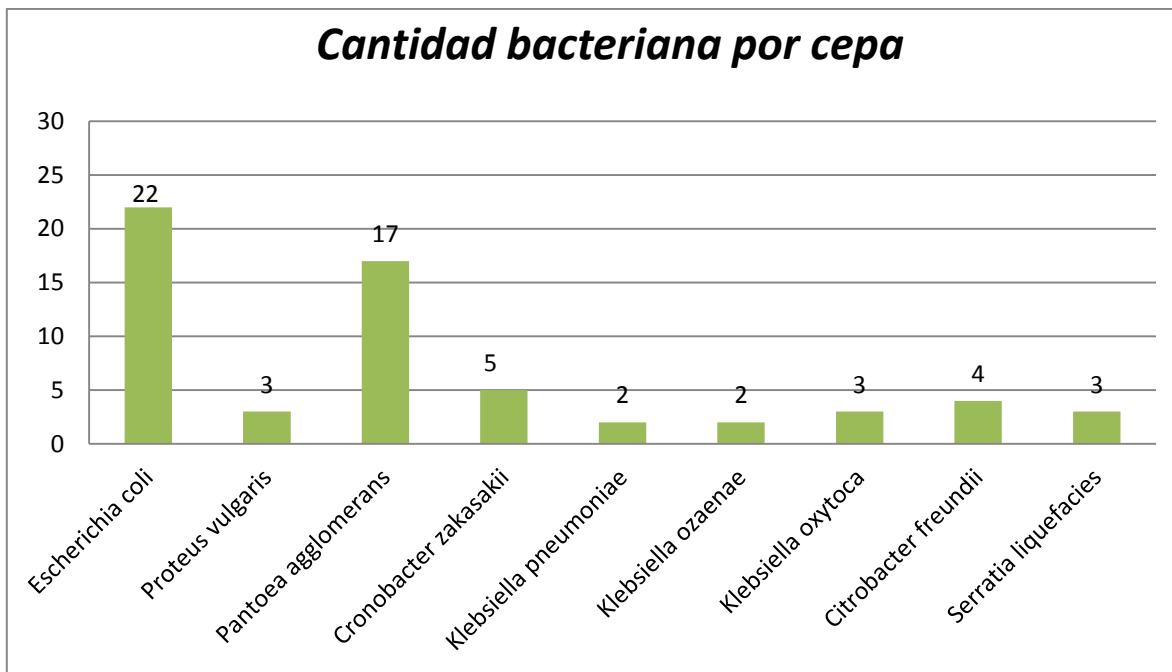
BACTERIAS IDENTIFICADAS POR PUNTO						
Punto Muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6
M1 mañana	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Proteus vulgaris</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Proteus vulgaris</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u>	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Pantoea agglomerans</i></u>
M1 tarde	<u><i>Proteus vulgaris</i></u>	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Proteus vulgaris</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Klebsiella oxytoca</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u>	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>
M2 mañana	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Citrobacter freundii</i></u>	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Klebsiella ozaenae</i></u>	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>
M2 tarde	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Citrobacter freundii</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Serratia liquefaciens</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Klebsiella oxytoca</i></u>	<u><i>Serratia liquefaciens</i></u>	<u><i>Serratia liquefaciens</i></u>
M3 mañana	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u>	<u><i>Citrobacter freundii</i></u>	<u><i>Cronobacter sakazakii</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u>
M3 tarde	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Klebsiella ozaenae</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Citrobacter freundii</i></u>	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Klebsiella pneumoniae</i></u>
M4 mañana	<u><i>Cronobacter sakazakii</i></u>	<u><i>Cronobacter sakazakii</i></u>	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u> <u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Cronobacter sakazakii</i></u>
M4 tarde	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u>	<u><i>Cronobacter sakazakii</i></u>	<u><i>Klebsiella oxytoca</i></u>	<u><i>Escherichia coli</i></u>	<u><i>Pantoea agglomerans</i></u>

Elaborado por: Angel Tisalema

Interpretación

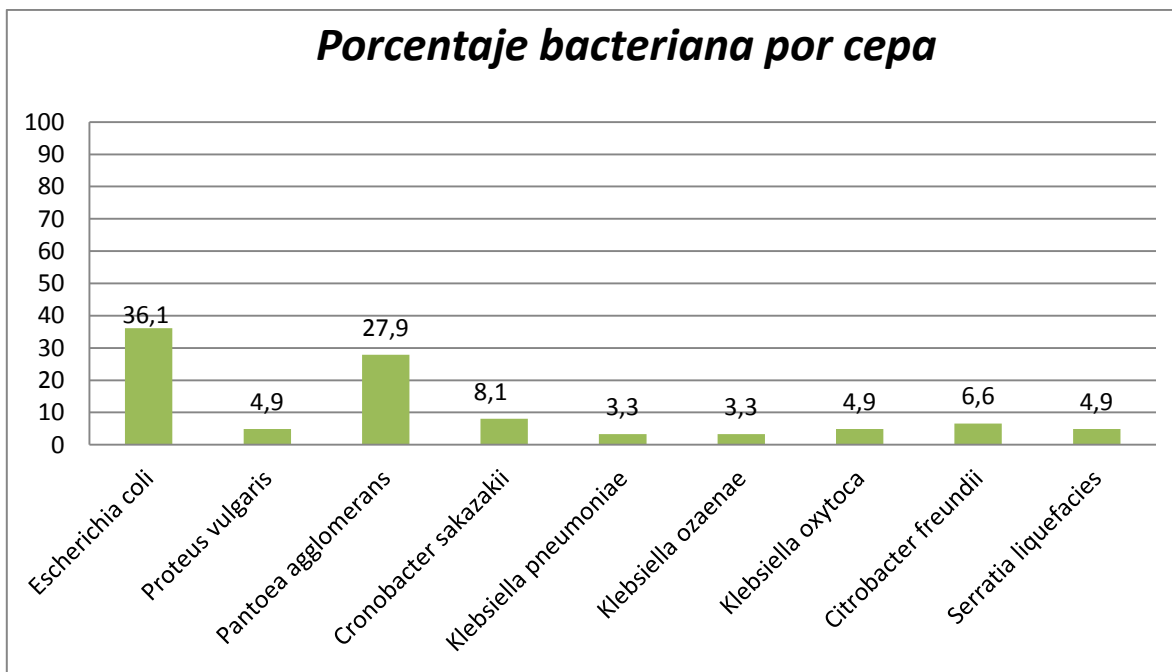
En la tabla se representa las bacterias identificadas por muestreo y por punto de toma, cabe resaltar que por cuadrícula no existe un número mayor a 2 bacterias, ya que, al momento de seleccionar las bacterias que fueron aisladas, se seleccionó únicamente la más representativa (colonias rosado) que se aisló en las Placas 3M Petrifilm para *E. coli*/

Coliformes, y en el caso que hubiera crecimiento de E. coli (colonias azules), se sembraron las 2 colonias una rosada que representa a los Coliformes Totales y una azul que representa a la E. coli.



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 16. Cantidad de bacterias identificadas por tipo de cepa de las 48 muestras tomadas del Agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019.



Elaborado por: Angel Tisalema

Gráfico 17. Porcentaje de bacterias por tipo de cepa en relación al 100 % de las 48 muestras tomadas del agua de la Laguna de Langos en el período Septiembre 2018 – Febrero 2019.

Interpretación

En el grafico 17 se representa la cantidad de bacterias identificadas por tipo de cepa y en el grafico 18 se representa el porcentaje que representan en relación al 100 %.

El total de bacterias identificadas es de 61 que representan el 100 %. Podemos observar que la bacteria que tiene mayor número es la *Escherichia coli* con un total de 22 identificadas que representa el 36.1 %, le sigue la *Pantoea Agglomerans* con un total de 17 identificadas que representa el 27.9 %, la *Cronobacter sakazakii* con un total de 5 identificadas que representa el 8.1 %, *Citrobacter freundii* con un total de 4 identificadas que representan el 6.6 %, *Proteus vulgaris* con total de 3 identificadas que representan el 4.9 %, *Klebsiella oxytoca* con total de 3 identificadas que representan el 4.9 %, *Serratia liquefaciens* con total de 3 identificadas que representan el 4.9 %, *Klebsiella pneumoniae* con un total de 2

identificadas que representan el 3.3 % , *Klebsiella ozaenae* con un total de 2 identificadas que representan el 3.3 %.

Se llegó a la conclusión que la bacteria de mayor prevalencia es la *Escherichia coli*, aunque en el contaje de placa 3M Petrifilm para *E. coli*/ Coliformes no se observó una gran cantidad de colonias, si se observó que esta estaba presente en varios puntos, pues en las Placas 3M Petrifilm, estas se reflejan de color azul, y además que cualquier cantidad es peligrosa para la salud, ya que estas son indicativas de contaminación fecal. Le sigue la *Pantoea agglomerans*, que es miembro de las Coliformes Totales, esta bacteria por lo general puede causar infecciones en personas inmunodeprimidas. Estas 2 bacterias son las más abundantes en el agua de las Laguna de Langos y de las que hay que tener mayor precaución.

4.1.17. PRUEBAS DE SENSIBILIDAD

Tabla 21. Datos importantes de los discos de sensibilidad usados.

Antibiótico	Siglas	Lote	Concentración
Amikacina	AK	170323 A	30 mg
Nitrofurantoina	F	170206 A	300 mg
Amoxicilina + Acido clavulanico	AMC	161026 A	20/10 mg
Ofloxacina	OFX	170405 B	5 mcg
Ampicilina + sulbactam	SAM	160813 B	10/10 mg
Tetraciclina	TE	160818 B	30 mcg
Cefotaxima	CTX	160413 B	30 mcg
Gentamicina	CN	170405 P	10 mcg
Imipenem	IPM	161101 B	10 mcg
Sulfatrimetoprim	SXT	1704183	1.25/23.75 mcg

Elaborado por: Angel Tisalema

Interpretación

En el cuadro se observan datos importantes de los discos de sensibilidad utilizados como los son el lote, y la concentración que es un punto muy importante, porque nos da la dosis con la que el antibiótico es efectivo.

Tabla 22. Antibiograma de *Escherichia coli* e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI (Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio, 2018)

Antibiograma de <i>Escherichia coli</i>					
Antibiótico	Siglas	Diámetro de halo (mm)	Punto de corte (mm)		Resultado
			Resistencia \leq	Sensibilidad \geq	
Amikacina	AK	24	19	26	I
Nitrofurantoina	F	21	20	25	I
Amoxicilina + Acido Clavulánico	AMC	9	18	24	R
Ofloxacina	OFX	35	29	33	S
Ampicilina + sulbactam	SAM	16	19	24	R
Tetraciclina	TE	21	18	25	I
Cefotaxima	CTX	36	29	35	S
Gentamicina	CN	22	19	26	I
Imipenem	IPM	36	26	32	S
Sulfatrimetoprim	SXT	29	23	29	S

Elaborado por: Angel Tisalema

S: Sensible, R: Resistente, I: Intermedio

Interpretación:

El antibiograma para *Escherichia coli* en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI, arrojo los siguientes resultados Resistencia para Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC), Ampicilina + sulbactam (SAM); Intermedio para Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Tetraciclina (TE), Gentamicina (CN) y Sensibilidad a Ofloxacina (OFX), Cefotaxima

(CTX), Imipenem (IPM) y Sulfatrimetoprim (SXT). Podemos concluir que la cepa tiene una baja sensibilidad ya que solo 4 antibióticos fueron efectivos, tuvo sensibilidad intermedia a 4 antibiótico y resistentes a 2 antibióticos de un total de 10.

Tabla 23. Antibiograma de *Pantoea agglomerans* e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.

Antibiograma de <i>Pantoea agglomerans</i>					
Antibiótico	Siglas	Diámetro de halo (mm)	Punto de corte (mm)		Resultado
			Resistencia \leq	Sensibilidad \geq	
Amikacina	AK	22	14	17	S
Nitrofurantoina	F	21	14	17	S
Amoxicilina + Acido Clavulánico	AMC	8	13	18	R
Ofloxacina	OFX	33	20	31	S
Ampicilina + sulbactam	SAM	19	11	15	S
Tetraciclina	TE	14	11	15	I
Cefotaxima	CTX	32	22	26	S
Gentamicina	CN	21	12	15	S
Imipenem	IPM	29	19	23	S
Sulfatrimetoprim	SXT	24	10	16	S

Elaborado por: Angel Tisalema

S: Sensible, R: Resistente, I: Intermedio

Interpretación:

El antibiograma para *Pantoea agglomerans* en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI, arrojo los siguientes resultados Resistencia para Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC); Intermedio para Tetraciclina (TE) y Sensibilidad a Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Ampicilina + sulbactam (SAM), Ofloxacina (OFX), Cefotaxima (CTX), Gentamicina (CN), Imipenem (IPM) Y Sulfatrimetoprim (SXT). Podemos concluir

que la cepa tiene una alta sensibilidad ya que 8 antibióticos fueron efectivos, tuvo sensibilidad intermedia a 1 antibiótico y resistentes a 1 antibióticos de un total de 10.

Tabla 24. Antibiograma de *Cronobacter sakazakii* e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.

Antibiograma de <i>Cronobacter sakazakii</i>					
Antibiótico	Siglas	Diámetro de halo (mm)	Punto de corte (mm)		Resultado
			Resistencia \leq	Sensibilidad \geq	
Amikacina	AK	24	14	17	S
Nitrofurantoina	F	23	14	17	S
Amoxicilina + Acido Clavulánico	AMC	8	13	18	R
Ofloxacina	OFX	34	20	31	S
Ampicilina + sulbactam	SAM	11	11	15	R
Tetraciclina	TE	26	11	15	S
Cefotaxima	CTX	36	22	26	S
Gentamicina	CN	19	12	15	S
Imipenem	IPM	21	19	23	I
Sulfatrimetoprim	SXT	29	10	16	S

Elaborado por: Angel Tisalema

S: Sensible, R: Resistente, I: Intermedio

Interpretación:

El antibiograma para *Cronobacter sakazakii* en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI, arrojo los siguientes resultados Resistencia para Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC), Ampicilina + sulbactam (SAM); Intermedio para Imipenem (IPM) Y Sensibilidad a Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Ofloxacina (OFX), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Gentamicina (CN) y Sulfatrimetoprim (SXT). Podemos concluir que la cepa tiene una alta sensibilidad ya que 7 antibióticos fueron efectivos, tuvo sensibilidad intermedia a 1 antibiótico y resistentes a 2 antibióticos de un total de 10.

Tabla 25. Antibiograma de *Klebsiella pneumoniae* e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.

Antibiograma de <i>Klebsiella pneumoniae</i>					
Antibiótico	Siglas	Diámetro de halo (mm)	Punto de corte (mm)		Resultado
			Resistencia \leq	Sensibilidad \geq	
Amikacina	AK	24	14	17	S
Nitrofurantoina	F	18	14	17	I
Amoxicilina + Acido Clavulánico	AMC	6	13	18	R
Ofloxacina	OFX	27	12	16	S
Ampicilina + sulbactam	SAM	18	11	15	S
Tetraciclina	TE	20	11	15	S
Cefotaxima	CTX	29	17	25	S
Gentamicina	CN	20	15	22	I
Imipenem	IPM	34	19	23	S
Sulfatrimetoprim	SXT	27	10	16	S

Elaborado por: Angel Tisalema

S: Sensible, R: Resistente, I: Intermedio

Interpretación:

El antibiograma para *Klebsiella pneumoniae* en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI, arrojó los siguientes resultados Resistencia para Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC); Intermedio para Nitrofurantoina (F), Gentamicina (CN) y Sensibilidad a Amikacina (AK), Ofloxacina (OFX), Ampicilina + sulbactam (SAM), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX9), Imipenem (IPM) y Sulfatrimetoprim (SXT). Podemos concluir que la cepa tiene una alta sensibilidad ya que 7 antibióticos fueron efectivos, tuvo sensibilidad intermedia a 1 antibiótico y resistentes a 2 antibióticos de un total de 10.

Tabla 26. Antibiograma de *Klebsiella oxytoca* e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.

Antibiograma de <i>Klebsiella oxytoca</i>					
Antibiótico	Siglas	Diámetro de halo (mm)	Punto de corte (mm)		Resultado
			Resistencia \leq	Sensibilidad \geq	
Amikacina	AK	21	14	17	S
Nitrofurantoina	F	20	14	17	S
Amoxicilina + Acido clavulanico	AMC	13	13	18	R
Ofloxacina	OFX	30	12	16	S
Ampicilina + sulbactam	SAM	25	11	15	S
Tetraciclina	TE	25	11	15	S
Cefotaxima	CTX	34	17	25	S
Gentamicina	CN	16	15	22	I
Imipenem	IPM	30	19	23	S
Sulfatrimetoprim	SXT	31	10	16	S

Elaborado por: Angel Tisalema

S: Sensible, R: Resistente, I: Intermedio

Interpretación:

El antibiograma para *Klebsiella oxytoca* en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI, arrojo los siguientes resultados Resistencia para Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC); Intermedio para Gentamicina (CN) y Sensible a Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Ofloxacina (OFX), Ampicilina + sulbactam (SAM), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Imipenem (IPM) y Sulfatrimetoprim (SXT). Podemos concluir que la cepa tiene una alta sensibilidad ya que 87 antibióticos fueron efectivos, tuvo sensibilidad intermedia a 1 antibiótico y resistentes a 1 antibióticos de un total de 10.

Tabla 27. Antibiograma de *Klebsiella ozaenae* e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.

Antibiograma de <i>Klebsiella ozaenae</i>					
Antibiótico	Siglas	Diámetro de halo (mm)	Punto de corte (mm)		Resultado
			Resistencia \leq	Sensibilidad \geq	
Amikacina	AK	24	14	17	S
Nitrofurantoina	F	24	14	17	S
Amoxicilina + Acido Clavulánico	AMC	6	13	18	R
Ofloxacina	OFX	31	12	16	S
Ampicilina + sulbactam	SAM	6	11	15	R
Tetraciclina	TE	28	11	15	S
Cefotaxima	CTX	39	17	25	S
Gentamicina	CN	22	15	22	S
Imipenem	IPM	22	19	23	I
Sulfatrimetoprim	SXT	31	10	16	S

Elaborado por: Angel Tisalema

S: Sensible, R: Resistente, I: Intermedio

Interpretación:

El antibiograma para *Klebsiella ozaenae* en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI, arrojo los siguientes resultados Resistencia para Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC), Ampicilina + sulbactam (SAM); Intermedio para Imipenem (IPM) y Sensibilidad a Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Ofloxacina (OFX), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Gentamicina (CN) y Sulfatrimetoprim (SXT). Podemos concluir que la cepa tiene una alta sensibilidad ya que 7 antibióticos fueron efectivos, tuvo sensibilidad intermedia a 1 antibiótico y resistentes a 2 antibióticos de un total de 10.

Tabla 28. Antibiograma de *Citrobacter freundii* e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.

Antibiograma de <i>Citrobacter freundii</i>					
Antibiótico	Siglas	Diámetro de halo (mm)	Punto de corte (mm)		Resultado
			Resistencia \leq	Sensibilidad \geq	
Amikacina	AK	25	14	17	S
Nitrofurantoina	F	8	14	17	R
Amoxicilina + Acido Clavulánico	AMC	6	13	18	R
Ofloxacina	OFX	33	20	31	S
Ampicilina + sulbactam	SAM	27	11	15	S
Tetraciclina	TE	20	11	15	S
Cefotaxima	CTX	37	22	26	S
Gentamicina	CN	25	12	15	S
Imipenem	IPM	35	19	23	S
Sulfatrimetoprim	SXT	29	10	16	S

Elaborado por: Angel Tisalema

S: Sensible, R: Resistente, I: Intermedio

Interpretación:

El antibiograma para *Citrobacter freundii* en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI, arrojo los siguientes resultados Resistencia para Nitrofurantoina (F), Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC); Intermedio para ningún antibiótico y Sensibilidad a Amikacina (AK), Ofloxacina (OFX), Ampicilina + sulbactam (SAM), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Gentamicina (CN), Imipenem (IPM), Sulfatrimetoprim (SXT). Podemos concluir que la cepa tiene una alta sensibilidad ya que 8 antibióticos fueron efectivos, tuvo sensibilidad intermedia a 0 antibiótico y resistentes a 2 antibióticos de un total de 10.

Tabla 29. Antibiograma de *Proteus vulgaris* e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.

Antibiograma de <i>Proteus vulgaris</i>					
Antibiótico	Siglas	Diámetro de halo (mm)	Punto de corte (mm)		Resultado
			Resistencia ≤	Sensibilidad ≥	
Amikacina	AK	23	14	17	R
Nitrofurantoina	F	20	14	17	R (RN)
Amoxicilina + Acido Clavulánico	AMC	15	13	18	I
Ofloxacina	OFX	28	12	16	S
Ampicilina + sulbactam	SAM	27	11	15	S
Tetraciclina	TE	6	11	15	R
Cefotaxima	CTX	33	17	25	S
Gentamicina	CN	20	15	22	I
Imipenem	IPM	37	19	23	S
Sulfatrimetoprim	SXT	8	10	16	R

Elaborado por: Angel Tisalema

S: Sensible, R: Resistente, I: Intermedio

Interpretación:

El antibiograma para *Proteus vulgares* en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI, arrojó los siguientes resultados Resistencia para Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Tetraciclina (TE), Sulfatrimetoprim (SXT); Intermedio para Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC), Gentamicina (CN) y Sensibilidad a Ofloxacina (OFX), Ampicilina + sulbactam (SAM), Cefotaxima (CTX), Imipenem (IPM). Podemos concluir que la cepa tiene una baja sensibilidad ya que solo 4 antibióticos fueron efectivos, tuvo una sensibilidad intermedia a 2 antibiótico y resistentes a 4 antibióticos de un total de 10.

Tabla 30. Antibiograma de *Serratia liquefaciens* e interpretación de sensibilidad antibiótica en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI.

Antibiograma de <i>Serratia liquefaciens</i>					
Antibiótico	Siglas	Diámetro de halo (mm)	Punto de corte (mm)		Resultado
			Resistencia \leq	Sensibilidad \geq	
Amikacina	AK	25	14	17	S
Nitrofurantoina	F	25	14	17	S
Amoxicilina + Acido Clavulánico	AMC	6	13	18	R (RN)
Ofloxacina	OFX	35	12	16	S
Ampicilina + sulbactam	SAM	6	11	15	R (RN)
Tetraciclina	TE	30	11	15	S
Cefotaxima	CTX	37	17	25	S
Gentamicina	CN	22	15	22	S
Imipenem	IPM	23	19	23	S
Sulfatrimetoprim	SXT	33	10	16	S

Elaborado por: Angel Tisalema

S: Sensible, R: Resistente, I: Intermedio

Interpretación:

El antibiograma para *Serratia liquefaciens* en comparación con los puntos de corte dados por la CLSI, arrojo los siguientes resultados Resistencia para Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC), Ampicilina + sulbactam (SAM); Intermedio para ninguno y Sensibilidad a Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Ofloxacina (OFX), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Gentamicina (CN), Imipenem (IPM) y Sulfatrimetoprim (SXT). Podemos concluir que la cepa tiene una alta sensibilidad ya que 7 antibióticos fueron efectivos, tuvo sensibilidad intermedia a 1 antibiótico y resistentes a 2 antibióticos de un total de 10.

4.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis alterna (H1): Los parámetros físicos químicos y bacteriológicos analizados en el agua de la Laguna de Langos no están dentro de los límites permitidos en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, para sus distintos usos.

Hipótesis nula (H0): Los parámetros físicos químicos y bacteriológicos analizados en el agua de la Laguna de Langos están dentro de los límites permitidos en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, para sus distintos usos.

Después de haber realizado el análisis del resultado de los 15 parámetros investigados tanto físico, químicos y bacteriológicos del agua de la Laguna de Langos del Canto Guano de la provincia de Chimborazo en el periodo Septiembre 2018- Febrero 2019.

Se acepta la **Hipótesis alterna (H1):** Debido a que los siguientes parámetros analizados en el agua de la Laguna de Langos: olor, turbidez, sulfatos, Coliformes totales y Aerobios totales, se encuentran fuera de los límites permitidos en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, para sus distintos usos.

Se rechaza la **Hipótesis nula (H0):** Ya que varios de los parámetros analizados están fuera de los límites permitidos por la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, para sus distintos usos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Al finalizar el proyecto de investigación y analizando todos los resultados obtenidos se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El agua de la Laguna de Langos de la zona Central del Ecuador, ubicada en la provincia de Chimborazo del Cantón Guano, no es apta para los siguientes usos: consumo humano y uso doméstico, preservación de flora y fauna, agrícola, pecuario, recreativo, industrial, transporte y uso estético. Ya que varios de sus parámetros están fuera del límite superior permitido en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

- Se caracterizó tanto fisicoquímica y bacteriológicamente el agua de la Laguna de Langos de la Zona central del Ecuador y los resultados se compararon con los valores permitidos en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. Y cuyos resultados son:
 - Temperatura: Con un valor promedio de 16.01 °C y en comparación con la norma que señala un límite inferior de 13.1 °C y límite superior de 19.1 °C, este parámetro se encuentra dentro de los valores permitidos y no representa ningún peligro para la salud de la población.
 - Color: Con un valor promedio de incoloro y en comparación con la norma que señala un valor límite de incoloro, este parámetro se encuentra dentro de los valores permitidos y no representa ningún peligro para la salud de la población.

- Olor: Con un valor promedio de desagradable y en comparación con la norma que señala que no debe presentar ningún aroma, este parámetro se encuentra fuera de los valores permitidos, esto se debe a la vegetación muerta que se encuentra en esos lugares, al arrastre de sedimento que en muchas ocasiones tiene presencia de materia fecal de ganado de los alrededores y también a la acumulación de basura arrojada por los visitantes.
- pH: Con un valor promedio de 7.14 y en comparación con la norma que señala un límite inferior de 6.5 y un límite superior de 8.3, este parámetro se encuentra dentro de los valores permitidos y no representa ningún peligro para la salud de la población.
- Conductividad: Con un valor promedio de 1913 uS/cm y en comparación con la norma que señala un valor límite inferior de 700 uS/cm y un límite superior de 3000 uS/cm, este parámetro se encuentra dentro de los valores permitidos y no representa ningún peligro para la salud de la población.
- Solidos Totales Disueltos: Con un valor promedio de 975 mg/L y en comparación con la norma que señala un valor límite de 3000 mg/L, este parámetro se encuentra dentro de los valores permitidos y no representa ningún peligro para la salud de la población.
- Turbidez: Con un valor promedio de 5.32 UTN y en comparación con la norma que señala un valor límite superior de 5 UTN, este parámetro se encuentra fuera de los valores permitidos, esto se debe a la presencia de partículas o microorganismos en suspensión, a el arrastre de sedimentos (arcilla, fragmentos de roca, sustancias del lecho, materia orgánica, etc.)
- Sulfatos: Con un valor promedio de 918.4 mg/L y en comparación con la norma que señala un valor límite de 250 mg/L, este parámetro se encuentra fuera de los valores permitidos, esto se debe a que la vertiente de la Laguna es subterránea, esta se mueve a través de las rocas provocando que se disuelvan en el agua minerales como sulfatos de sodio, sulfatos de magnesio y sulfatos de calcio.
- Nitritos: Con un valor promedio de 0.0046 mg/L y en comparación con la norma que señala un valor límite superior de 0.2 mg/L, este parámetro se

encuentra dentro de los valores permitidos y no representa ningún peligro para la salud de la población.

- Nitratos: Con un valor promedio de 0.44 mg/L y en comparación con la norma que señala un valor límite superior de 10 mg/L, este parámetro se encuentra dentro de los valores permitidos y no representa ningún peligro para la salud de la población.
- Alcalinidad: Con un valor promedio de 260 mg/L y en comparación con la norma que señala un valor límite superior de 20 mg/L, este parámetro se encuentra fuera de los valores permitidos, esto se debe principalmente a las sales de ácidos débiles y bases fuertes y, estas sustancias actúan como amortiguadoras para resistir la caída de pH resultante a la adición de ácidos.
- Amoníaco: Con un valor promedio de 0.48 mg/L y en comparación con la norma que señala un valor límite superior de 0.5 mg/L, este parámetro se encuentra dentro de los valores permitidos y no representa ningún peligro para la salud de la población.
- Recuento de *Escherichia coli*: Con un valor promedio de 4.3 UFC/mL y en comparación con la norma que señala un valor límite superior de 100 UFC/mL, este parámetro se encuentra dentro de los valores permitidos, pero, hay que tener en cuenta que cualquier presencia de *Escherichia coli* es un peligro potencial para la salud, ya que, es indicativa de contaminación fecal y puede causar diarrea leve o aguda, infección de vías urinarias, bacteriemia y meningitis, en los niños puede causar síndrome hemolítico urémico en el 7 % de los casos y en lactantes es más frecuente vómitos y fiebre.
- Recuento de Coliformes totales: Con un valor promedio de 318 UFC/mL y en comparación con la norma que señala un valor límite superior de 200 UFC/mL, este parámetro se encuentra fuera de los valores permitidos y representa un peligro potencial para la salud, ya que, estas bacterias provienen del tracto intestinal y materia fecal del hombre y animales.
- Recuento de Aerobios totales: Con un valor promedio de 864 UFC/mL y en comparación con la norma que señala un valor límite superior de 200 UFC/mL, este parámetro se encuentra fuera de los valores permitidos, y

cualquier presencia de Aerobios Totales es un peligro potencial para la salud, ya que, estas bacterias indican el contacto del agua con fuentes contaminadas y falta de higiene en las aguas. En este grupo se incluyen todas las bacterias, mohos y levaduras capaces de desarrollarse a 22⁰C. También es u indicador de calidad sanitaria de las aguas.

- Se identificó las bacterias aisladas en las placas 3m Petrifilm *E. coli*/Coliformes mediante pruebas bioquímicas TSI, SIM, Citrato, Urea, Malonato y Voges-Proskauer, las cuales fueron: *Escherichia coli*, *Pantoea agglomerans*, *Cronobacter sakazakii*, *Citrobacter freundii*, *Serratia liquefaciens*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella pneumoniae* y *Klebsiella ozaenae*.
- Se logró Cuantificar las principales bacterias de importancia sanitaria presentes en las aguas de la Laguna de Langos mediante la utilización de placas 3M Petrifilm E.coli/Coliformes y Aerobios totales. Se encontró un total de 61 cepas bacterianas. De las cuales se identificó: *Escherichia coli* identificada en 22 muestras, le siguió *Pantoea agglomerans* identificada en 17 muestras, *Cronobacter sakazakii* identificada en 5 muestras, *Citrobacter freundii* identificada en 4 muestras, *Serratia liquefaciens* identificada en 3 muestras, *Proteus vulgaris* identificada en 3 muestras *Klebsiella oxytoca* identificada en 3 muestras, *Klebsiella pneumoniae* identificada en 2 muestras y *Klebsiella ozaenae* identificada en 2 muestras.
- Se estableció la sensibilidad a los antibióticos de las bacterias identificadas en el agua de la Laguna de Langos.
 - *Escherichia coli*: Fue Sensible a Ofloxacina (OFX), Cefotaxima (CTX), Imipenem (IPM) y Sulfatrimetoprim (SXT); Sensibilidad Intermedia a Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Tetraciclina (TE), Gentamicina (CN) y Resistente a Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC), Ampicilina + Sulbactam (SAM).

- *Pantoea agglomerans*: Fue Sensible a Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Ofloxacina (OFX), Ampicilina + Sulbactam (SAM), Cefotaxima (CTX), Gentamicina (CN), Imipenem (IPM), Sulfatrimetoprim (SXT); Sensibilidad Intermedia a Tetraciclina (TE) y Resistente a Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC).
- *Cronobacter sakazakii*: Fue Sensible a Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Ofloxacina (OFX), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Gentamicina (CN), Sulfatrimetoprim (SXT); Sensibilidad Intermedia a Imipenem (IPM) y Resistente a Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC), Ampicilina + Sulbactam (SAM).
- *Klebsiella pneumoniae*: Fue Sensible a Amikacina (AK), Ofloxacina (OFX), Ampicilina + Sulbactam (SAM), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Imipenem (IPM), Sulfatrimetoprim (SXT); Sensibilidad Intermedia a Nitrofurantoina (F), Gentamicina (CN) y Resistente a Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC).
- *Klebsiella oxytoca*: Fue Sensible a Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Ofloxacina (OFX), Ampicilina + Sulbactam (SAM), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Imipenem (IPM), Sulfatrimetoprim (SXT); Sensibilidad Intermedia a Gentamicina (CN) y Resistente a Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC).
- *Klebsiella ozaenae*: Fue Sensible a Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Ofloxacina (OFX), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Gentamicina (CN), Sulfatrimetoprim (SXT); Sensibilidad Intermedia a Imipenem (IPM); y Resistente a Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC), Ampicilina + Sulbactam (SAM).
- *Citrobacter freundii*: Fue Sensible a Amikacina (AK), Ofloxacina (OFX), Ampicilina + Sulbactam (SAM), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Gentamicina (CN), Imipenem (IPM), Sulfatrimetoprim (SXT); Sensibilidad Intermedia a Ningún antibiótico y Resistente a Nitrofurantoina (F), Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC).

- *Proteus vulgaris*: Fue Sensible a Ofloxacina (OFX), Ampicilina + Sulbactam (SAM), Cefotaxima (CTX), Imipenem (IPM); Sensibilidad Intermedia a Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC), Gentamicina (CN) y Resistente a Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Tetraciclina (TE), Sulfatrimetoprim (SXT).
- *Serratia liquefaciens*: Fue Sensible a Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Ofloxacina (OFX), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Gentamicina (CN), Imipenem (IPM), Sulfatrimetoprim (SXT); Sensibilidad Intermedia a Ningún antibiótico y Resistente a Nitrofurantoina (F), Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC), Ampicilina + Sulbactam (SAM).

5.2.RECOMENDACIONES

- Realizar monitoreos de los parámetros más importantes de la Laguna de Langos anualmente, para controlar cualquier cambio que puedan ser peligrosos para la población.
- Fomentar los estudios en cuanto al agua de las lagunas se refiere, pues es una temática poco estudiada, y es una problemática ambiental que afecta al país, por la falta de interés de las autoridades de controlar la calidad de este tipo de aguas.
- Es recomendable realizar un estudio complementario en los habitantes de la zona para detectar una relación entre las bacterias encontradas en la Laguna y las bacterias que con mayor frecuencia causan enfermedades gastrointestinales en la población del Cantón Guano.
- Colocar basureros para clasificar los desechos plásticos, orgánicos y cartones, en los alrededores de la Laguna y así evitar la contaminación sus aguas.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. Peña S. Ruedas, S. Carrera. “Eliminación de Nitrógeno Amoniacal en Aguas Residuales Sanitarias”. Revista Ingeniería Química, 420.2005.
2. Agencia de Protección de la Salud y Seguridad Alimentaria. “Los nitratos y los nitritos y el agua de consumo”. Junta de Castilla y León. España.
3. Amado Álvarez, Jesús Pilar; Pérez Cutillas, Pedro; Ramírez Valle, Orlando; Alarcón Cabañero y Juan José. (2016). “Análisis de la calidad del agua en las Lagunas de Bustillos y de los Mexicanos (Chihuahua, México) “. Papeles de Geografía, núm. 62, 2016, pp. 107-118. Universidad de Murcia. Murcia, España. ISSN: 1989-4627
4. Ángeles Carbajal Azcona y María González Fernández. (2012). “Propiedades y funciones biológicas del agua”. Universidad Complutense de Madrid. España
5. Biodiversidad, biotecnológica y bioseguridad (2010). Bib. Orton IICA / CATIE.
6. Claudia Rodriguez, Miguel Mancini, Carlos Prospero, Alicia Weyers, Gabriel Alcantú. (2001). “Calidad de agua de una laguna recreacional del Centro-Oeste de la provincia de Córdoba, Argentina”. Fac. Agr. y Vet. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Argentina. Argentina.
7. CTMA. T-5. La hidrosfera: contaminación. Curso 2014-15. IES Santiago Grisolia. Prof.: Luis P. Ortega.
8. Deisy Alexandra Burgasí Oña y Tannia Maribel Cayo Pallasco. (2016). “Diagnóstico ambiental del ecosistema de la Laguna de Yambo, Cantón Salcedo, Provincia Cotopaxi, Periodo 2015”. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente. Latacunga – Ecuador
9. Departamento de ordenación del territorio y medio ambiente: Dirección del Agua del Gobierno Vasco. (2002). “Caracterización de las masas de agua superficiales de la cap V”. Equipo redactor del tomo I, Metodología Inguru Consultores S.A.

10. Diagnora Brito, Jessica Rivero, Miguel Guevara, Freddy Vásquez, Bladimir Díaz Y José Gíl. (2016). “Análisis físico-químico y microbiológico de la Laguna Grande, Parroquia la Pica, Maturín - Estado Monagas, Venezuela”. Universidad de Oriente, Venezuela. Vol. 28 N° 3: 502-510. (2016) ISSN: 2343-6468 Digital / Depósito Legal ppi 198702SU4231 ISSN: 1315-0162 Impreso / Depósito Legal pp 198702SU187
11. Erika Murgueitio. “Caracterización fisicoquímica de las aguas de la laguna de Mapaguiña, provincia de Chimborazo”. Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente, Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Sangolquí, Ecuador. esmurgueitio@espe.edu.ec
12. Fernández Cirelli, Alicia. “El agua: un recurso esencial”. Química Viva, vol. 11, núm. 3, diciembre, 2012, pp. 147-170. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina
13. Gloria Inés Giraldo Gómez. “Manual de análisis de aguas”. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Facultad de Ciencias y Administración, Departamento de Ciencias. Págs. 123 a 151.
14. Heli Moreno Otero. (1953) “Estudio sobre la definición de algunos términos geográficos: Laguna y Lagos”. Artículo del Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia Numero 2 y 3, Volumen XI Segundo y Tercer Trimestre de 1953.
15. Ing.m.Sc. José Chang Gómez. (2005). “Limnología”. Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. E mail: jvchang@espol.edu.ec
16. José V. Chang Gómez, Ing. M. Sc. “Calidad del Agua”. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. (FMAR – 01677). Versión 1.0. Guayaquil Ecuador
17. López Sardi, Estela Mónica y col.” Calidad del agua para usos recreativos desde las perspectivas de la seguridad e higiene laboral y la salud pública. Estudio de caso”. *Escuela Superior Técnica, Facultad de Ingeniería del Ejército, Universidad de la Defensa Nacional. Argentina.*
18. Luis Santiago Quiroz Fernández, Elena Izquierdo Kulich, Carlos Menéndez Gutiérrez. (2017). “Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo,

- Ecuador”. ING. Hidráulica y Ambiental, VOL. XXXVIII, No. 3, Sep-Dic 2017, ISSN 1815–591X, RNPS 2066
19. María C. Apella y Paula Z. Araujo. “Microbiología de agua. Conceptos básicos”. Centro de Referencia para Lactobacilos y Universidad Nacional de Tucumán. Chacabuco 145, San Miguel de Tucumán, Tucumán CP 4000 Argentina; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; 3Unidad de Actividad Química, Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica. Avenida General Paz 1499. 1650 San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
 20. Maureen Ballester, Ernesto Brown, Andrei Jouravlev, Ulrich Küffner, Eduardo Zegarra. (Marzo 2005). “Administración del agua en América Latina: situación actual y perspectivas “. Santiago de Chile.
 21. Ministerio de Medio Ambiente y Agua y SENASBA. “Manual de Medición de la Calidad del Agua”. Bolivia.
 22. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. “Índice de Calidad del Agua General (ICA)” Apartado Postal # 27, Centro de Gobierno. San Salvador, El Salvador, Centro América. Tel.: (503) 283-2246/47 Fax: (503) 223-7791 www.snet.gob.sv
 23. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI Anexo 1. República del Ecuador
 24. NTE INEN 2169 (1998). Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras. (Primera Edición). Quito-Ecuador.
 25. OMS. (2006). “Guías para la calidad del agua potable”. Volumen 1. Tercera Edición
 26. Organización Panamericana de la Salud, organización mundial de la Salud. “Agua y salud en América Latina y el Caribe: Enfermedades infecciosas transmitidas por el agua”. ILSI Press. Washington,DC.
 27. PW. Adam Sigler y Jim Bauder.(2012). “Nitrato y Nitrito”. Universidad Estatal de Montana Programa de Extensión en Calidad del Agua Departamento de Recursos de la Tierra y Ciencias Ambientales.
 28. SENPLADES, P. N. (2017). todo una vida1 .
 29. Sustaining Healthy Freshwater Ecosystems. (2013). Ecological Society of America(10).

LINKOGRAFÍA

30. Astronomia.com. “Las aguas superficiales: Lagos”. Véase en: <https://www.astromia.com/tierraluna/lagos.htm>. (Publicado: 2008, Recuperado: 23/09/2018).
31. Cecilia Bembibre. “Definición de laguna”. Véase en Definición ABC: <https://www.definicionabc.com/geografia/laguna.php>.(Publicado: 14/02/2011; Recuperado: 21/09/2018).
32. Colexio oficial de farmacéuticos de Ourense. “Interpretación de resultado de análisis de aguas de consumo”. Véase en: http://www.cofourense.com/antigua/index.php?option=com_content&view=article&id=104:interpretacion-de-resultado-de-analisis-de-aguas-de-. (Recuperado: 16/05/2019).
33. Diario la hora. “20.7% del agua que se consume en Ecuador está contaminada”. Véase en: <https://reliefweb.int/report/ecuador/207-del-agua-que-se-consume-en-ecuador-est-contaminada>. (Publicado: 30/05/2017; Recuperado: 14/10/2018).
34. Fibras y Normas de Colombia S.A.S. “Lagunas: Definición, Características y Tipos”. Véase en Blog Fibras y Normas de Colombia S.A.S: <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/lagunas-definicion-caracteristicas-tipos/>. (Publicado: 14/01/2018; Recuperado: 21/09/2018).
35. Grupo de Tratamiento de Aguas Residuales. Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Sevilla. “Determinación de sulfatos”. Madrid-España. Ambientum: https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/determinacion_de_sulfatos.asp.(Publicado: 2018; Recuperado: 06/02/2019).
36. Mariano D'angelo. “Sulfatos en nuestro suministro de agua”. GWC: <https://gwc.com.ar/contaminantes-del-agua/sulfatos/>. (Publicado: 16/01/2017; Recuperado: 06/02/2019)
37. Medina Vázquez. “Alcalinidad del agua”. Véase en: <http://alcalinidaddelagua.blogspot.com/>. (Publicado: 30/06/2009; Recuperado: 08/02/2019).

38. Real Academia Española. “Agua”. Véase en Enclave REA: <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=1BKpQj3>. (Recuperado: 01/10/2018).
39. Santiago Quiroz. “Tipos de lagos”. Véase en la Guía 2000: <https://geografia.laguia2000.com/hidrografia/tipos-de-lagos>. (Publicado: 2008, Recuperado:23/09/2018)
40. SNIARN. (2010). Compendio de Estadísticas Ambientales . Obtenido de http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet28b9.html
41. Tribunal Latinoamericano del Agua. “Situación hídrica en América Latina”. Apartado postal: 101-6000, San José, Costa Rica. Teléfono: (506) 2588-0131. Véase en: <http://tragua.com/situacion-hidrica-en-america-latina/>
42. VIAJANDO X. (2015). Compendio de sitios y lugares turísticos. “Laguna de Langos”. (Publicado: 2012, Recuperado: 25/09/2018). Véase en: <https://ec.viajandox.com/guano/laguna-de-langos-A920>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS - BASE DE DATOS UTA

EBRARY: Rello J. Nosocomial Pneumonia. Primera ed. Rello J, editor. WileyInterscience; 2008. Retrieved from <http://site.ebrary.com/lib/utasp/detail.action?docID=10505109&p00=nosocomial+pneumonia>.

EBRARY: Preminger G, Badlani G. Textbook of Endourology. Tercera ed. Smith A, editor.: Wiley-Blackwell; 2011. Retrieved from <http://site.ebrary.com/lib/utasp/detail.action?docID=10521429&p00=pseudomona+aeurginosa+nosocomial>.

PROQUEST: Medizone international announces greatly enhanced AsepticSure(TM) patent protection. (2010, Jan 20). PR Newswire Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/450653550?accountid=36765>

PROQUEST: Medizone international, inc.; AsepticSure patent protection goes global. (2012). China Weekly News, , 73. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/921494031?accountid=36765>

PROQUEST: Medizone announces a second round of trials have begun. (2009, Jun 03). PR Newswire Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/453566495?accountid=36765>

PROQUEST: The canadian foundation for global health announces a research and development partnership with medizone international, inc. (2009, Feb 18). PR NewswireRetrieved from <http://search.proquest.com/docview/453337313?accountid=36765>

ANEXOS

Inoculación

No utilice buffers que contengan citrato, bisulfito o fosfato de sodio, porque pueden inhibir el crecimiento.

7 Coloque la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levante la película superior.

8 Con la Pipeta Electrónica 3M[®], o una pipeta equivalente perpendicular a la Placa Petrifilm, coloque 1 mL de la muestra en el centro de la película cuadrículada inferior.

9 Libere la película superior dejando que caiga sobre la dilución. No la deslice hacia abajo.

10 Con el lado rugoso hacia abajo, coloque el dispersor o esparcidor sobre la película superior, cubriendo totalmente la muestra.

11 Presione suavemente el dispersor o esparcidor para distribuir la muestra sobre el área circular. No gire ni deslice el dispersor. Recuerde distribuir la muestra.

12 Levante el dispersor o esparcidor. Espere por lo menos 1 minuto a que se solidifique el gel y proceda a la incubación.

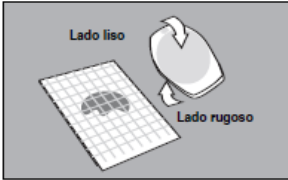
Incubación

13 Incube las placas cara arriba en grupos de no más de 20 piezas. Puede ser necesario humectar el ambiente de la incubadora con un pequeño recipiente con agua estéril, para minimizar la pérdida de humedad.

Interpretación

14 Las Placas Petrifilm pueden ser contadas en un contador de colonias estándar u otro tipo de lupa con luz. Consulte la "Guía de interpretación" para leer los resultados.

15 Las colonias pueden ser aisladas para su identificación posterior. Levante la película superior y recoja la colonia del gel.



Fuente: Guía de interpretación Placas 3M Petrifilm.

Gráfico 18. Protocolo para siembra en Placas 3M Petrifilm.



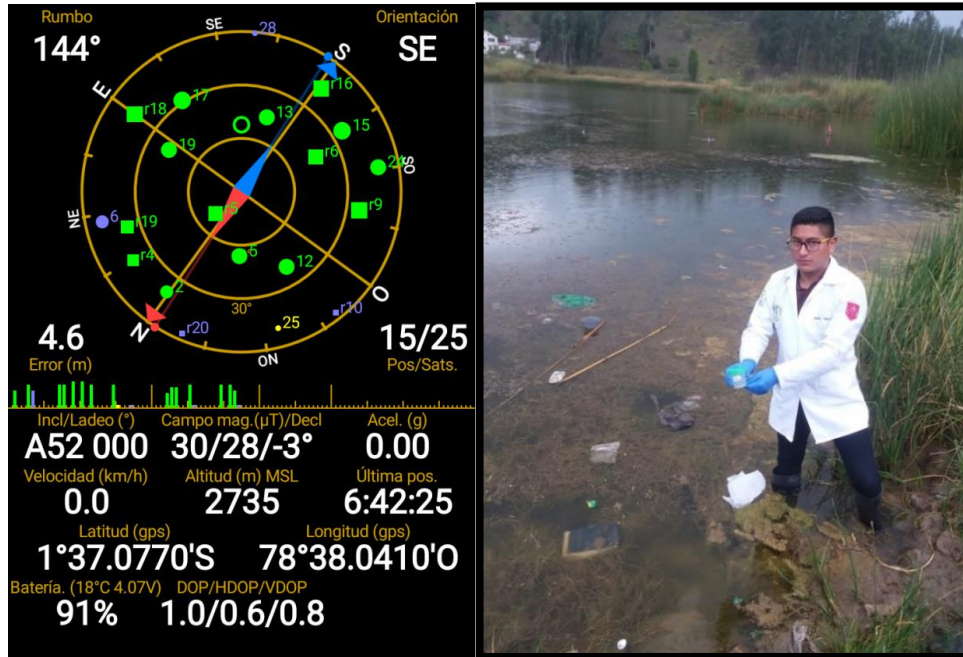
Fuente: López Tevés. Universidad Nacional del Noreste

Gráfico 19. Pasos para siembra en pruebas bioquímicas.



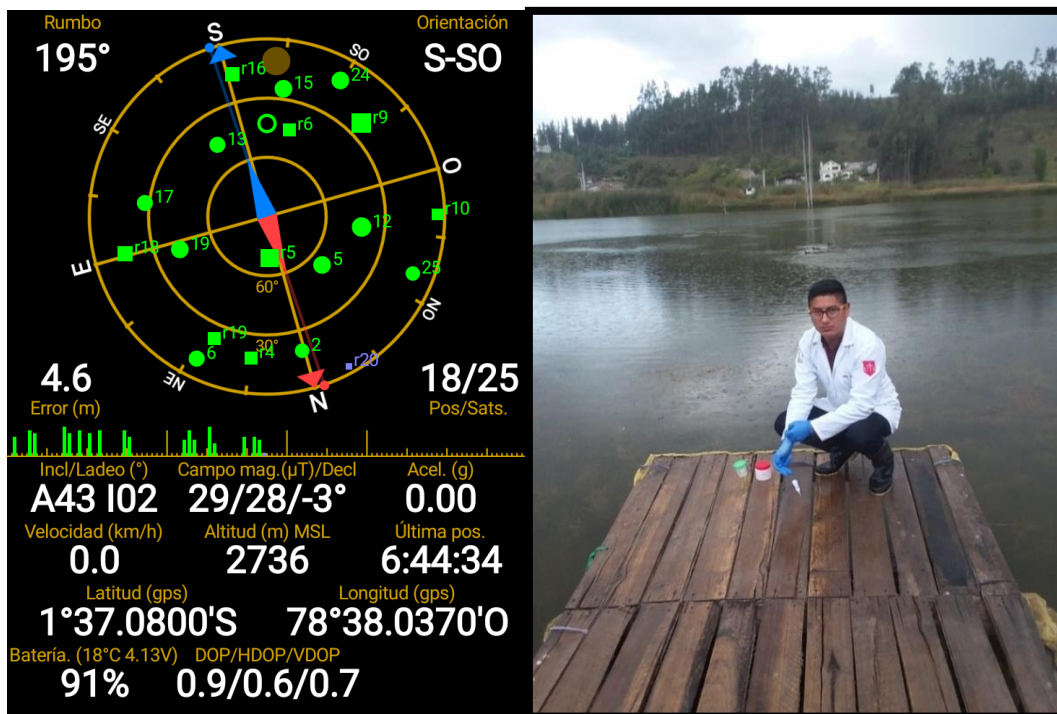
Fuente: Autor

Fotografía 6. Fotografía de los alrededores de la Laguna de Langos.



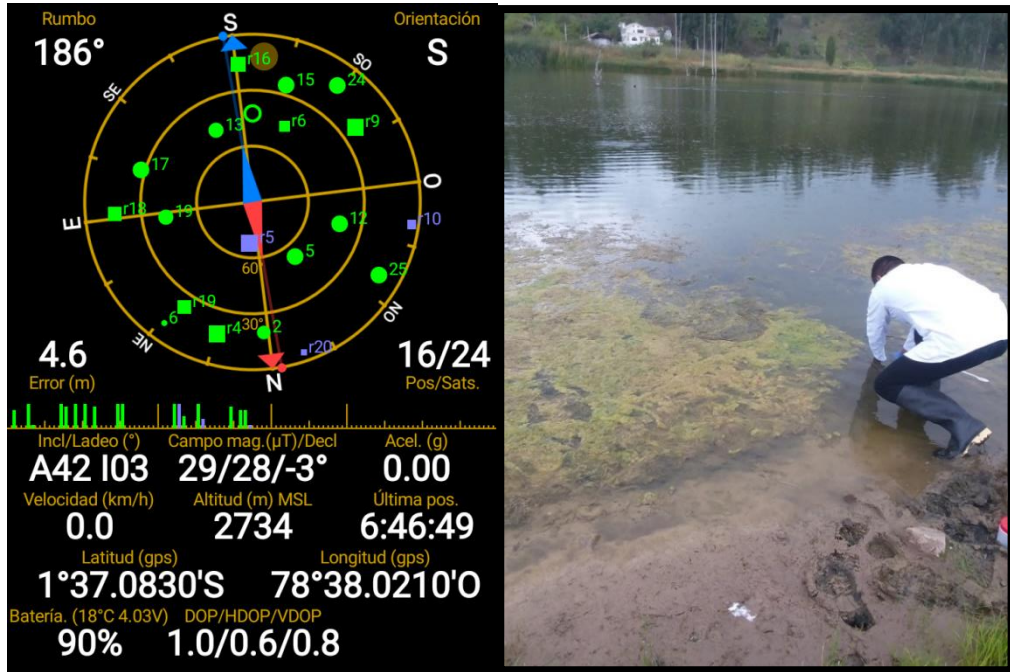
Fuente: Autor

Gráfico 20. Coordenadas GPS y toma de muestra del punto 1.



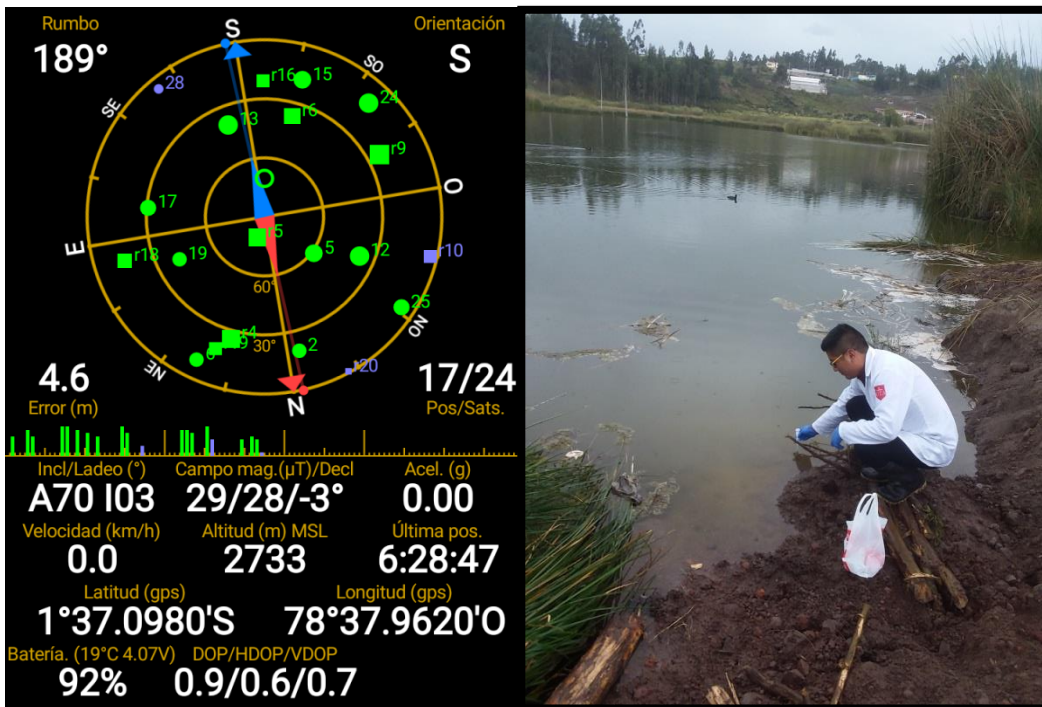
Fuente: Autor

Gráfico 21. Coordenadas GPS y toma de muestra del punto 2.



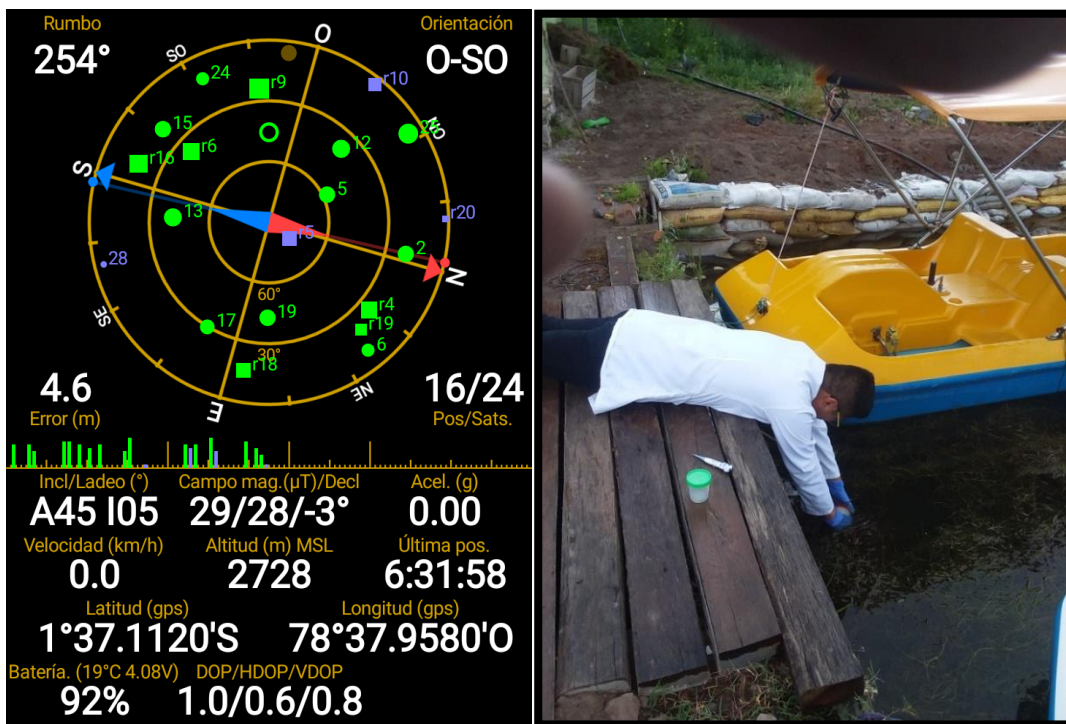
Fuente: Autor

Gráfico 22. Coordenadas GPS y toma de muestra del punto 3



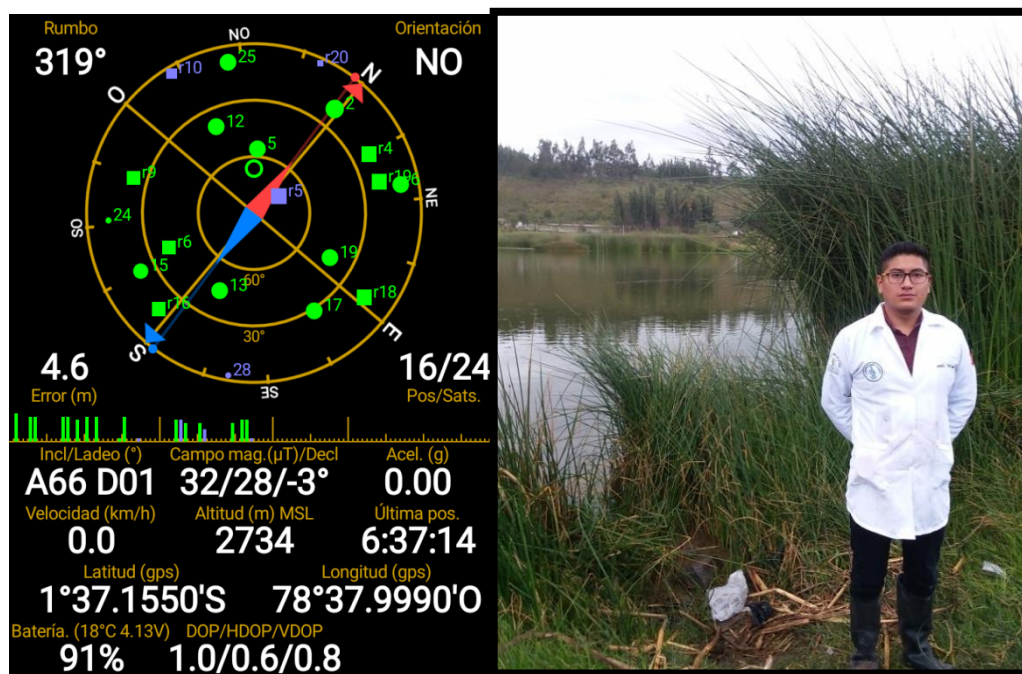
Fuente: Autor

Gráfico 23. Coordenadas GPS y toma de muestra del punto 4



Fuente: Autor

Gráfico 24. Coordenadas GPS y toma de muestra del punto 5



Fuente: Autor

Gráfico 25. Coordenadas GPS y toma de muestra del punto 6



Fuente: Autor

Se transportó las muestras en una hielera que se mantenía a una temperatura entre 2 y 8 °C, gracias a crio geles que la mantenían fría, hasta el momento de su análisis.

Fotografía 7. Transporte y conservación de la muestra



Fuente: Autor

Se colocó las 12 muestras obtenidas en un día de muestreo en orden, sobre un mesón previamente esterilizado con hipoclorito de sodio.

Fotografía 8. 12 muestras obtenidas en un día de muestreo



Fuente: Autor

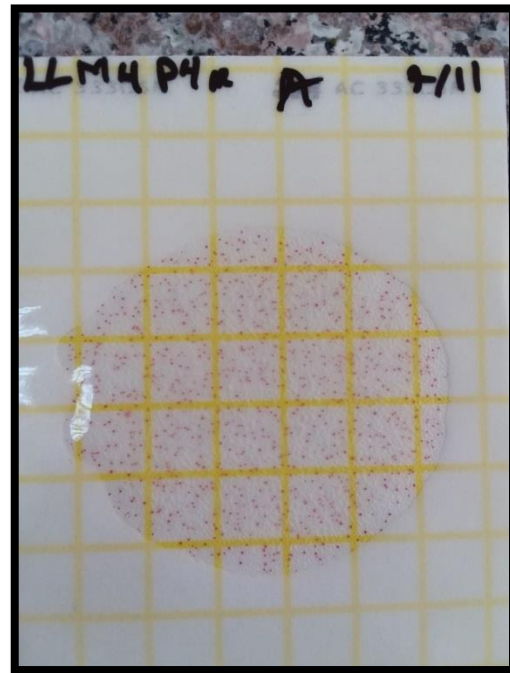
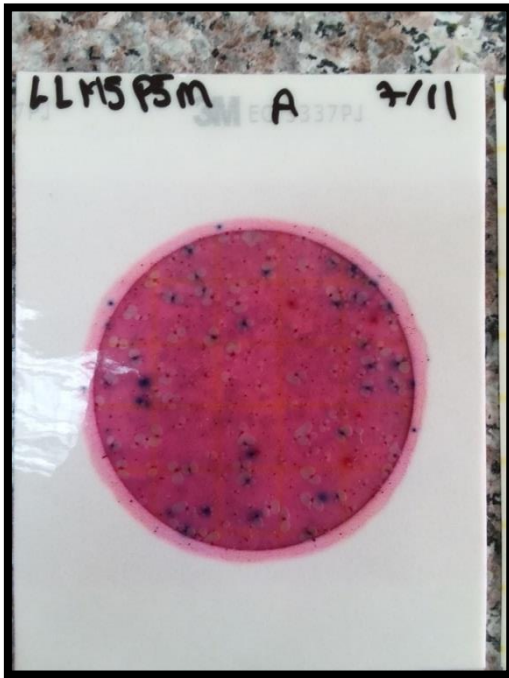
Fotografía 9. Lectura del pH, Conductividad y Solidos totales Disueltos con Equipo Multifuncional.



Fuente: Autor

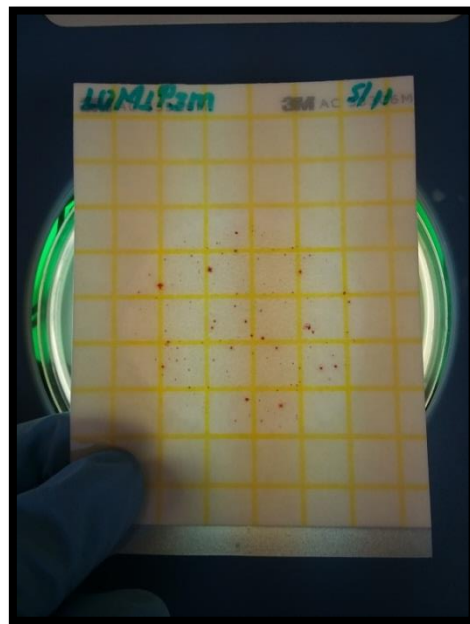
Se levanta el film de la placa, se coloca 1 mL de agua en la placa y se tapa suavemente procurando no producir burbujas.

Fotografía 10. Siembra en Placas 3M Petrifilm.



Fuente: Autor

Fotografía 11. Placas 3m Petrifilm con crecimiento bacteriano (Primera: E. coli /Coliformes; Segunda: Aerobios Totales).



Fuente: Autor

Fotografía 12. Contaje de colonias de las Placas 3M Petrifilm.



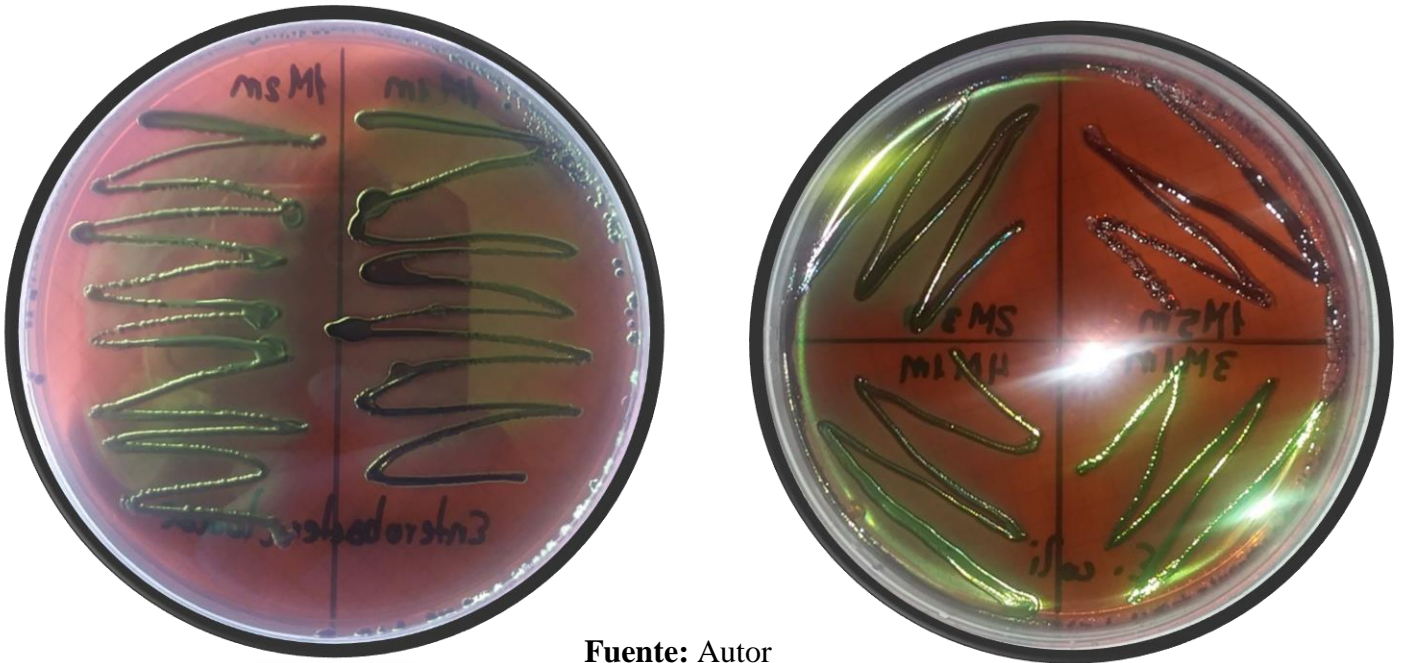
Fuente: Autor

Fotografía 13. Siembra en Agar MacConkey para aislamiento de colonias.



Fuente: Autor

Fotografía 14. Crecimiento bacteriano después de 24 horas de incubación en Agar MacConkey.



Fuente: Autor

Fotografía 15. Crecimiento bacteriano en Agar EMB (Colonias de Enterobacter Izquierda, Colias de *Escherichia coli* derecha).



Fuente: Autor

Fotografía 16. Crecimiento de colonias en SS Agar (Colonias de *Proteus vulgaris*)



Fuente: Autor

Fotografía 17. Siembra de colonias en las baterías bioquímicas para su identificación.



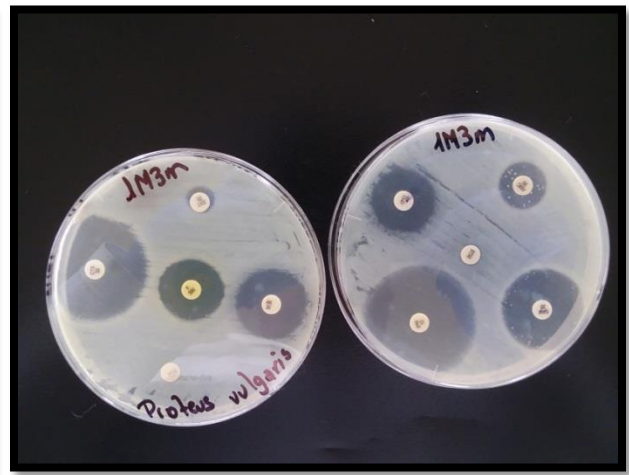
Fuente: Autor

Fotografía 18. Crecimiento de batería bioquímica de cepa correspondiente a *Escherichia coli*.



Fuente: Autor

Fotografía 19. Siembra para pruebas de sensibilidad a los antibióticos.



Fuente: Autor

Fotografía 20. Resultados pruebas de sensibilidad.