



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Dirección General de Estudios de Posgrado**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minería, Metalúrgica y  
Geográfica**

**Unidad de Posgrado**

**“Influencia de la actividad antropogénica en la calidad  
del agua del embalse La Esperanza, Ecuador”**

**TESIS**

Para optar el Grado Académico de Doctora en Ciencias Ambientales

**AUTOR**

Verónica Dayana ESPINEL PINO

**ASESOR**

Miguel Alberto IBÁÑEZ SÁNCHEZ

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Espinel, V. (2018). *“Influencia de la actividad antropogénica en la calidad del agua del embalse La Esperanza, Ecuador”*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica / Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

### SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima, a los diez días del mes de agosto del 2018, siendo las 15:00 horas, se reúnen los suscritos miembros del JURADO EXAMINADOR DE TESIS, nombrado mediante Dictamen N.º 460/UPG-FIGMMG/2018 del 12 de julio del 2018, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

#### TITULO

#### **«INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL EMBALSE LA ESPERANZA, ECUADOR»**

Que, presenta la Mag. **VERONICA DAYANA ESPINEL PINO**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES**.

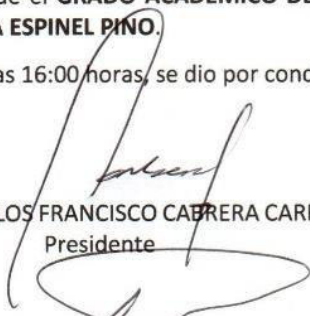
El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente N.º 07710-FIGMMG-2014 del 27 de octubre del 2014, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento de los Estudios de Doctorado».


Luego de la Sustentación de la Tesis, los miembros del Jurado Examinador procedieron a aplicar la escala descrita en el Art. 61 del precitado Reglamento, correspondiéndole a la graduando la siguiente calificación:

..... *Muy bueno (17)* .....

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES** a la Mag. **VERONICA DAYANA ESPINEL PINO**.

Siendo las 16:00 horas, se dio por concluido al acto académico

  
DR. CARLOS FRANCISCO CABRERA CARRANZA  
Presidente

  
DR. OSCAR RAFAEL TINOCO GÓMEZ  
Secretario

  
DR. JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO  
Miembro

  
DR. EDUARDO RONALD ESPINOZA FARFÁN  
Miembro

  
DR. MIGUEL ALBERTO IBÁÑEZ SÁNCHEZ  
Asesor

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme paciencia y fortaleza en todo momento. A mi familia por el apoyo incondicional, en especial a la persona que más amo en la vida, a mi hija Vielka Zevallos Espinel, razón de vivir y superación.

**Verónica Dayana Espinel Pino**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, ser supremo luz y guía de mi vida, por darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades en el proceso.

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, la que me ha permitido crecer académicamente.

A la Unidad de Posgrado, a su principal Dr. Carlos Cabrera Carranza por la ayuda brindada en el proceso de esta nueva meta.

A mi familia por su amor, apoyo, paciencia y comprensión.

A mis maestros por impartir los mejores conocimientos, por su paciencia y guía hacia la correcta elaboración de este documento; y

A las personas que directa e indirectamente me colaboraron.

**Verónica Dayana Espinel Pino.**

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	10
1.1. <i>Situación Problemática</i> .....	10
1.2. <i>Formulación del Problema</i> .....	12
1.2.1. Problema General .....	12
1.2.2. Problemas Específicos .....	12
1.3. <i>Justificación Teórica</i> .....	13
1.4. <i>Justificación práctica</i> .....	13
1.5. <b>OBJETIVOS</b> .....	15
1.5.1. Objetivo General .....	15
1.5.2. Objetivos Específicos .....	15
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	16
2.1. <i>Marco filosófico o epistemológico de la investigación</i> .....	16
2.2. <i>Antecedentes del Problema</i> .....	17
2.3. <i>Bases Teóricas</i> .....	19
2.3.1. El Agua .....	19
2.3.2. Calidad del Agua .....	20
2.3.3. Cuenca Hidrográfica .....	21
2.3.4. Microcuenca .....	22
2.3.5. Funciones de las Cuencas Hidrográficas en Comunidades Rurales .....	24
2.3.6. Presa hidráulica .....	27
2.3.7. Represa .....	28
2.3.8. Embalses .....	29
2.3.9. Indicadores o Índice Ambientales .....	29
2.3.10. Influencia del Uso del Suelo Sobre la Calidad de Agua .....	32
2.3.11. Sector Agropecuario en el Ecuador .....	34
2.3.12. Contaminación del agua por actividades agropecuarias .....	36

	VI
2.3.13. Monitoreo del Agua .....	39
2.3.14. Georreferenciación de Localidades .....	50
2.3.15. Eutrofización .....	51
2.3.16. Proceso de Eutrofización .....	51
2.3.17. Embalses en Zonas Tropicales.....	52
2.3.18. Estado Trófico.....	52
2.3.19. Oligotrófico.....	53
2.3.20. Meso Trófico .....	53
2.3.21. Eutrófico.....	53
2.3.22. Índice de Estado Trófico Carlson 1979 .....	54
2.3.23. Índice de Estado Trófico Modificado por Toledo et al. 1985 .....	55
2.3.24. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) 56	
2.3.25. Indicadores de Eutrofización en Embalses .....	56
Indicadores Químicos .....	56
Indicadores Físicos.....	58
 <i>2.4. Marco Conceptual o Glosario .....</i>	 59
2.4.1. Calidad de Agua .....	59
2.4.2. Contaminación Física del Agua .....	60
2.4.3. Contaminación Química del Agua.....	60
2.4.4. Contaminación Microbiológica del Agua .....	61
2.4.5. Índice de Calidad de Agua ICA.....	61
2.4.7. TULSMA .....	65
2.4.8. FAO .....	65
2.4.9. Actividad Antropogénica .....	69
 CAPITULO III. METODOLOGÍA .....	 70
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación .....	70
3.2. Unidad de análisis .....	71
3.3. Población de estudio .....	71
3.4. Tamaño de la muestra.....	71
3.5. Selección de la muestra .....	71



3.6. Técnicas de recolección de datos .....	71
3.7. Técnica Estadística .....	72
3.8. Ubicación Geográfica .....	72
3.9. Materiales y Métodos .....	72
3.9.1. PROCEDIMIENTO 1.- Determinar el nivel de eutrofización del embalse La Esperanza mediante índices de estado trófico.....	72
<b>Actividad 1.2: Muestreo en el Área de Estudio .....</b>	<b>73</b>
<b>Actividad 1.3: Aplicación de Encuestas .....</b>	<b>73</b>
<b>Actividad 1.4: Determinación de Parámetros Físicos .....</b>	<b>74</b>
<b>Actividad 1.5: Determinación de Parámetros Químicos .....</b>	<b>74</b>
<b>Fase 2: Cálculo del Índice de Estado Trófico.....</b>	<b>76</b>
<b>Actividad 2.1: Cálculo del Índice de Estado Trófico modificado para profundidad Secchi.....</b>	<b>76</b>
<b>Actividad 2.2: Cálculo del Índice de Estado Trófico modificado para Clorofila (a). .....</b>	<b>76</b>
<b>Actividad 2.3: Cálculo del Índice de Estado Trófico modificado para Fósforo Total. ....</b>	<b>77</b>
<b>Actividad 2.4: Cálculo del Índice de Estado Trófico modificado Total.....</b>	<b>77</b>
<b>Fase 3: Análisis de los Resultados del IET .....</b>	<b>77</b>
<b>Actividad 3.1: Clasificación del Estado Trófico de acuerdo a Toledo et al., 1985 .....</b>	<b>78</b>
<b>Actividad 3.2: Clasificación del Estado Trófico de acuerdo a la OCDE 1982 .....</b>	<b>78</b>
3.9.2. PROCEDIMIENTO 2.- • Evaluar la calidad del agua del embalse La Esperanza según el Índice de Calidad del Agua (ICA), para su uso doméstico y agropecuario en función de las normativas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).....	79
3.9.3. PROCEDIMIENTO 3.- Preparar un plan de buenas prácticas agropecuarias que permitan sociabilizar los resultados y garantizar el desarrollo sustentable .....	85
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>86</b>
4.1. Determinar el nivel de eutrofización del embalse La Esperanza	

	VIII
<i>mediante índices de estado trófico</i> .....	86
4.1.1. Identificación de Puntos de Muestreo .....	86
4.1.2. Parámetros Físicos: pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Temperatura .....	88
4.1.3. PARÁMETROS QUÍMICOS.....	90
4.1.4. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO.....	93
4.1.5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS del IET .....	96
4.1.6. Representación Gráfica de los Resultados.....	98
4.1.7. <i>DISCUSIÓN</i> .....	107
4.2. <i>Evaluar la calidad del agua del embalse La Esperanza según el Índice de Calidad del Agua (ICA), para su uso doméstico y agropecuario en función de las normativas de la OMS y la FAO</i> ...110	
4.2.1. Georreferenciar los puntos de muestreo.....	110
4.2.2. Analizar las muestras en el laboratorio y comparar los resultados según las normativas de la OMS y la FAO. ....	110
4.2.3. RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICOS.....	113
4.2.4. Resumen análisis químicos .....	118
4.2.5. Análisis microbiológicos.....	125
4.2.6. Valoración de la Calidad del Agua Mediante el Índice ICA .....	131
4.3. <i>Preparar un plan de buenas prácticas agrícolas que permitan sociabilizar los resultados y garantizar el desarrollo sustentable.</i> 135	
4.3.1 Plan para el desarrollo sostenible en buenas prácticas agrícolas (BPA) en el Embalse La Esperanza, Cantón Bolívar. Manabí .....	135
4.3.2. <i>¿Qué son las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)?</i> .....	135
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	188
6.1. <i>CONCLUSIONES</i> .....	188
6.2. <i>RECOMENDACIONES</i> .....	189
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	190

## Lista de Cuadros

Cuadro 1. Puntuaciones del nivel tráfico de acuerdo IET.....	55
Cuadro 2. Clasificación (IETM) Toledo et al., 1985.....	78
Cuadro 3. Clasificación del índice de estado tráfico según la OCDE 1982..	79
Cuadro 4. Análisis de Laboratorio.....	80
Cuadro 5. Fórmula expresada del ICA.....	83
Cuadro 6. Rango de clasificación del ICA según el criterio general.....	83
Cuadro 7. Escala de clasificación del ICA en función del uso.....	84
Cuadro 8. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo .....	86
Cuadro 9. Valores de pH correspondientes a los meses de Oct, Nov, Dic. 2015 .....	88
Cuadro 10. Valores de Temperatura correspondientes a los meses de Oct, Nov, Dic. 2015 .....	88
Cuadro 11. Valores de Conductividad correspondientes a los meses de Oct, Nov, Dic 2015 .....	89
Cuadro 12. Valores de Oxígeno disuelto correspondientes a los meses de Oct, Nov, Dic. 2015 .....	89
Cuadro 13. Valores de medición Secchi correspondientes a los meses de Oct, Nov, Dic 2015 .....	90
Cuadro 14. Valores de Fosforo correspondientes al mes de Octubre 2015.	90
Cuadro 15. Valores de Fosforo correspondientes al mes de Noviembre 2015. .....	91
Cuadro 16. Valores de Fosforo correspondientes al mes de Diciembre 2015 .....	91
Cuadro 17. Valores de las longitudes de onda corregidas y Clorofila a correspondientes al mes de Octubre 2015 .....	92
Cuadro 18. Valores de las longitudes de onda corregidas y Clorofila a correspondientes al mes de Noviembre 2015.....	92
Cuadro 19. Valores de las longitudes de onda corregidas y Clorofila a correspondientes al mes de Diciembre 2015.....	93
Cuadro 20. Valores IETm profundidad Secchi .....	93
Cuadro 21. Valores IETm Clorofila a.....	94

Cuadro 22. Valores IETm Fosforo total.....	94
Cuadro 23. Valores IETm Total.....	95
Cuadro 24. Valores IETm total por mes.....	95
Cuadro 25. Valores IETm total por puntos.....	95
Cuadro 26. Clasificación trófica para cada uno de los puntos por mes de acuerdo a Toledo.....	96
Cuadro 27. Clasificación trófica de todos los puntos de muestreo para PT, Cl a, transparencia en los 3 meses de muestreo.....	96
Cuadro 28. Clasificación trófica todos los puntos de muestreo para PT, Cl a, transparencia en el mes de Octubre.....	97
Cuadro 29. Clasificación trófica todos los puntos de muestreo para PT, Cl a, transparencia en el mes de Noviembre.....	97
Cuadro 30. Clasificación trófica todos los puntos de muestreo para PT, Cl a, transparencia en el mes de Diciembre.....	97
Cuadro 31. Resultados de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos del Punto 1.....	110
Cuadro 32. Resultados de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos del punto 2.....	111
Cuadro 33. Resultados de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos del punto.....	111
Cuadro 34. Resultados de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos del punto 4.....	112
Cuadro 35. Resultados de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos del punto 5.....	112
Cuadro 36. Resultados de Análisis Químicos de todos los puntos de muestreo.....	118
Cuadro 37. Factor de dilución utilizado en este análisis.....	125
Cuadro 38. Puntos de muestreo del Embalse “Sixto Durán Ballén”.....	127
Cuadro 39. Resultados de Análisis del agua del Embalse “Sixto Durán Ballén”.....	128
Cuadro 40. Resultados del ICA obtenidos en el muestreo 1.....	132
Cuadro 41. Resultados del ICA obtenidos en el muestreo 2.....	132
Cuadro 42. Resultados del ICA obtenidos en el muestreo 3.....	133

Cuadro 43. Resultados del ICA obtenidos en el muestreo 4.....	133
Cuadro 44. Resultados del ICA obtenidos en el muestreo 5.....	134
Cuadro 45. Estadísticos para una muestra.....	150
Cuadro 46. Prueba para una muestra.....	150
Cuadro 47. Estadísticos para una muestra.....	151
Cuadro 48. Prueba para una muestra.....	151
Cuadro 49. Estadísticos para una muestra.....	152
Cuadro 50. Prueba para una muestra.....	152
Cuadro 51. Estadísticos para una muestra.....	152
Cuadro 52. Prueba para una muestra.....	153
Cuadro 53. Estadísticos para una muestra.....	153
Cuadro 54. Prueba para una muestra.....	153

### **Lista de Figuras**

Figura 1. Representación gráfica de los valores de pH por cada punto en los diferentes meses 2015.....	98
Figura 2. Representación gráfica de los valores de Temperatura por cada punto en los diferentes meses 2015 .....	99
Figura 3. Representación gráfica de los valores de Conductividad por cada punto en los diferentes meses 2015 .....	100
Figura 4. Representación gráfica de los valores de Oxígeno disuelto por cada punto en los diferentes meses. ....	100
Figura 5. Representación gráfica de los valores de profundidad secchi por cada punto en los diferentes meses 2015.....	101
Figura 6. Representación gráfica de los valores de Fosforo total por cada punto en los diferentes meses 2015 .....	102
Figura 7. Representación gráfica de los valores de Clorofila a por cada punto en los diferentes meses .....	102
Figura 8. Representación gráfica de los valores de IETm Mensual profundidad secchi por cada punto en los diferentes meses. ....	103
Figura 9. Representación gráfica de los valores de IETm Clorofila a por cada punto en los diferentes meses .....	104

Figura 10. Representación gráfica de los valores de IETM fosforo total por cada punto en los diferentes meses.....	104
Figura 11. Representación gráfica de los valores de IETm TOTAL por cada punto en los diferentes meses .....	105
Figura 12. Representación gráfica de los valores en promedio de estado trófico por los meses de muestreo .....	106
Figura 13. Representación gráfica de estado trófico por punto.....	106
Figura 14. Representación gráfica de los valores de estado trófico según la OCDE .....	107
Figura 15. Resultados de pH en los puntos de muestreo del Embalse ...	113
Figura 16. Resultados de Conductividad de los puntos de muestreo del Embalse.....	114
Figura 17. Resultados de Turbidez de todos los puntos de muestreo del Embalse.....	115
Figura 18. Resultados de Sólidos disueltos en los puntos de muestreo del Embalse.....	115
Figura 19. Resultados de color verdadero en todos los puntos de muestreo del Embalse.....	116
Figura 20. Resultados de sólidos suspendidos en los puntos de muestreo del Embalse.....	117
Figura 21. Resultados de DBO5 en los puntos de muestreo del Embalse .....	118
Figura 22. Resultados de nitritos en todos los puntos de muestreo del Embalse .....	119
Figura 23. Resultados de fosfatos en los puntos de muestreo del Embalse .....	120
Figura 24. Resultados de alcalinidad total en los puntos de muestreo del Embalse.....	120
Figura 25. Resultado de cloruros en los puntos de muestreo del Embalse .....	121
Figura 26. Resultados de dureza total en los puntos de muestreo del Embalse .....	122

Figura 27. Resultados de dureza cálcica en los puntos de muestreo del Embalse.....	122
Figura 28. Resultados de oxígeno disuelto in situ en todos los puntos de muestreo del Embalse .....	123
Figura 29. Resultados de grasas y aceites en todos los puntos de muestreo del Embalse .....	124
Figura 30. Resultados de Coliformes totales en todos los puntos de muestreo del Embalse .....	125
Figura 31. Principales actividades económicas.....	154
Figura 32. Tipos de cultivos realizados en la zona.....	155
Figura 33. Cultivos que más se realizan .....	156
Figura 34. Cultivos cercanos al embalse .....	156
Figura 35. Actividades pecuarias que más se realizan .....	157
Figura 36. Criaderos de animales cercanos al embalse .....	158
Figura 37. Aguas residuales que desembocan ala embalse .....	159
Figura 38. Actividad agropecuaria en los últimos 10 años .....	159
Figura 39. Químicos utilizados en los cultivos de la zona .....	160
Figura 40. Características de los químicos aplicados en los cultivos.....	161
Figura 41. Que se hace con los envases de los químicos .....	161
Figura 42. La ganadería asociada a la agricultura. ....	162
Figura 43. Actividad porcina cerca de las fuentes de agua.....	163
Figura 44. Eliminación de las excretas.....	163
Figura 45. Capacitaciones sobre el uso de productos químicos. ....	164
Figura 46. Cómo son depositadas las aguas residuales.....	165
Figura 47. Utilización de químicos en los cultivos.....	165
Figura 48. Usos del agua.....	166
Figura 49. Muerte de animales en los alrededores del embalse.....	167
Figura 50. Residuos Sólidos.....	168

## LISTA DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Satelital del área de estudio correspondiente a cada uno los puntos de muestreo .....	87
--	----

## **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue, evaluar la influencia de la actividad antropogénica en la calidad del agua del embalse La Esperanza, para su uso doméstico y agrícola según las normativas de la OMS y la FAO, para lo cual se realizaron análisis físicos-químicos y microbiológicos, para determinar el estado de eutrofización del Embalse, la calidad del agua cuyos valores fueron interrelacionadas con el indicador (ICA) y preparar un Plan de Buenas Prácticas Agrícola. Escogiéndose cinco puntos de muestreos, correspondientes a las desembocaduras al embalse de los efluentes: Rio Grande, Rio Caña grande y Rio Barro respectivamente y también dos puntos estratégicos en el vaso del embalse georreferenciando estos puntos, muestreando y analizando de acuerdo a protocolos de Standard Methods (2005), Índice de Estados Trófico propuesta por Toledo et al., 1985 y la OCDE 1982; obteniendo como resultado, Según el (IETM) Toledo et al., 1985, existe un severo nivel de eutrofización y según la OCDE 1982, se encuentra el Embalse en estado Hipertrófico para todos los casos; Según las normativas utilizadas en la investigación, el pH excede los límites propuestos por la FAO que es de 6,5 a 8; los SD, en el punto 3 es de 568, que según la FAO para agua de riego es de restricción moderada, los niveles de Coliformes Totales en el punto 3 y 5 sobrepasan a los valores máximos permitidos por la OMS. En cuanto a el promedio obtenido por el ICA, es de 54,09; se deduce que hay un nivel de contaminación por actividad antropogénica, existe mayor necesidad de tratamiento a esta agua antes de ser consumida por el hombre, mientras que para la agricultura se la puede utilizar sin previo tratamiento, culminamos con la realización del Plan de Buenas Prácticas Agrícolas.

## **PALABRAS CLAVES**

Calidad de agua, OMS, FAO, Eutrofización, Buenas Prácticas Agrícolas, actividad antropogénica.



## **ABSTRACT**

The objective of this research was based on the influence evaluation of the anthropogenic activity on the water quality of the reservoir "La Esperanza" for domestic and agricultural use according with WHO and FAO regulations. Physical- Chemical Analysis and microbiological, to determinate the reservoir eutrophication state, the quality of the water whose values were interrelated with the (ICA) indicator and to prepare a Plan for good agricultural practices. Five sampling points were selected corresponding to the reservoir effluent mouths: Rio Grande, Rio caña Grande, and Rio barro, respectively and also two strategic points in the reservoir vessel, georeferencing these points sampling and analyzing according to methods standard's protocols (2005), index of trophic states proposed by Toledo ET to 1985 and OECD 1982 obtained as a result, according to the Toledo ET to 1985, there's a severe eutrophication and according to OECD 1982 the reservoir is in a hypertrophic state of all, according to the regulations used in the research, the pH exceeds the limits proposed by FAO which is 6,5 to 8; the SD in point 3 is 568, which according to FAO for irrigation water is of the restriction moderation, the total coliform level in points 3 and 5 exceed the maximum values allowed by the WHO. The average obtained by the ICA, it is 54.09 ; so far as it is inferred that there is a level of pollution by anthropogenic activity, there's a greater need for treatment to this water before being consumed by human, whereas for agriculture can be used without previous treatment, culminating with the realization of the plan of good practices farming.

### **Keywords:**

Water quality, WHO, FAO, Eutrophication, Good Agriculture practices, anthropogenic activity.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Situación Problemática**

La calidad del agua en el mundo está cada vez más amenazada por el aumento de la población humana, la expansión de las actividades industrial y agrícola y el peligro de que el cambio climático altere el ciclo hidrológico mundial. Existe una necesidad urgente a nivel mundial (tanto el sector público como el privado) para asumir el reto de proteger y mejorar la calidad del agua de los ríos, lagos, acuíferos y del agua corriente (UNESCO, 2009).

En la actualidad la tendencia mundial está dirigida a la conservación del agua y a darle una adecuada distribución de la misma, según la FAO, (2013). Las cuencas hidrológicas o colectoras, son aquellas áreas de tierra que captan y llevan el agua de escurrimiento hasta las denominadas masas de agua superficial (UNESCO, 2009). Constituye un sistema interdependiente donde lo que se hace mal o bien en la parte superior influye forzosamente en la parte inferior de la misma. Es un factor que se debe tener en cuenta en la planificación del desarrollo integral de una región, especialmente en los aspectos referentes al uso del agua y, en general, a la explotación racional de los recursos naturales.

La eutrofización es también una problemática ambiental de suma importancia en cuencas hidrográficas, está consiste en el enriquecimiento de nutrientes especialmente Nitrógeno y Fósforo en el agua; el principal factor limitante es

el fósforo ya que los excedentes de este nutriente provocan que pierda su efecto limitante, siendo utilizado por las algas del plancton, cuyas poblaciones crecen desmesuradamente hasta agotar el Nitrógeno; induciendo a impactos ecológicos, sanitarios y económicos a escala regional y local (Ledezma et al., 2013).

A nivel mundial la eutrofización se ha convertido en uno de las principales complicaciones de suma consideración en relación a la calidad del agua, las principales fuentes de contaminación por nutrientes causantes de eutrofización son la escorrentía agrícola y también las provenientes de aguas residuales domesticas (ONU-DAES, 2014).

Este también es un problema habitual en los embalses y ríos del Ecuador y está dada por la descarga de aguas servidas sin tratamiento a los cuerpos de agua y también el uso desmesurado de fertilizantes con altos contenidos de fosforo (EC.AMBIENTAL, 2008), lo cual provoca un quebranto en los ecosistemas acuáticos y por consiguiente afecta la diversidad de flora y fauna que allí se desarrollan (Moreta, 2008).

El embalse La Esperanza es un gran receptor de agua, debido a las diferentes actividades naturales existentes, este tiene como propósito múltiple, el control de inundaciones, riego, para consumo humano (para cinco cantones). Esta obra, de 94 kilómetros, que atraviesa 5 cantones manabitas, no solo va a dotar de agua a Refinería del Pacífico Eloy Alfaro (RDP), sino que entregará 30.000m<sup>3</sup>/diarios a Manta, 10.800 m<sup>3</sup>/diarios a Montecristi y 7.200 m<sup>3</sup>/diarios de agua cruda a Jaramijó. (Diario El Telégrafo, 2016).

El embalse la esperanza ha presentado medianos problemas de eutrofización afectando el cauce del río Carrizal donde se desarrollan diversidad de especies y también a la población que hace uso de sus aguas; ya que esto implica un deterioro en la calidad de la misma y acorta la vida útil del embalse (BIOMANABÍ, 2012).

Las zonas aledañas a este embalse son agropecuaria, gracias a la deforestación, sobrepastoreo, malas prácticas domésticas, cultivos de ciclos cortos que se realizan constantemente, existen arrastres de agroquímicos y excretas de animales hacia los cuerpos receptores de aguas, esta a su vez hacia el embalse; otro de los problemas es el uso de las pequeñas lanchas para trasladarse de una comunidad a otra, las que no se encuentran en buen estado causando derrame de combustible en pequeñas cantidades, hay que tener en cuenta que las comunidades aledañas a la presa toman el agua directamente de las mismas. Por las razones antes expuestas se realizó la investigación basándose en la evaluación numérica del índice de calidad de agua (ICA) la cual permitió obtener una información más fiable en base a la indagación planteada

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

- ¿En qué medida la actividad antropogénica influye en la calidad del agua del Embalse la Esperanza del Ecuador para su uso doméstico y agrícola según las normativas de la OMS y la FAO?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es el nivel de eutrofización que se encuentra el embalse La Esperanza según los índices de estado trófico?
- ¿En qué medida el Índice de Calidad Ambiental (ICA) del embalse La Esperanza cumple con las exigencias de la OMS y la FAO para agua de abastecimiento público y agrícola?

- ¿En qué medida las buenas prácticas agropecuarias permiten sociabilizar los resultados y garantizan el desarrollo sustentable?

### **1.3. Justificación Teórica**

Miyi, 2009; nos indica que, hoy la gestión de una cuenca se sustenta en la conjugación de tipos de acciones complementarias, acciones orientadas a aprovechar los recursos naturales presentes en la cuenca (usarlos, transformarlos, consumirlo) para lograr el crecimiento económico, acciones orientadas a manejarlas (conservarlos, recuperarlos, protegerlos) para tratar de asegurar una sustentabilidad del ambiente. Además esta acción debe ejecutarse con la participación de los actores, habitantes, usuarios interesados en la cuenca, con el fin de tender hacia la equidad.

Desde lo legal esta investigación se ampara en La Constitución de la República del Ecuador (2008) en el Art.14 Sección segunda, señala "Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*" y en el Art. 12 Sección primera Agua y alimentación señala: "El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida".

### **1.4. Justificación práctica**

El agua es un recurso esencial para la vida, el desarrollo económico y el medio ambiente. En la actualidad, el acceso a los recursos de agua dulce, tanto en términos de cantidad como de calidad, es una de las líneas más sensibles del vínculo entre desarrollo, equidad y sostenibilidad. El agua constituye de por sí

un preciado componente del paisaje, su presencia siempre los realza, mantienen también el ecosistema de ribera que contribuyen a la diversificación del paisaje y a la biodiversidad, entre otras. Desde el punto de vista agronómico el agua es un elemento esencial para el desarrollo agrícola sostenible, por lo que su aprovechamiento, utilización y conservación racional debe constituir elementos en cualquier estrategia de desarrollo (Cabrera et al., 2015).

Los cuerpos hídricos constituyen base esencial de los ecosistemas ya que sostienen la flora, fauna y vida humana que se desarrolla a su alrededor; el embalse La Esperanza, representa el sustento tanto económico como social de muchas familias que realizan un sin número de actividades ya sean estas agrícolas, ganaderas, pesca, recreación o de consumo ;siendo estas indispensables, por tanto la disminución de la calidad de la misma en cuanto a su estado trófico involucra una afectación significativa para la población ya que no podrían aprovechar el recurso en sus labores diarias.

Mediante este estudio se pretende conocer el grado de afectación que sufre el agua del embalse por la influencia de las actividades agropecuarias, de allí la importancia de proteger la calidad del agua del embalse La Esperanza, debido a que éste, es parte esencial de la vida y así contribuir a la fundamentación de investigaciones futuras.

Lo más trascendental es que abastece de agua a las poblaciones cercanas, representando un gran interés en la salud de los pobladores de la zona urbana, los cuales son beneficiados con este recurso después de su potabilización.

Por lo tanto durante esta investigación se evaluará la calidad del agua del embalse La Esperanza mediante indicadores físicos-químicos y microbiológicos con el índice de Calidad de Agua (ICA), (Horton 1965) para su utilización adecuada.

Es conveniente ya que tiene relevancia social, porque es de trascendencia para la sociedad, es de implicación práctica ya que ayuda a resolver un problema real y de valor teórico porque ayudara a apoyar nuevas teorías ya que no existen datos de la calidad de agua de la misma.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. Objetivo General**

- Evaluar la influencia de la actividad antropogénica en la calidad del agua del embalse La Esperanza, para su uso doméstico y agrícola según las normativas de la OMS y la FAO.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el nivel de eutrofización del embalse La Esperanza mediante índices de estado trófico.
- Evaluar la calidad del agua del embalse La Esperanza según el Índice de Calidad del Agua (ICA), para su uso doméstico y agropecuario en función de las normativas de la OMS y la FAO
- Preparar un plan de buenas prácticas agropecuarias que permitan sociabilizar los resultados y garantizar el desarrollo sustentable

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación**

El universo es difícilmente concebible como un “objeto” científico, siendo también difícil definirlo como un “concepto” preciso (más bien es parecido a una “idea” en el sentido Kantiano), sin embargo; ha planteado seguramente uno de los problemas intelectuales más estimulantes para la humanidad desde sus orígenes. Es cierto que los progresos más prometedores en la comprensión intelectual del universo pueden derivar de su reconocimiento como problema, a la vez, filosófico y científico.

La estructura de una “explicación científica” trata de explicar un hecho de manera empírica constatado dentro de cierto ámbito de investigación, a propósito del cual existe una oportuna teoría científica. Un modo de atenuar los riesgos de arbitrariedad de conjeturas semejantes sobre las condiciones iniciales es mostrar que pueden ser razonablemente deducidas a partir de otras condiciones iniciales más antiguas sobre las cuales operaban leyes de nivel todavía más primitivo; esto permite estimar cierta “probabilidad” de la verificación de las condiciones iniciales ignotas de primer nivel, esforzándose después por hacer verosímil la realización de tal probabilidad teórica. Evandro Agazzi. (2000)



Foster P.W. (1975), atribuye la existencia y gravedad de los problemas ambientales a diversas escalas, algunos países comienzan a institucionalizar este interés, creandose instrumentos para incorporar la variable ambiental destacando el Acta de Política Nacional Ambiental de los Estados Unidos, (Rau 1980). Los problemas ambientales son operacionales y valorativos, por lo que tienden a incluir todo lo que las personas y/o expertos perciben como tales en diversas escalas y contextos y, en forma explícita o implícita suponen que todo está interrelacionado.

En ciencia, es necesario que exista un cuerpo teórico para discutir sobre un problema (Kuhn 1971, Bunge 1972) y si existe confusión o crisis, existe un problema y debe hacerse una investigación. De lo contrario, ¿cómo se podrán prevenir y resolver los “problemas ambientales” si no se sabe lo que son? De allí la necesidad de conocer la influencia de la actividad antropogénica en la calidad del agua del embalse La Esperanza en el Ecuador y obtener resultados favorables tendientes a lograr la sostenibilidad del ambiente natural y socioeconómico. Ministerio de Educación Política Social y Deporte, (2015)

## **2.2. Antecedentes del Problema**

No se cuenta con una amplia información literaria al respecto de la calidad del agua del embalse La Esperanza, tomando en cuenta que tiene 19 años en funcionamiento, apenas en el 2012 tuvo los primeros estudios relacionados con la calidad del agua, el mismo que abarcó la microcuenca de Membrillo (Espinel y Espinel, 2013). En este estudio se pudo identificar que el grado de contaminación de las aguas está influenciado por las actividades antropogénicas. Instituciones involucradas en el manejo, mantenimiento y administración del embalse, han mostrado poco interés en el monitoreo de la calidad de agua en sus diferentes aspectos, aun sabiendo que este embalse abastece de agua para el consumo humano; a cinco cantones (Bolívar, Junín, Tosagua, Sucre y San Vicente) y en la actualidad se proyecta abastecer a la refinería del Pacífico ubicada en la ciudad de Manta, al tiempo de regar a

2800 hectáreas en los cantones Junín, Bolívar, Tosagua y Chone.

Este embalse presenta visibles problemas de eutrofización, posiblemente provocadas por las actividades antropogénicas que se realizan.

La eutrofización es una de las problemáticas ambientales más importantes de lagos y embalses. El embalse Río Tercero (Argentina) se encuentra afectado por diversas actividades antrópicas que impactan negativamente sobre el recurso.

A la hora de generar un programa de monitoreo de los sistemas acuáticos, una de las consideraciones más importante es poder definir las variables más significativas. El análisis multivariado se presenta como una herramienta alternativa. El objetivo de este trabajo fue determinar la calidad del agua y el estado trófico del embalse Río Tercero, con el fin de generar bases para una adecuada gestión de los recursos hídricos. Se realizaron campañas de muestreos durante los años 2003 a 2006 donde se midieron parámetros de calidad del agua. Se determinó el estado trófico del reservorio. Se realizó un análisis multivariado, generando una matriz de correlación y un análisis de componentes principales (ACP). El embalse experimentó un deterioro en su calidad, pasando desde un estado de mesotrófico a eutrófico. Se demostró que existe correlación positiva entre la clorofila- a y las variables fósforo total ( $r = 0.83$ ), oxígeno disuelto ( $r = 0.51$ ) y temperatura ( $r = 0.43$ ). El ACP explicó el 65,6% de la variabilidad total de los datos. El análisis multivariado estableció que las variables más significativas para explicar la variabilidad en el reservorio fueron clorofila-a, fósforo total y temperatura, lo que demuestra que los florecimientos algales deberían ocurrir en las estaciones primavera-verano. Los resultados obtenidos permiten generar un programa preliminar de monitoreo y gestión extrapolable a otros recursos acuáticos. (Ledezma et al., 2013).

## 2.3. Bases Teóricas

### 2.3.1. El Agua

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la tierra desde hace más de 3.000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Su naturaleza se compone de tres átomos, dos de oxígeno que unidos entre sí forman una molécula de agua, H<sub>2</sub>O, la unidad mínima en que ésta se puede encontrar. La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno; como líquidos, en lluvias, ríos, océanos, camanchaca, etc., como sólidos en témpanos y nieves o como gas en las nubes.

Gran parte del agua de nuestro planeta, alrededor del 98%, corresponde a agua salada que se encuentra en mares y océanos, el agua dulce que poseemos en un 69% corresponde a agua atrapada en glaciares y nieves eternas, un 30% está constituido por aguas subterráneas y una cantidad no superior al 0,7% se encuentra en forma de ríos y lagos (Gómez, S. 2002).

Según la OMS, (1993) aproximadamente mil quinientos millones de personas en el mundo carecen de agua potable, y cinco millones mueren anualmente a causa de enfermedades transmitidas por medios de agua. Además, la FAO (2000), manifiesta que la disponibilidad de agua es desigual en el mundo, en América latina la cantidad de agua por habitante es mucho mayor de la que disponen otros contenidos: 48.000 m<sup>3</sup> por habitante, comparado con 21.300 en Norteamérica, 9.400 en África, 5.100 en Asia y 4.400 en Europa.

Sin embargo, estos datos no revelan la realidad que se tiene en cada localidad, así, en América latina esta gran cantidad de agua disponible en realidad está concentrada en las zonas húmedas del continente, que ocupa un 39% de la región de América latina y el Caribe, donde se reciben precipitaciones tan abundantes que se forman muchos ríos navegables que

finalmente confluyen en el río más grande del mundo, el Amazonas (Peña, H., y Solanes, M. 2003).

### **2.3.2. Calidad del Agua**

La calidad del agua está determinada por las características hidrológicas, microbiológicas y fisicoquímicas de la masa de agua a que se refiera, las características hidrológicas son importantes porque indican el origen, cantidad y tiempo de permanencia del agua entre otros, mientras que las características microbiológicas y fisicoquímica indican las contaminaciones que pueden estar presentes y que por tanto limitan su uso (Ramírez et al., 2012). El término calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas (Quino y Quintanilla, 2013).

El peligro de que ciertos elementos se incorporen al agua, y aún más peligrosos, si estos elementos están en contacto directo con estas fuentes de agua, provocarán enfermedades en la salud pública. Las implicaciones de consumir aguas contaminadas son muchas: En el contexto de salud pública se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vía de desarrollo tienen principal causa la ingestión de agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que viven en áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales, la contaminación por fuentes no localizadas contribuyen significativamente con niveles altos de agentes patógenos en las fuentes de aguas superficiales, especialmente por coliformes fecales de origen humano y animal (Siles, J. Soares, D. 2003).

Según Rodríguez, P. (2007), la contaminación del agua es la incorporación de materias extrañas como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la

calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos e implica una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

El agua, se comporta como un disolvente tanto de compuestos orgánicos como inorgánicos, ya sean de naturaleza polar o apolar; de forma que podemos encontrar una gran cantidad de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas diferentes que modifican sus propiedades, y comportamientos como disolvente, lo que la convierte en un sistema complejo sobre el que habrá que realizar análisis tanto cualitativos como cuantitativos con objeto de conocer el tipo y grado de alteración que ha sufrido, y consecuentemente como se encuentran modificadas sus propiedades para usos posteriores. Puesto que la alteración de la calidad del agua puede venir provocada tanto por efectos naturales como por la actuación humana derivada de la actividad industrial, agropecuaria, doméstica o de cualquier otra índole, no es de extrañar que el análisis de los parámetros de calidad del agua se deba realizar a todo tipo de aguas, independientemente de su origen (Bueno, J et al., 1997).

Todos los organismos que se encuentran en el agua son importantes en el momento de establecer el control de la calidad de la misma sin considerar si tiene su medio natural de vida en el agua o pertenecen a poblaciones transitorias introducidas por el ser humano; los parámetros microbiológicos se usan como índice de calidad de agua. Así, según predominen unos organismos u otros, podremos saber el estado de un agua y, a veces, se hace difícil su detección, pero el efecto causado al ecosistema perdura durante más tiempo (Mara, D. y Cairncross, S. 1990).

### **2.3.3. Cuenca Hidrográfica**

Superficie rodeada por montañas donde se capta o recoge el agua de lluvia, estas alimentan el agua de los ríos, charcas, quebradas y otros cuerpos de agua cercana. Una cuenca hidrográfica cubre un área específica de la superficie de la tierra, en la que fluye el agua hacia un mismo punto. Las

cuencas hidrográficas mantienen el equilibrio entre los organismos y el ambiente y proveen de los recursos necesarios para que se lleve a cabo el ciclo de agua, por el cual se genera la lluvia (Siles, J. y Soares, D. 2003).

Gonzales, C. (2006) señala que el manejar adecuadamente el agua y los recursos naturales es una forma efectiva y eficiente de mantener la economía local y un ambiente saludable. Los científicos y líderes reconocen que la mejor forma de proteger este recurso natural vital (el agua) es conocerlo y manejarlo en base a su cuenca hidrográfica. Todo lo que se hace en una cuenca hidrográfica afecta todos los procesos de la vida humana.

El mismo autor señala que el agua para el consumo humano, para recreación y para la producción agrícola proviene de alguna cuenca hidrográfica. La vida silvestre también necesita de cuencas hidrográficas saludables para su comida y refugio.

La iniciativa de gestión integral de cuencas hidrográficas es un enfoque innovador para afrontar a nivel regional los problemas del medio ambiente, a través de la gestión de los recursos naturales del lugar. Para establecer un marco de colaboración entre, organismos gubernamentales y la comunidad para mantener la calidad de los recursos naturales y encontrar solución para los problemas de abastecimiento de agua asociado al desarrollo de asentamientos residenciales, y a la sobre explotación de los acuíferos, así como a la contaminación de origen disperso debida al transporte de partículas contaminantes por el agua de lluvia o de uso agrícola (Jewell, P et al., 1998).

#### **2.3.4. Microcuenca**

Las microcuencas son unidades geográficas que se apoyan principalmente en el concepto hidrológico de división del suelo. Son procesos asociados al recurso agua tales como escorrentía, calidad, erosión hídrica, producción de sedimentos, etc. Normalmente se analizan sobre unidades geográficas, de

acuerdo al detalle de topografía con que se cuente además de la escala de trabajo se establecen tamaños mínimos de microcuenca (Gómez, S. 2002).

En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas, en las cuales desarrollan sus actividades económicas y sociales generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano. No existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica (FAO, 2000).

Desde otra perspectiva la cuenca o microcuenca también es un sistema. Para comprender por qué la cuenca hidrográfica es un sistema, es necesario indicar:

En la cuenca hidrográfica existen entradas y salidas. El ciclo hidrológico permite establecer que a la cuenca ingresa una cantidad de agua, por medio de la precipitación y otras formas. Luego existe una cantidad de agua que sale de la cuenca, por medio de su río principal en las desembocaduras o por el uso que adquiera el agua

- ✓ En la cuenca hidrográfica se producen interacciones entre sus elementos. Por eso, si se deforesta en la parte alta, es posible que en épocas lluviosas se produzcan inundaciones en las partes bajas.
- ✓ En la cuenca hidrográfica existen interrelaciones. La degradación de un recurso, como el agua, está en relación con la falta de educación ambiental, con la falta de aplicación de leyes y tecnologías apropiadas, etc.

El sistema de la cuenca hidrográfica a su vez está integrado por los subsistemas siguientes:

- ✓ El biológico que lo integran esencialmente la flora y la fauna y los elementos cultivados por el ser humano.
- ✓ El físico integrado por el suelo, subsuelo, geología, recursos hídricos y clima (temperatura, radiación, evaporación entre otros).

- ✓ El económico integrado por todas las actividades productivas que realiza el ser humano en agricultura, recursos naturales, ganadería, industria, servicios (camino, carreteras, energía, asentamientos y ciudades).
- ✓ El social integrado por los elementos demográficos, institucionales, tenencia de la tierra, salud, educación, vivienda y legales.
- ✓ El cultural relacionado a las costumbres de la población que habita en la cuenca.
- ✓ El político que implica los niveles de organización y participación de las personas para la toma de decisiones.
- ✓ El tecnológico se refiere a la tecnología empleada por las comunidades de la cuenca.

Integrando elementos biofísicos y sociales, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación FAO, (2000), señala: “La microcuenca es el ámbito lógico para planificar el uso y manejo de los recursos naturales, buscando la sustentabilidad de los sistemas de producción, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y nutricional. Es en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente). Ningún otro ámbito de acción que pudiera ser considerado (municipio, cantón, caserío, finca, asociación de productores, cooperativa, ruta o sector, etc.) guarda esta relación de forma tan estrecha y tangible.

### **2.3.5. Funciones de las Cuencas Hidrográficas en Comunidades**

#### **Rurales**

Según Jiménez (2007), las cuencas hidrográficas cumplen muchas funciones, entre las principales se mencionan: La función hidrológica cuando captan el agua de las lluvias, la almacenan y la distribuyen a través de los manantiales y los ríos durante distintos momentos a lo largo del tiempo. La función



Ecológica, provee diversidad de espacios para completar las fases del ciclo hidrológico, además es un lugar para la flora y fauna que conviven con el agua. La función ambiental, ayudan en la captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), regula la distribución del agua de lluvia durante el invierno, evitando con ello las inundaciones en la parte baja de la cuenca y contribuye a conservar la biodiversidad, la cuenca es un espacio ideal para la implementación de la gestión ambiental. La función socioeconómica cuando suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas de las poblaciones que habitan la cuenca. El manejo integrado de cuencas hidrográficas es un proceso de toma de decisiones sobre el uso de los recursos naturales y los impactos de las acciones a lo largo del tiempo. Considera la participación social, cultural, productiva y económica de las poblaciones ubicadas dentro de la cuenca.

La función socioeconómica visualiza dos aspectos:

- a. Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población.
- b. Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad. Servicios Ambientales del flujo hidrológico: usos directos (agricultura, industria, agua potable, etc.), dilución de contaminantes, generación de electricidad, regulación de flujos y control de inundaciones, transporte de sedimentos, recarga de acuíferos, dispersión de semillas y larvas de la biota. De los ciclos bioquímicos: almacenamiento y liberación de sedimentos, almacenaje y reciclaje de nutrientes, almacenamiento y reciclaje de materia orgánica, de toxificación y absorción de contaminantes. De la producción biológica: creación y mantenimiento de hábitat, mantenimiento de la vida silvestre, fertilización y formación de suelos. De la descomposición: procesamiento de la materia orgánica, procesamiento de desechos humanos. Implicaciones ecológicas de la cuenca: Al interior de la cuenca, el agua funciona como distribuidor de insumos primarios (nutrientes, materia orgánica, sedimentos) producidos por la actividad sistémica de los recursos. Este proceso modela el relieve e influye en la formación y distribución de los suelos en las laderas, y por ende en la distribución de la vegetación y

del uso de la tierra. La utilización del agua entra con frecuencia en conflicto con la conservación del medio ambiente biodiversidad. Dada la extraordinaria riqueza de recursos bióticos e hídricos de la cuenca y la degradación a la que están siendo sometidos, el análisis de la relación entre la gestión de los recursos hídricos y la del medio ambiente constituye una prioridad para esta Dirección. La cuenca integra procesos y patrones de los ecosistemas, en donde las plantas y los animales ocupan una diversidad de hábitat generado por variaciones de tipos de suelo, geomorfología y clima en un gradiente altitudinal. La cuenca constituye una unidad espacial eco geográfica relevante para analizar los procesos ambientales generados como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos agua, suelos y vegetación. Por lo tanto, constituye un marco apropiado para la planificación de medidas destinadas a corregir impactos ambientales producto del uso y manejo de los recursos naturales y la biodiversidad. Dada la extraordinaria riqueza de recursos bióticos e hídricos de la cuenca y la degradación a la que están siendo sometidos, el análisis de la relación entre la gestión de los recursos hídricos y la del medio ambiente constituye una prioridad para esta Dirección. La cuenca integra procesos y patrones de los ecosistemas, en donde las plantas y los animales ocupan una diversidad de hábitat generado por variaciones de tipos de suelo, geomorfología y clima en un gradiente altitudinal. La cuenca constituye una unidad espacial eco geográfica relevante para analizar los procesos ambientales generados como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos agua, suelos y vegetación. Por lo tanto, constituye un marco apropiado para la planificación de medidas destinadas a corregir impactos ambientales producto del uso y manejo de los recursos naturales.

Un diagrama de flujo exacto del sistema de suministro de agua, desde la cuenca de captación hasta el lugar de consumo, facilita mucho la determinación de los peligros, riesgos y controles existentes. Ayudará a determinar el modo en que los riesgos pueden afectar a los

consumidores y el punto en el que se controlan o podrían controlarse. Es fundamental cotejar el diagrama de flujo sobre el terreno para comprobar su exactitud, y conviene tener en cuenta los conocimientos locales (Bartram *et al.*, 2009).

### **2.3.6. Presa hidráulica**

La finalidad de las presas es contener el agua en el cauce fluvial, con el objetivo de que la misma pueda ser utilizada de forma provechosa, como, por ejemplo, en abastecimientos o regadíos, aquí se eleva su nivel para luego derivarla a las canalizaciones de riego. También se utiliza para producir energía mecánica, cuando se transforma la energía potencial del almacenamiento en energía cinética, y la misma vuelve a convertirse en energía mecánica, cuando la fuerza del agua produce que se accione algún elemento móvil. A partir de allí se puede utilizar la energía mecánica tanto de forma directa como indirecta (Vega R. O. y Arreguín C., 1987).

Los elementos que componen el sistema presa embalse son los siguientes: Embalse: nombre del volumen de agua retenido por la presa. Vaso: donde es contenida el agua cuando se inunda el valle. Cerrada: punto concreto en que se construye la presa. Presa: cumple la función de garantizar que la construcción este estable, pues soporta un empuje hidrostático de agua fuerte, y no permite que el agua se filtre hacia abajo. Otros elementos que son característicos de las presas, son: Los paramentos: dos superficies casi verticales que se encargan de limitar el cuerpo de la presa que tiene contacto con el agua. La coronación: superficie con que es delimitada la presa superiormente. Los estribos: son los laterales del muro que tienen contacto con la cerrada en la que son apoyados (Villamizar C., 1989). La cimentación: es la superficie inferior de la presa, por medio de la cual es descargado el peso al terreno. El aliviadero o vertedero: estructura hidráulica donde rebosa el agua al llenarse la presa. Las compuertas: dispositivos mecánicos que regulan el caudal de agua. La descarga de fondo: conserva el caudal

ecológico aguas abajo. La toma: estructuras hidráulicas, con que se extrae el agua de la presa. Las esclusas: son las que permiten navegar por medio de la presa. La escalera de peces: por donde los peces pueden emigrar en sentido ascendente de la corriente.

### **2.3.7. Represa**

Es una construcción que tiene la finalidad de detener y/o desviar el curso natural de un río. Consiste en una muralla o dique que atraviesa el cauce de un río, generalmente en un estrechamiento y aguas abajo de una zona con pendiente pronunciada (rápidos o cascadas), realizada con tierra, piedras, troncos o cemento. El hombre las ha construido, con diferentes y múltiples propósitos, desde poco después de que se convirtiera en agricultor, pero en este último siglo sus obras de ingeniería han alcanzado una magnitud tal que provocan enormes cambios y alteraciones del ambiente y los ecosistemas. (Tablado, s.f.). También hay represas creadas por otros seres vivos, como las que construyen los castores, u otros agentes naturales (ej. coladas de lava de una erupción volcánica que cortan el cauce de un río) (Tablado, s.f.).

El mismo autor expresa que todas las represas generan, indefectiblemente, un lago artificial o embalse aguas arriba de su construcción. Este es el principal impacto ambiental que producen, ya que se inundan en forma permanente amplias extensiones de tierras altas y las turbulentas y someras aguas de un río son remplazadas por un tranquilo y profundo lago. La fauna terrestre es desplazada a áreas aledañas al embalse, que no siempre son adecuadas para su supervivencia, y debe competir con las poblaciones ya existentes en ellas (aves, mamíferos grandes y medianos, reptiles grandes, algunos insectos voladores), o muere ahogada durante la inundación (mamíferos y reptiles pequeños, anfibios, la mayoría de los insectos, arañas, caracoles, lombrices, etc.). Las praderas y bosques cubiertos por las aguas mueren indefectiblemente y su lenta descomposición condiciona la calidad de las aguas embalsadas.

### **2.3.8. Embalses**

Son masas de agua artificiales, donde se pueden diferenciar dos zonas, la más cercana a la presa con unas temperaturas más constantes y la cola o desembocadura donde la temperatura oscila en función de los ciclos de lluvia. En los embalses existen dos ciclos térmicos que coinciden con los periodos de invierno y verano. En el primero se produce el ciclo denominado mezcla, en el que la temperatura del agua es constante a cualquier profundidad, mientras que en el segundo se produce la estratificación dividiéndose la temperatura en tres zonas (FAPD 2010).

### **2.3.9. Indicadores o Índice Ambientales**

Un indicador podría definirse como la capacidad de un elemento para informar acerca de las condiciones y/o características del sistema al que pertenece. Los indicadores se refieren a medidas simples de factores o especies biológicas, bajo la hipótesis de que estas medidas son indicativas del sistema biofísico o socioeconómico (Canter, L. 1996).

Un índice ambiental es un número o clasificación descriptiva de una gran cantidad de datos o información ambiental cuyo propósito principal es simplificar la información para que pueda ser útil a los tomadores de decisión y al público.

De esta forma un "índice" es una jerarquización o, en general, una ordenación de "indicadores" bajo la finalidad de cuantificar una o un conjunto de características del sistema en estudio, sin necesidad de abordarlo en su totalidad.

El ICA indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y

está expresado como porcentaje del agua pura. Así, agua altamente contaminada tendrá un ICA  $\approx 0$  %, en tanto que el agua en excelentes condiciones el valor del ICA  $\approx 100$ %.

El ICA fue desarrollado de acuerdo con las siguientes etapas:

- ✓ La primera etapa consistió en crear una escala de calificación de acuerdo con los diferentes usos del agua.
- ✓ La segunda involucró el desarrollo de una escala de calificación para cada indicador, de tal forma que se estableciera una correlación entre los diferentes parámetros y su influencia en el grado de contaminación (SEMARNAP, 1999).

El empleo del ICA fue propuesto inicialmente por Horton, R. (1965), sin embargo, los índices no fueron aceptados y utilizados sino a partir de los años setenta cuando los ICA adquieren relevancia para la evaluación del recurso hídrico. Hasta la fecha se ha generado una gran cantidad de índices de calidad para el agua dependiendo del estado y del cuerpo hídrico que se pretenda estudiar y la utilización que se le quiera asignar.

Diversos estudios realizados en los últimos años han revelado que existen a lo menos 30 índices de calidad formulados de acuerdo a sus propios objetivos. Con esta introducción se resalta el hecho que existen innumerables ICA incluso de acuerdo al uso pretendido del recurso hídrico y que, la asignación de un número determinado para señalar un índice de calidad, es una tarea sumamente compleja (Samboni, N. 2007).

La calidad del agua, entendida entonces como la medición de sus características físicas, químicas y biológicas, en relación con unos estándares, implica variables diferentes e incluso factores complejos para describir su estado en términos cuantitativos. Un cuerpo de agua puede llegar a ser caracterizado a través de los siguientes componentes principales: hidrología física, química, biológica y la valoración adecuada necesaria para

verificar su adaptabilidad a un uso determinado, se basa en la evaluación apropiada de estos componentes frente a niveles de calidad deseables. Un índice de calidad del agua consiste, básicamente, en una expresión simple que resulta de combinar un conjunto de parámetros valorados, la cual sirve como una expresión de la calidad del agua, con el propósito de hacer que la información sea de fácil interpretación tanto para aquellos relacionados con las ciencias básicas e ingenierías, como para otros usuarios que en general requieran conocer (Fernández, N. 2005).

Después de que fueron preparadas estas escalas, se formularon los modelos matemáticos para cada parámetro, los cuales convierten los datos físicos en correspondientes índices de calidad por parámetro (II). Debido a que ciertos parámetros son más significativos que otros en su influencia en la calidad del agua, este hecho se modeló introduciendo pesos o factores de ponderación ( $W_i$ ) según su orden de importancia respectivo. Finalmente, los índices por parámetro son promediados a fin de obtener el ICA de la muestra de agua (SEMARNAT, 1999).

El ICA se utilizó en el proceso de auditoría ambiental del dragado del canal de navegación del Golfo de Guayaquil, en donde se estableció que los índices de calidad de agua obtenidos a partir de las metodologías propuestos por la Comisión Nacional del Agua de México y la Fundación Nacional de Sanidad de EE.UU, citada por Canter, L. (1998) dio indicadores de contaminación a lo largo del curso del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil. Los resultados a partir de este análisis sirven de herramienta eficaz para la toma de decisiones, al identificar potenciales impactos ambientales, en un tiempo oportuno que permite determinar medidas de prevención respectivas, a través de un Plan de Manejo Ambiental.

- ✓ Permitió evaluar si este excedía o no el valor límite permisible establecido en la legislación ecuatoriana.
- ✓ El emplear la metodología propuesta por la Fundación Nacional del Agua (NSF) de los EE.UU., sirvió para reforzar e incrementar el grado

de confiabilidad dados por los resultados obtenidos mediante la evaluación realizada con la metodología propuesta por la Comisión Nacional del agua de México.

- ✓ El empleo o utilización de ambas metodologías son válidos, pues su grado de confiabilidad es de un 98%.
- ✓ Decidirse por una de las metodologías está básicamente limitados a la cantidad de los recursos económicos, materiales, y disponibilidad de datos.

Según Ramírez, A. y Viña, G. (1998), las aguas de los ríos experimentan un deterioro en su calidad debido principalmente a su uso como receptor de los vertimientos generados en los centros poblados, las zonas industriales, las actividades agropecuarias y escorrentías.

Para hacer más fácil la interpretación de los datos de monitoreo se diseñaron los Índices de Calidad del Agua (ICAs), los cuales son herramientas prácticas que reducen una gran cantidad de parámetros a una expresión sencilla dentro de un marco de análisis. Los ICAs son indicadores útiles en los programas de vigilancia y control de la calidad del agua y son una herramienta importante para la administración de los recursos hídricos (Fernández, N. *et al* 2003).

El mismo autor sostiene que estos índices tienen en la actualidad una gran aplicación para el diagnóstico y estudio de problemas ambientales y su utilidad radica en la facilidad y rapidez con la cual se puede determinar en una forma global la calidad de un ambiente específico.

### **2.3.10. Influencia del Uso del Suelo Sobre la Calidad de Agua**

El uso y manejo que se hace del suelo provoca con gran frecuencia una alteración tan profunda de sus propiedades que determina una pérdida gradual de su capacidad productiva, de su fertilidad, de sus posibilidades y aprovechamiento, en ocasiones el suelo puede llegar a experimentar una



pérdida de calidad tan acentuada que le incapacite para ejercer las múltiples funciones que puede realizar. La calidad del agua a nivel físico químico tiene alteraciones importantes debido al cambio de uso de suelo, factor principal que influye en la vulnerabilidad del recurso. A la medida que disminuye la franja ribereña de las microcuencas y se incrementa el área de ganadería, con el consecuente acceso de los animales al cauce, también aumenta el aporte de materia contaminante (Mitchell, M et al., 1993).

El fuego puede contribuir a un proceso acelerado de erosión debido a la pérdida de la protección vegetativa, capa de material orgánico del suelo y cambios físicos en el suelo superficial, dejando al suelo con baja capacidad de infiltración y dependiendo del patrón de lluvias, gran cantidad de este suelo y nutrientes pueden ser lavadas hacia los ríos (Bruijnzeel, L. 1991). Según Martins, P et al., (1991), lo anterior estaría relacionado con el aumento de la densidad del suelo y la subsecuente disminución de la porosidad del mismo, que aunado a la gran cantidad de residuos diseminados superficialmente, incluyendo una capa heterogénea de cenizas, pueden provocar alteraciones en la calidad del agua.

Para Mendoza, A. (1989) la ganadería es una de las prácticas de uso de la tierra más comunes, con impactos sobre la calidad del recurso hídrico. Cuando se da un sobrepastoreo, es un efecto muy negativo desde el punto de vista bacteriológico y químico, generalmente este efecto se observa en lugares de alta precipitación, fuertes pendientes, cercanos a fuentes de agua. Los contaminantes de estas áreas son arrastradas con facilidad y rapidez hacia los cuerpos de agua. El impacto más significativo en el caso de que estas fuentes hídricas estén desprovistas de cobertura vegetal que les de protección, o la ausencia de una zona de amortiguamiento, ya que estas corrientes arrastran microorganismos patógenos, nutrientes y sólidos suspendidos. La agricultura constituye una de las actividades más practicadas en el mundo, particularmente en áreas rurales. Su impacto sobre la calidad del agua es de mucha importancia. Señala además que aproximadamente el 70% de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual

significa el principal factor de la degradación de estos, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química.

El incremento de bacterias en el agua se evidencia, cuando los animales domésticos pastan en áreas pantanosas o húmedas adyacentes a los ríos (Brooks, K et al., 1991). Fajardo, J et al., (2001), mencionan que la cantidad de bacterias en el suelo es una función del tipo y número de ganado, y también de si los desechos son almacenados o no. Por otra parte, la contaminación de aguas superficiales por nutrientes provenientes de áreas de pastoreo, también ocurre. La intensidad de pastoreo afecta la densidad del suelo con el incremento del pisoteo, de tal forma que al ocurrir una lluvia o riego, la capacidad de almacenamiento del suelo es superada fácilmente e inevitablemente ocurrirá drenaje de nutrientes por efecto de escorrentía o lixiviación por la lluvia o riego hacia las fuentes de agua (Vidal, M et al., 2000). Mendoza, A. (1989) señala que la recepción de aguas contaminadas se da a través de dos fenómenos: las aguas de lluvia que discurren por el subsuelo, que luego de su contacto con ella arrastran sub productos de las actividades humanas que cambian su calidad natural, y las aguas que luego de ser usada y transformada su calidad físico-química, son reintegradas a los cuerpos de aguas naturales. De igual forma, los acuíferos que son otra fuente de abastecimiento de agua puede ser contaminadas por las actividades del ser humano.

La contaminación se define como la presencia de sustancias nocivas que alteran las características de los recursos naturales de tal manera que interfiere con el uso de los mismos. Las aguas en nuestros ríos, lagos y quebradas son contaminadas por la erosión y la sedimentación causada por el uso inadecuado del terreno en áreas agrícolas y urbanas dentro de la cuenca (Bedoya, J. 2002)

### **2.3.11. Sector Agropecuario en el Ecuador**

La población rural del Ecuador es de 5 392 713 habitantes; de los 14 483 499 que tiene el país según el censo realizado en el 2010, lo cual representa el

37% del total de la población nacional, la población activa económicamente a nivel nacional es de 6 106327 de habitantes, dedicándose el 20. 77% a la producción agropecuaria (Medina, 2014).

De acuerdo a los datos obtenidos de la Encuesta en Superficie y Producción Agropecuaria Continua del 2011, la superficie utilizada en la agricultura es de 7 346 191 hectáreas, constituyendo el 28.6% de la superficie del país, de esta cantidad de terrenos dedicado a la agricultura 451 234 hectáreas se explotan con riego utilizando alguna tecnificación, lo que significa que apenas el 6.14% del área cultivada tiene riego tecnificado (Medina, 2014).

El área utilizada a la agricultura en la provincia de Manabí es de 1 152 192 hectáreas lo que constituyen el 15.7% de la superficie en la explotación agropecuaria del país. Es importante indicar que en la provincia de Manabí el 27.6% de la población económicamente activa está dedicada a la agricultura seguida por importantes actividades económicas, como la explotación de recursos forestales, la ganadería, la avicultura, la acuicultura y por último las agroindustria como la fabricación de confitería, grasas y aceites (Medina, 2014).

El mismo autor señala que pese a que la provincia no cuenta con amplias superficies de tierra con facilidad para la explotación agrícola, brinda diversas condiciones propicias para esta actividad debido a la fertilidad que tienen las tierras en las zonas aptas para el cultivo y por el clima, en la actualidad se cultiva café, banano, cacao, maíz, arroz, naranja, piña, papaya, sandía, melón, maracuyá, pepino entre otros, los cantones que se dedican al cultivo del café son Jipijapa, Paján, Santa Ana, 24 de Mayo y Junín

Mientras que los cantones que prevalecen en el cultivo de cacao son Chone, Bolívar y Junín también la zona montañosa del cantón Sucre, asimismo en los cantones de Portoviejo y Rocafuerte se cultiva el algodón. Manabí ocupa el primer lugar en la producción de café a nivel nacional tanto en área cultivada

como en producción, lo mismo ocurre en la producción de plátano y ocupa el segundo lugar en la producción de maíz duro seco (Medina, 2014).

### **2.3.12. Contaminación del agua por actividades agropecuarias**

Las actividades agropecuarias, los residuos de alimentos, entre otros, generan desperdicios tóxicos y sus vertimientos a las fuentes hídricas, se adhieren en los ecosistemas a una velocidad que sobrepasa la capacidad normal del mismo para procesarlos y distribuirlos, constituyéndose en un grave problema de contaminación ambiental. Producto de vertimientos de algunos productos químicos en las fuentes hídricas (Tobón y López, 2011).

La relación con la utilización excesiva de plaguicidas y pesticidas también se asocian con la posibilidad de desencadenar mutaciones por la exposición crónica a dosis pequeñas en actividades ocupacionales, la contaminación resulta de la aplicación directa sobre bovinos, porcinos, aves y cultivos; además de otras sustancias provenientes de contribuciones de residuos que llegan a los afluentes por las aguas negras y de la atmósfera por lixiviación, escorrentía y precipitación. El uso del Glifosato, un herbicida total, no selectivo de amplio espectro, es un factor de riesgo para la salud y puede afectar el ADN en cientos de células en concentraciones normales en el agua potable; pero se requiere evaluar sus efectos, tales como el tipo de cáncer y el período en que se convierte en un riesgo potencial para los seres humanos (2,5-7) (Tobón y López, 2011).

Los efectos de la agricultura sobre la calidad del agua, según FAO (1997). Además de los problemas de anegamiento, desertificación, salinización, erosión entre otros, que repercuten en las superficies regadas, otro efecto ambiental grave es la degradación de la calidad de los recursos hídricos, aguas abajo, por efecto de las sales, productos agroquímicos y lixiviados tóxicos, como se detalla a continuación:

### **Repercusiones en la salud pública**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua contaminada puede producir efectos muy negativos, ya que provoca enfermedades humanas, hasta la muerte, nada menos de 4 millones de niños mueren al año como consecuencia de enfermedades diarreicas debido a infecciones transmitidas por el agua, las bacterias más frecuentes en las aguas contaminadas que se encuentran en las heces humanas, la escorrentía superficial y, por consiguiente la contaminación de fuentes no localizadas, contribuyen de forma significativa al alto nivel de agentes patógenos en las masas de aguas superficiales, las deficiencias de los servicios rurales de higiene contribuyen también a la contaminación del agua subterránea (FAO, 1997).

Según informes de la OMS (Organización Mundial de la Salud), los niveles de nitrógeno en el agua subterránea han aumentado en muchas partes del mundo como consecuencia de la intensificación de las prácticas agrícolas, en una fuente de contaminación, directa como indirecta (FAO, 1997).

### **Aplicación de los fertilizantes**

La escorrentía de nutrientes, especialmente fosfatos en aguas superficiales, da lugar a la eutrofización y produce mal gusto y olor en el abastecimiento público de agua y un crecimiento excesivo de las algas que da lugar a desoxigenación del agua y mortandad de peces, en agua subterránea provoca lixiviación de nitrato representando una amenaza para la salud pública (FAO, 1997).

Si los fertilizantes se extienden en aguas superficiales, provoca en las aguas receptoras, elevados niveles de contaminación por agentes patógenos, metales, fósforo y nitrógeno lo que da lugar a la eutrofización y a una posible contaminación (FAO, 1997).

### **Plaguicidas**

La escorrentía de plaguicidas da lugar a la contaminación de aguas superficiales y a la biota, pérdida de los depredadores superiores debido a la inhibición del crecimiento y a los problemas reproductivos provocando difusión del sistema ecológico en las aguas superficiales, consecuencias negativas en la salud pública debido al consumo de pescados contaminados, los plaguicidas son transportados en forma de polvo por el viento hasta distancias muy lejanas y contaminan sistemas acuáticos que pueden concentrarse en miles de millones de millas (FAO, 1997).

### **Granja parcelas de engorde**

Contaminación del agua superficial con numerosos agentes patógenos (bacterias, virus, entre otros), lo que da lugar a problemas crónicos de salud pública, polución por metales contenidos en la orina y las heces (FAO, 1997).

### **Riego**

Escorrentía de sales, que da lugar a la salinización de las aguas superficiales, con efectos ecológicos dañinos, pueden registrarse niveles elevados de oligoelementos, como el selenio, con graves deterioros ecológicos y posibles efectos en la salud humana (FAO, 1997).

### **Impacto de las instalaciones ganaderas calidad y seguridad del agua**

La posibilidad que las actividades ganaderas supongan una fuente de contaminación, para los recursos hídricos, es una preocupación de muchos años especialmente la contaminación por nutrientes, como la carga nitrogenada, fosfatos, nitratos, sales (Hernández y Zumbado, 2014).

### **Contaminantes tóxicos generados en la ganadería intensiva**

En los residuos generados en las instalaciones ganaderas, principalmente en el estiércol, se pueden encontrar numerosos contaminantes tóxicos de diversa naturaleza, como nutrientes eutrofizantes como es el nitrógeno, fosfatos y diversas sales, además de los microorganismos patógenos y del grupo de los

antibióticos que aparecen en concentraciones relevantes en la orina de los animales (Hernández y Zumbado, 2014).

### **2.3.13. Monitoreo del Agua**

DIGENSA (2007) indica que el programa de monitoreo incluye la definición clara de los objetivos, las autoridades involucradas, responsabilidades y tareas delegadas a cada uno de ellos para su cumplimiento. Para el desarrollo de las actividades de muestreo se debe conocer, la ubicación de los sitios y las rutas de acceso a estos.

La misma dirección señala que la programación del monitoreo debe realizarse con la suficiente anticipación, de tal manera que se efectúen todos los tramites (en caso de ser requerido) y todas las actividades que demanda su alistamiento; por lo tanto es recomendable realizar paso a paso las actividades que se describen a continuación, ya que en la mayoría de casos los sitios de muestreo quedan alejados del sitio de trabajo, impidiendo el regreso por equipo y materiales olvidados y el reabastecimiento de provisiones y/o repuestos, que son necesarios para las actividades de muestreo.

Antes de realizar el desplazamiento a campo es importante incluir dentro del grupo de muestreo, una persona que tenga pleno conocimiento de la ubicación del sitio o contar con un mapa detallado de la zona. Es necesario determinar la ruta que se va a seguir, con el fin de optimizar el tiempo.

Para los casos en los cuales se valla por primera vez al sitio de muestreo es aconsejable contactar una persona de la región que sirva de guía. Adicionalmente, se deberá contar con los equipos y materiales necesarios para levantar una estructura (mojón, estaca, entre otros), la misma que permita realizar siempre en el mismo punto el muestreo, de tal manera que en futuras visitas sea fácilmente identificable, manteniendo la historia del sitio de muestreo ( DIGENSA 2007).

Según Zaixco, H. (2002) no existen normas absolutas para la elección de puntos para recoger las muestras ya que esa selección está íntimamente relacionada a las condiciones locales, que varían de acuerdo al lugar. Entre tanto, debemos seleccionar esos puntos para las muestras teniendo en cuenta algunos criterios prácticos orientados por el sentido común.

El mismo autor indica que, ante todo, debemos y necesitamos obtener informaciones sobre el área de influencia del objeto hidrográfico a ser estudiado o de la cuenca hidrográfica como un todo. Entre las informaciones necesarias están:

- a. Localización exacta de los puntos, por medio de mapas cartográficos y visitas a los propios lugares
- b. En las visitas al área de estudio, examinar también las vías de acceso y evaluar el tiempo necesario para realizar el trabajo de muestreo.
- c. Actividades del hombre (industria, agricultura, minería, etc.)
- d. Evaluación, en caso de existencia, de estudios o indagaciones similares, ya realizados en la región por medio de contacto con los individuos o instituciones participantes en ellos.

Los puntos estratégicos para muestreo que tienen importancia en los proyectos de estudios ambientales guiados, en cuencas hidrográficas, son los siguientes:

- a. Naciente - curso medio - desembocadura.
- b. Antes y después de los afluentes.
- c. Antes y después de lugares de desagüe de residuos domésticos o industriales.
- d. Lugares donde no existe turbulencia.
- e. Lugares de afluencia y efluvio (emanación) de una planta de tratamientos de desperdicios.
- f. Locales de captación de un depósito de suministro.



Garay, J. *et al.*, (2007) señala, la recolección de las muestras depende de los procedimientos analíticas empleados uno de estos caso es la muestras compuestas que en la mayoría de los casos, el término "muestra compuesta" se refiere a una combinación de muestras sencillas o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos. Algunas veces el termino "compuesta en tiempo (time composite), se usa para distinguir este tipo de muestras de otras. El uso de muestras compuesta representa un ahorro sustancial en costo y esfuerzo del laboratorio comparativamente con el análisis por separado de un gran número de muestras y su consecuente cálculo de promedios.

Para estos propósitos, se considera estándar para la mayoría de determinaciones una muestra compuesta que representa un periodo de 24 h. Sin embargo, bajo otras circunstancias puede ser preferible una muestra compuesta que represente un cambio, o un menor lapso de tiempo, o un ciclo completo de una operación periódica.

La cantidad de muestra a ser tomada depende del número de parámetros a ser analizados y del tipo de análisis por realizarse, así como también de la concentración deducida del parámetro a determinarse. El volumen de la muestra debe ser el suficiente para cumplir con todos los requerimientos del análisis, más una cantidad igual como muestra testigos. Se debe consultar al laboratorio analítico sobre la cantidad de la muestra simple o al azar estará entre 263 litros. Adicionalmente, de acuerdo con las necesidades, se deben tomar muestras por duplicado, periódicamente, para asegurar el control de calidad (Bravo, J. 1992).

Sigue manifestando, que algunos tipos de muestras tienen tiempos de conservación restringidos, la planificación del trabajo diario debe ser hecha con mucho cuidado de manera tal que se pueda asegurar que las unidades muestrales llegaran al sitio de análisis dentro del horario de trabajo y sin exceder el máximo de horas (días) posible para ese análisis en particular. Las muestras bacteriológicas son por lo general empacadas en heladeras, lo cual

sirven para otros propósitos siempre y cuando sea utilizable solo con este objetivo en el futuro, no son reemplazables por bolsas de hielo excepto en emergencias.

Para evitar el deterioro de las muestras se deben tener en cuenta que: No se debe permitir que las muestras se calienten, ellas deben almacenar en contenedores que permitan enfriarlas a una temperatura de 4°C, por otra parte no se debe permitir que las muestras se congelen a no ser que esto sea parte del protocolo de conservación. Las muestras biológicas deben ser fijadas con el preservador más adecuadas a la naturaleza de los organismos muestreados lo cual deben ser enviadas al laboratorio sin demora de manera que estas lleguen preferiblemente dentro de la 24 horas de obtenida. (Zaixso, H. 2002).

Es muy importante evitar el muestreo próximo a las márgenes de los sistemas hídricos, pues la calidad en esos puntos no es representativa de todo el volumen de agua. Además de eso, existe una posibilidad grande de contaminación en esos puntos.

Entre los indicadores considerados para determinar la contaminación y calidad de aguas en los monitoreo están:

**Potencial de hidrógeno (pH).**- El pH es el potencial de hidrógeno, con este parámetro se puede indicar si una sustancia es ácida, neutra o básica, midiéndose en una escala que va desde 0 a 14 si la escala corresponde a 7 la sustancia es neutra, si la escala es menor a 7 indica que es una sustancia ácida pero si la escala va por encima de 7 nos indica que la sustancia es básica.

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Sin embargo el PH no tiene efectos directos sobre la salud pero puede influir en los procesos de tratamiento de agua como la coagulación y la desinfección (Albán, 2012).

Los cambios de pH en el agua son importantes para muchos organismos, la mayoría de ellos se han adaptado a la vida en el agua con un nivel de pH específico y pueden morir al experimentarse cambios en el pH. Ácidos minerales, carbónicos y otros contribuyen a la acidez del agua, provocando que metales pesados puedan liberarse en el agua (Mitchell *et al.* 1993).

**Color.-** El color de agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), de humus y turbas, de plancton de restos vegetales y residuos industriales. Tal coloración se elimina para adaptar un agua a usos generales e industriales. Las aguas residuales coloreadas suelen requerir la suspensión de color antes del desagüe. (Romero, J. 2002).

El color es la capacidad del agua para absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El color natural en el agua existe debido a los efectos de partículas coloidales cargadas negativamente. En general, el agua presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle un color rojizo y la del manganeso, un color negro (Sawyer, C *et al.*, 2000).

**Turbidez.-** La turbidez es la propiedad perceptible de una suspensión lo que hace que la luz sea tramitada y no transferida mediante la suspensión. La turbidez en el agua es producida mediante la diversidad de materiales en suspensión los cuales varían en tamaño, encontrándose desde dispersiones disueltas hasta partículas gruesas, además limo, arcilla, materia orgánica e inorgánica finamente fragmentada, microorganismos y organismos planctónicos (Aucancela y Chiluisa, 2011).

La turbidez del agua está relacionada con sustancias que se hallan como dispersiones coloidales o dispersiones gruesas. La turbidez no puede ser medida por métodos químicos sino por métodos físicos. La turbidez del agua puede ser medida con equipos específicos. (Turbidímetro) o con sondas

multipropósito. Por lo general la turbidez se mide en NTU (unidades Nefelométrica de Turbidez), si bien existen otras unidades (FTU: Unidades Formazina de Turbidez) (APHA, 1999).

Es el resultado de sólidos suspendidos en el agua que reducen la transmisión de luz (Mitchell, M *et al.*, 1993). Estos sólidos suspendidos son variados, así pueden ser arcillas, limos, materia orgánica y plancton y hasta desechos industriales y de drenaje (Seoáñez, 1999) En niveles altos de turbidez, el agua pierde la habilidad de apoyar la diversidad de organismos acuáticos, aumenta la temperatura al sostener partículas que absorben el calor de la luz solar y el agua caliente conserva menos oxígeno que el agua fría, así al entrar menos luz disminuye la fotosíntesis necesaria para producir oxígeno. Otro efecto asociado a turbidez es la obstrucción de las agallas de los peces, por los sólidos suspendidos, reducción del crecimiento y la resistencia a las enfermedades, al igual que limita el desarrollo de huevos y larvas (Mitchell, M *et al.*, 1993)

**Demanda Biológica De Oxígeno (DBO<sub>5</sub>).**- La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aeróbica de la materia orgánica biodegradable presente en el agua, se mide en los 5 días, su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente (Maza, 2013).

La demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) también denominada demanda bioquímica de oxígeno, (DBO<sub>5</sub>) es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contienen una muestra líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. Normalmente se mide transcurrido 5 días (DBO<sub>5</sub>) y se expresa en miligramo sobre litro (EPA, 1986).

Es el principal indicador de la salud de un cuerpo de agua natural. La presencia de oxígeno denota condiciones aerobias en el cuerpo de agua y la ausencia de olores desagradables (Mitchell, M *et al.*, 1993)

**Sólidos totales.-** Los sólidos totales se definen como aquella materia que se adquiere como residuo luego de someter una muestra de agua a temperaturas de 103°C y 105°C y que comprenden todo el material orgánico e inorgánico, que no se evapora a dicha temperatura, esos sólidos se clasifican en filtrables (sólidos disueltos) y no filtrables (sólidos en suspensión) (Alessandri, 2012).

**Sólidos suspendidos.-** Analíticamente se define el contenido de sólidos suspendidos, como el residuo que es retenido después de pasar un volumen conocido de líquido por un filtro de fibra de vidrio de tamaño de poro nominal (1,2µm) y secado a 105 °C (Marie, D. y Carpi, A. 2003).

Una sustancia disuelta es aquella que se encuentra dispersa homogéneamente en el líquido. Pueden ser simplemente átomos o compuestos moleculares complejos mayores de 1 µm en tamaño. Las sustancias disueltas se hallan presentes en el líquido en una sola fase, por lo que no pueden ser removidas del líquido sin lograr un cambio de fase como la destilación, precipitación, absorción o extracción (Seoáñez, M. 1999)

**Cloruros.-** Los cloruros existen en todas las aguas naturales a concentraciones muy variables. Normalmente, el contenido de los minerales. Por lo general, las fuentes de las tierras altas y de las montañas tienen bajo contenido de cloruros, mientras que los ríos y las aguas subterráneas tienen cantidades considerables. Los niveles de cloruro de las aguas y océanos son muy altos porque contienen los residuos resultantes de la evaporación parcial de las aguas naturales que fluyen hacia ellos. Los cloruros tienen muchas formas de acceso a las aguas naturales (APHA, 1999).

**Alcalinidad.-** La alcalinidad de agua es la medida de su capacidad para neutralizar ácidos. También se utiliza el término capacidad de neutralización de ácidos (CNA). La alcalinidad de las aguas naturales se debe primariamente a las sales de ácidos débiles, aunque las bases débiles o fuertes también pueden contribuir. Los bicarbonatos son los compuestos que más contribuyen a la alcalinidad, puesto que se forman en cantidades considerables por la

acción del dióxido de carbono sobre materia básica del suelo. En ciertas condiciones las aguas naturales pueden ser alcalinas debido a las cantidades apreciable de hidróxido y carbonatos (Sawyer, C *et al.*, 2000).

**Dureza total.-** En química, se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. Son estas las causantes de la dureza del agua y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales metálicas (APHA, 1999).

**Temperatura.-** La lectura de cifras de temperatura se utiliza en el cálculo de diversas formas de alcalinidad, en estudios de saturación y estabilidad respecto al carbonato de calcio, en el cálculo de salinidad y en las operaciones generales de laboratorio. En estudios limnológicos con frecuencias se requieren temperaturas de agua en función de la profundidad (McDaniels, A. y Bordner, R. 1983).

La temperatura del agua se establece por la absorción de radiación en las capas superiores del líquido. Las variaciones de temperatura afectan a la solubilidad de sales y gases en agua y en general a todas sus propiedades, tanto químicas como microbiológicas (Calderón, y Orellana 2015).

**Nitritos.-** Los nitratos inorgánicos se forman en la naturaleza por la descomposición de los compuestos nitrogenados como las proteínas, la urea etc. En esta descomposición se forma amoníaco o amonio respectivamente. En presencia de oxígeno éste es oxidado por microorganismo de tipo nitrobacter a ácido nítrico que ataca cualquier base (generalmente carbonatos) que hay en el medio formando el nitrato correspondiente (Sawyer, C *et al.*, 2000).

**Fosfatos totales.-** El fósforo generalmente está presente en las aguas naturales en forma de fosfatos, los fosfatos al igual que los nitratos, son nutrientes para las plantas cuando entra demasiado fosfato al agua, florece el

crecimiento de las plantas. Los fosfatos también estimulan el crecimiento de las algas lo que puede ocasionar un crecimiento rápido de las algas. Los crecimientos rápidos de algas se pueden reconocer con facilidad como capas de limo verde y pueden eventualmente cubrir la superficie del agua (Shuval, I. 1977).

El fósforo se encuentra habitualmente en las aguas naturales en forma de fosfatos, estos los situamos en los detergentes y fertilizantes logrando llegar a las aguas con el escurrimiento agrícola, las descargas de aguas negras y los desechos de las actividades industriales, es importante indicar que los fosfatos son nutrientes para las plantas (Aucancela, y Chiluisa, 2011).

Los fosfatos totales incluyen fosfato orgánico e inorgánico. El fosfato orgánico es parte de las plantas y los animales y se adhiere a materia orgánica compuesta de plantas y animales vivos, ambos son los responsables de la presencia de algas y plantas acuáticas grandes. El exceso de algas ocasiona el "florecimiento de algas" iniciándose así la eutrofización, que no es más que un enriquecimiento del agua, comúnmente producida por fosfato proveniente de actividades humanas (Mitchell *et al.*, 1991). Cuando las algas mueren, se depositan en el fondo y sirven como alimento para las bacterias;8 aumentando los procesos aeróbicos de bacterias que consumen demasiado oxígeno afectando a la vida acuática en general (AGUAMARKET, 2002).

**Hierro.-** Es un catión muy importante desde el punto de vista de contaminación, aparece en dos formas: ión ferroso ( $\text{Fe}^{++}$ ), o más oxidado como ión férrico ( $\text{Fe}^{+++}$ ). La estabilidad y aparición en una forma u otra depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras, o composición de la solución.

Afecta a la potabilidad de las aguas y es un inconveniente en los procesos industriales por provocar incrustaciones. Por todo lo anterior las aguas subterráneas solo contienen el ión ferroso disuelto, que suele aparecer con contenidos entre 0 y 10 ppm, pero al airear el agua se precipita el hidróxido

férrico de color rojizo, y se reduce el contenido a menos de 0.5 ppm. Solo las aguas de pH ácido pueden tener contenidos en hierro de varias decenas de ppm (Romero, J. 2002).

**Oxígeno disuelto.-** El oxígeno disuelto (O.D.) es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua. Es un indicador de cómo está contaminada el agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir.

El oxígeno disuelto en el agua proviene del oxígeno en el aire que se ha disuelto en el agua, por lo que están muy influidos por las turbulencias del río (que aumentan el O.D.) o ríos sin velocidad (en los que baja el O.D.). Parte del oxígeno disuelto en el agua es el resultado de la fotosíntesis de las plantas acuáticas, por lo que ríos con muchas plantas en días de sol pueden presentar sobresaturación de OD. Otros factores como la salinidad, o la altitud (debido a que cambia la presión) también afectan los niveles de O.D (Marie, D. y Carpi, A. 2003).

El oxígeno disuelto determina la existencia de las condiciones aeróbicas, su contenido depende de la concentración y estabilidad de la materia orgánica, los niveles de OD en aguas naturales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de aguas y es una prueba clave de la contaminación en la muestra (Viracucha, 2012).

**Conductividad eléctrica.-** La conductividad eléctrica, se define como la capacidad que tienen las sales inorgánicas en solución para conducir la corriente eléctrica. El agua pura, prácticamente no conduce la corriente, sin embargo, el agua con sales disueltas conduce la corriente eléctrica. Los iones cargados positiva y negativamente son los que conducen la corriente, y la cantidad conducida dependerá del número de iones presentes y de su movilidad (Romero, J. 2002).



**Coliformes totales.-** Los Coliformes fecales también llamados Coliformes termotolerantes denominados así por su soporte a altas temperaturas de hasta 45°C, comprenden un grupo reducido de microorganismos indicadores de calidad por su origen fecal, en su mayoría están representados por *E. coli* pero se pueden encontrar entre otros menos frecuentes (Moposita, 2015). Estos son definidas como bacilos Gram-negativo, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas (Camacho *et al.*, 2009).

Es muy difícil un conteo indirecto de coliformes mediante la siembra directa del agua a analizar, debido a su escasa presencia en aguas aparentemente limpia y a la existencia de medios sólidos adecuados donde podemos identificarlos con facilidad, sin cometer errores. Por ello se hace necesario utilizar un método que aunque más complejo, con mejores resultados desde el punto de vista estadístico, es el método del número más probable (NMP), (Harper, D. 1992).

**Aceites y grasas.-** Por definición, los lípidos son componentes biológicos que son solubles en solventes no polares como benceno, cloroformo y éter, y son prácticamente insolubles en agua. Consecuentemente, éstas moléculas son diversas tanto en lo referente a su estructura química como a su función biológica. La denominación de “grasas y aceites” se refiere al estado físico sólido o líquido de este tipo de lípidos (Morrison y Boyd).

Las grasas y aceites son generalmente solubles en solventes orgánicos no polares; sin embargo son casi inmiscibles en agua. A temperaturas superiores a sus puntos de fusión, tanto las grasas como los ácidos grasos son totalmente miscibles con una gran variedad de hidrocarburos, ésteres, éteres, cetonas, entre otros.

### 2.3.14. Georreferenciación de Localidades

Para la realización del protocolo de normalización de las localidades geográficas, es necesario considerar las variables que faciliten la diferenciación espacial. En base a una serie de criterios, metodológicos que explica el proceso de adjudicación del nombre más acertado para las localidades descritas por los colectores.

Con la metodología de normalización de localidades se busca fundamentalmente la homogenización de criterios de ubicación. En la etapa de normalización se realiza de una manera somera, con el fin de buscar las localidades semejantes o coincidentes pudiéndose constatar si existe o no una gran cantidad de datos que mantengan uniformidad de criterios al momento de referirse a una determinada localidad. La normalización de las localidades debe estar ceñida a una metodología estandarizada para tal fin, en que se describen los elementos identificadores de mayor a menor detalle, con el objeto de facilitar la comprensión y corresponder al carácter formal de la redacción, ajustada a las normas preestablecidas (Rondón, E. 2007).

Este se realiza a través del manejo de un Global Position System (GPS) o de la descripción física del lugar, información básica de provincias, municipios, cuenca, sub-cuenca, hipsometría, hidrografía, vialidad y centros poblados con mapa cartográficos del instituto geográfico militar del ecuador y FAO.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información (Bolstad, P. 2005)

### **2.3.15. Eutrofización**

La eutrofización ha sido identificada como la principal causa de deterioro de la calidad del agua, que puede restringir su uso para pesca, recreación, industrial y de consumo, es un proceso que puede ser irreversible, que se presenta en los ecosistemas acuáticos lenticos como respuesta al enriquecimiento de ciertos nutrientes, llevando al perjuicio de la calidad del agua por el incremento abundante en la densidad de las comunidades de fitoplancton, las cuales poseen un periodo de vida relativamente corto, por lo que al morir y ser descompuestas por las bacterias aeróbicas provocan la disminución del oxígeno disuelto en el agua, desarrollando condiciones hipóxicas o anóxicas, creando medios letales para el desarrollo óptimo de organismos vivos (Abella y Martínez, 2012).

La constante descarga de desechos sólidos y líquidos en lagos y lagunas ha ocasionado el desarrollo de este complejo problema en cuerpos de agua de todo el mundo (Fontúrbel, 2003).

### **2.3.16. Proceso de Eutrofización**

El proceso de eutrofización se da por el enriquecimiento en nutrientes de las aguas. Produce un crecimiento excesivo de algas, las cuales al morir se depositan en el fondo de los ríos o lagos, generando residuos orgánicos que, al descomponerse, consumen gran parte del oxígeno disuelto y de esta manera pueden afectar a la vida acuática y producir la muerte por asfixia de la fauna y flora, hasta el punto de matar el río o lago por completo. Las algas se desarrollan cuando encuentran condiciones favorables: temperatura, sol y nutrientes (Romero, 2010).

### **2.3.17. Embalses en Zonas Tropicales**

Los embalses representan un recurso fundamental para el adecuado aprovechamiento de los recursos hidráulicos, permitiendo modular el suministro de agua a las necesidades de consumo (Jiménez et., al 2005).

La disponibilidad y calidad del agua que se encuentra en los embalses depende de factores relacionados directamente con las características de la cuenca a la que pertenece el río embalsado, como las cargas de nutrientes que lleva, de la variabilidad de los aportes hidrológicos y obviamente de la gestión que se realice de los embalses. Este último punto es de suma importancia, especialmente si se trata de embalses de suministro (Ordoñez, 2011).

En las zonas de aguas abiertas de lagos y embalses, el fitoplancton constituye la base esencial de las tramas tróficas, donde los componentes vegetales del plancton son capaces de acumular energía lumínica solar en forma de compuestos químicos energéticos gracias a la fotosíntesis. El fitoplancton está sometido a una fuerte influencia estacional y en las zonas tropicales se pueden observar grandes contrastes entre las asociaciones de especies en las épocas de lluvias y de sequía. Las algas responden al re arreglo constante de la estructura física y química de su ambiente, presentando fluctuaciones en sus características poblacionales (González et., al. 2004).

### **2.3.18. Estado Trófico**

El estado trófico es el peso total del material biológico (biomasa) en un cuerpo de agua en un lugar y tiempo específico, el tiempo y las mediciones específicas de cada lugar pueden ser agregados para producir estimaciones a nivel de cuerpo de agua de estado trófico, por tanto se entiende que es la

respuesta biológica a los factores de forzamiento como adiciones de nutrientes, pero el efecto de los nutrientes puede ser modificada por factores tales como la temporada, el pastoreo, la profundidad de mezcla (NALMS,2015). El estado trófico es un fenómeno multidimensional y, consecuentemente, un solo indicador trófico no mide adecuadamente este fenómeno (Moreno y Ramírez, 2010).

### **2.3.19. Oligotrófico**

Este estado es característico de lagos y embalses que contienen bajos niveles de fósforo, que actúa para limitar la producción biológica, lo que significa una menor biomasa de algas además contienen bajas concentraciones de clorofila-a, tienden a tener agua limpia y suficiente oxígeno por todo el año para apoyar a los peces y otros organismos acuáticos (Government of Alberta, 2015).

### **2.3.20. Meso Trófico**

Es un estado medianamente productivo es decir entre Oligotrófico y eutrófico, un cuerpo de agua típica meso trófico tendrá agua moderadamente clara y una cantidad moderada de plantas acuáticas (Dodds, 2007). Las aguas que contienen cantidades ponderadas o intermedias de nutrientes y que pueden contribuir a un mayor desarrollo de organismos (Peñaherrera, D. 2010).

### **2.3.21. Eutrófico**

Este estado se caracteriza por altas concentraciones de nutrientes que dan como resultado el crecimiento de algas, agua turbia, y los bajos niveles de

oxígeno disuelto (EPA, 2012).

### 2.3.22. Índice de Estado Trófico Carlson 1979

El índice trófico estado (ETI), desarrollado por el Dr. Robert Carlson, se utiliza para medir la calidad del agua de un lago o embalse. Tiene cinco estados generales: ultra oligotrófico, oligotrófico, meso tróficas, eutróficos o hipertrófico, se obtiene a través de la transparencia determinada con el disco de Secchi (DS). (Gallaudet, 2014). Utiliza una transformación logarítmica de los valores del disco de Secchi como una medida de la biomasa algal en una escala de 0 a 100, Cada incremento de 10 unidades en la escala representa el doble de la biomasa de algas, debido a que la clorofila a y el fósforo total generalmente correlacionan muy significativamente con los valores del disco de Secchi (Ortiz, 2011). Este índice puede determinarse a partir de otros parámetros, como la concentración de clorofila a (Clorf a) y fosforo total (Pt) (Moreno et al., 2010).

El índice de estado trófico de Carlson (IETC) Fue desarrollado para las regiones templadas, donde el metabolismo de los ecosistemas acuáticos difiere de las que se encuentran en entornos tropicales. Con el fin de adaptar una nueva metodología para las condiciones tropicales, Toledo Jr. et al. (1985) propuso cambios al modelo de Carlson (Moreno et al., 2010) en la formulación matemática del IET, con el objetivo de adaptarlos a las condiciones climáticas de los ambientes tropicales; las ecuaciones planteadas por Carlson 1979 para cada uno de los parámetros son las siguientes:

- Claridad del agua (Ds) (m)

$$TSI Ds = 60 - 14.41L(Ds) \quad (2.1)$$

- Fosforo total (Pt) (mg/l)

$$TSI Pt = 14.42L(Pt) + 4.15 \quad (2.2)$$

- Clorofila a (Clorf a) (mg/m<sup>3</sup>)

$$TSI\ Clorfa = 9.81L(Clorfa) + 30.6 \quad (2.3)$$

**Cuadro 1. Puntuaciones del nivel trófico de acuerdo IET**

IET- Carlson 1979	
Índice	Clasificación
<20	Ultra oligotrófica
20-40	Oligotrófico
40-50	Meso trófico
50-60	Eutrófico
>60	Hipereutrófico

*Fuente. Pena, et al., 2004*

### 2.3.23. Índice de Estado Trófico Modificado por Toledo et al. 1985

Los Índices de (Toledo et al,1985) son variaciones realizadas al Índice de Carlson (IETm); Éstos utilizan transparencia (S) y concentraciones de fósforo total (P) y clorofila a activa (CL) (Velásquez et al., 2007).

Es mucho más apropiado para determinar el estado trófico de lagos y embalses tropicales que el IET de Carlson, ya que este último fue desarrollado para evaluar lagos y embalses de zonas templadas. Los ecosistemas acuáticos de zonas tropicales, poseen un alto grado de productividad debido a una alta tasa de asimilación de nutrientes, teniendo una capacidad para metabolizar las cantidades de nutrientes mucho mayor a la que poseen los ecosistemas en zona templadas. Dicha capacidad para metabolizar los nutrientes permite que los límites establecidos para cada estado trófico (oligotrófico, mesotrófico y eutrófico) sean más altos en relación con los

cuerpos de agua en épocas de frío. (Rocha, 2006) (Texto Citado por Granizo, 2011).

### **2.3.24. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)**

El estudio más completo sobre la eutrofización hasta ahora realizado lo ejecuto “Programa Cooperación sobre la Eutrofización”, de la OCDE realizado en la década de 1970 con la participación de connotados científicos de 18 países; los cuales establecieron una secuencia de categorías tróficas cimentado en las concentraciones de Pt, Clorf a, y transparencia medida con el Ds (Moreno *et al*, .2010).

### **2.3.25. Indicadores de Eutrofización en Embalses**

#### **Indicadores Químicos**

**Fosforo.-** El fósforo es un elemento esencial para todos los organismos y es a menudo el factor limitante para el crecimiento de plantas acuáticas en los Grandes Lagos. Aunque el fósforo se encuentra naturalmente en los afluentes y aguas de escorrentía, los problemas históricos causados por niveles elevados se han originado principalmente de fuentes hechas por el hombre, alcantarillado, efluentes de plantas de tratamiento, la escorrentía agrícola y los procesos industriales han liberado grandes cantidades de fósforo en los embalses (EPA, 2012).

El ciclo global del fósforo, por lo menos en la mayoría de las aguas continentales, ha sido profundamente modificado por el hombre durante las últimas décadas. No sólo ha aumentado el fósforo procedente de la mineralización de toda clase de residuos orgánicos; el fósforo pasa de ser un factor limitante a convertirse en un elemento muy abundante, acelerando y acortando tanto su reciclaje como las cadenas tróficas (Aznar, 2007).



**Ciclo del Fósforo.-** El fósforo es liberado desde los depósitos naturales de fosfatos por lixiviación, desgaste, erosión o por la extracción minera. Parte del fósforo pasa a través de los ecosistemas terrestres y acuáticos por medio de las plantas, de los herbívoros, de depredadores y de parásitos, y regresa al suelo y al agua por la excreción de estos organismos. De igual manera por la muerte y descomposición de todos los organismos de la cadena alimentaria el fósforo regresa a la tierra y al medio acuático. En la tierra las bacterias transforman los fosfatos orgánicos que no pueden ser tomados por las plantas, mientras que los fosfatos inorgánicos quedan una parte dentro de los organismos de las bacterias y otra es tomada por las plantas. Finalmente, parte del fósforo de la tierra se escapa hacia el mar y los lagos (Smith, 2001 citado por Granizo 2011).

**Clorofila.-** La clorofila-a (chl-a) es un pigmento vegetal cuya concentración es ampliamente utilizado como un parámetro de calidad del agua para indicar el estado trófico de los lagos y embalses (Dimberg *et al.*, 2013), es un componente ópticamente activo de los sistemas acuáticos; su presencia en concentraciones variables afecta a la absorción de agua y dispersión de coeficientes y, en consecuencia, la profundidad de la zona eufótica. Este efecto varía a lo largo del espectro electromagnético y puede ser visto como cambios en las propiedades de reflectancia espectral del agua (Moraes *et al.*, 2013).

La clorofila *a* indica la biomasa Fito planctónica presente, la cual, en la medida en que se desenvuelva bajo condiciones adecuadas, se manifestará en la productividad. La medición sistemática de la clorofila *a* se recomienda ampliamente como un índice confiable, que permitiría una pronta diagnosis de la salud del ecosistema (Sánchez, 2007).

## **Indicadores Físicos**

### **Temperatura**

La temperatura afecta directamente muchos de los procesos biológicos y fisicoquímicos, incluyendo a los nutrientes que se encuentran en el agua. En especial, afecta la solubilidad de muchos elementos y principalmente el oxígeno disuelto; en condiciones normales, a medida que aumenta la temperatura, la solubilidad del oxígeno es menor (Albarca, 2006).

La temperatura puede ser definida como una medida de la energía térmica media de una sustancia, la energía térmica es la energía cinética de los átomos y las moléculas, por lo que la temperatura a su vez mide la energía cinética media de los átomos y moléculas, esta energía puede ser transferida entre sustancias como el flujo de calor, la transferencia de calor, ya sea desde el aire, la luz del sol, otra fuente de agua o la contaminación térmica puede cambiar la temperatura del agua (FEM, 2015).

Actúa como un parámetro que puede en un momento dado acelerar o disminuir la velocidad de las reacciones químicas, incluyendo los ciclos de degradación de materia orgánica que se presenten tanto en la columna de agua como en las zonas bentónicas de los ecosistemas acuáticos, incluyendo en estas últimas los sedimentos (Zapata *et. al* 2012).

### **Oxígeno Disuelto**

El Oxígeno Disuelto es uno de los parámetros Hidro-Químicos, indicativos de la salud de un Ecosistema Hídrico (Carrillo, 2012). El oxígeno disuelto en lagos, ríos y océanos es crucial para los organismos y las criaturas que viven en ella, a medida que la cantidad de oxígeno disuelto cae por debajo de los niveles normales en los cuerpos de agua, la calidad del agua se ve perjudicada y las criaturas comienzan a morir; el OD y temperatura son dos factores íntimamente relacionados entre sí, de tal forma que la solubilidad del oxígeno en el agua disminuye a medida que aumenta la temperatura (USGS, 2015).

### **Conductividad**

La conductividad no está directamente relacionada con la eutrofización u otros indicadores de problemas de calidad del agua. Sin embargo, los cambios (aumentos) en conductividad puede ser una indicación de cambio de escorrentía a un lago, ya sea a través del cambio en las tasas de flujo o aumentos en el material erosionable en el flujo, dado que estos materiales a menudo pueden traer contaminantes o cambiar hábitat biológico, los cambios en conductividad puede ser una indicación de problemas de contaminación, los algo relacionado tanto a la dureza y alcalinidad del agua y pueden influir en el grado en que los nutrientes permanecen en el agua (FEM, 2015).

### **Transparencia**

La transparencia es la cantidad de luz que se transmite (traspasa) en el cuerpo de agua, en un lago eutrófico la luz penetra con dificultad y el crecimiento de flora béntica productora de oxígeno se minimiza (Moreta, 2008)

### **Potencial de Hidrogeno (pH)**

Este proceso es importante en aguas superficiales el escurrimiento de áreas agrícolas, residenciales e industriales puede contener hierro, aluminio, amoníaco, mercurio u otros componentes. El pH del agua puede determinar los efectos tóxicos, si los hubiere, de estas sustancias (Albarca, 2006).

## **2.4. Marco Conceptual o Glosario**

### **2.4.1. Calidad de Agua**

La calidad del agua se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. El concepto de calidad del agua ha sido asociado al uso del agua para consumo humano,

entendiéndose que el agua es de calidad cuando puede ser usada sin causar daño. Sin embargo, dependiendo de otros usos que se requieran para el agua, así se puede determinar la calidad del agua para dichos usos (Lenntech, 2006).

En este contexto, se considera que el agua es de buena calidad cuando está exenta de sustancias y microorganismos que sean peligrosos para los consumidores y está exenta de sustancias que transmitan sensaciones sensoriales desagradables para el consumo, como el color, el olor, el sabor o turbiedad. La importancia de la calidad del agua radica en que el agua es uno de los principales medios para la transmisión de muchas enfermedades que afectan a los humanos (Lenntech, 2006).

#### **2.4.2. Contaminación Física del Agua.**

La acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica. El concepto de degradación del dominio público hidráulico a efectos de esta Ley, incluye las alteraciones perjudiciales del entorno afecto a dicho dominio (Billings, 1997).

#### **2.4.3. Contaminación Química del Agua**

Compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Los contaminantes inorgánicos son diversos productos disueltos o dispersos en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. También desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrogeno (ácido sulfúrico). Los contaminantes orgánicos también

son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Son desechos humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos para humanos y animales, diversos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas, y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc. Los contaminantes orgánicos consumen el oxígeno disuelto en el agua y afectan a la vida acuática (Billings, 1997).

#### **2.4.4. Contaminación Microbiológica del Agua**

Este control es exclusivo para aguas de uso humano. Se basa en medir la presencia de microorganismos como bacterias coliformes que producen la contaminación fecal y los microorganismos patógenos que producen cólera. Además de estos parámetros existen organismos bioindicadores que pueden informar sobre la calidad del agua. Estos son larvas de algunos insectos, moluscos, que no pueden vivir en aguas contaminadas (F. A. Skinner y J.M. Shewan, 1997).

#### **2.4.5. Índice de Calidad de Agua ICA**

El Índice de Calidad del Agua (ICA) indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a cero por ciento, en tanto que en el agua en excelentes condiciones el valor del índice será cercano a 100%.

El ICA fue desarrollado de acuerdo con las siguientes etapas: La primera etapa consistió en crear una escala de calificación de acuerdo con los diferentes usos del agua. La segunda involucró el desarrollo de una escala de

calificación para cada parámetro de tal forma que se estableciera una correlación entre los diferentes parámetros y su influencia en el grado de contaminación. Después de que fueron preparadas estas escalas, se formularon los modelos matemáticos para cada parámetro, los cuales convierten los datos físicos en correspondientes índices de calidad por parámetro (Ii). Debido a que ciertos parámetros son más significativos que otros en su influencia en la calidad del agua, este hecho se modeló introduciendo pesos o factores de ponderación (Wi) según su orden de importancia respectivo. Finalmente, los índices por parámetro son promediados a fin de obtener el ICA de la muestra de agua (Torres et al., 2009).

#### ***2.4.6. Organización Mundial de la Salud (OMS)***

OMS es la sigla de la Organización Mundial de la Salud, una entidad de la Organización de las Naciones Unidas (cuya sigla, por su parte, es ONU). La OMS se encarga de la gestión de políticas sanitarias a escala global. Fue creada por iniciativa del Consejo Económico y Social de la ONU y se reunió por primera vez en 1948.

La OMS se rige por la Asamblea Mundial de la Salud, formada por representantes de los ciento noventa y tres países miembros de la organización. Esta asamblea se reúne todos los meses de mayo. Seis oficinas regionales que gozan de una autonomía bastante amplia componen la OMS.

El principal objetivo de la OMS, que fue distinguida con el Premio Príncipe de Asturias de Cooperación Internacional, es que todos los pueblos del planeta gocen del grado máximo de salud que se pueda alcanzar. Para

la OMS, la salud puede definirse como el estado completo de bienestar físico, mental y social.

La clasificación de las enfermedades, la elaboración de un listado de los medicamentos básicos que los sistemas sanitarios de los Estados deben tener, la instauración de acciones para combatir epidemias, las normas de vacunación, el desarrollo de programas estatales para combatir enfermedades como el SIDA y la promoción de modos de vida saludables forman parte de las actividades de la OMS.

Funciones de la OMS. Como se menciona anteriormente, a lo largo de todo el mundo hay seis oficinas de este organismo, que detallaremos a continuación:

AFRO: con sede en República de Congo, incluye a todas las naciones de la África sub-sahariana, excepto algunas que pertenecen a otra región;

EMRO: con base El Cairo (Egipto), sirve a todos los países que forman parte de África del Norte que no se encuentran dentro del territorio atendido por AFRO;

EURO: su sede se encuentra en Copenhague (Dinamarca). Forman parte de ella todos los países del continente europeo;

SEARO: su sede se encuentra en Nueva Delhi (India) y reúne a todos los países de Asia que no se encuentren en la jurisdicción de WPRO o EMPRO;

WPRO: tiene su sede en Manila (Filipinas) y cubre todos los países de Oceanía, y los de Asia que no son servidos por SEARO o EMRO y Corea del Sur;

AMPRO: también conocida como Organización Panamericana de la Salud (OPS). Su edificio base se encuentra en la ciudad de Washington D.C. (Estados Unidos). Es la más antigua de todas y sirve a todas las naciones americanas.

Cabe mencionar que este órgano tiene una serie de funciones, cuya finalidad es contribuir a la salud internacional en todos sus aspectos; las mismas son:

- ✓ Ofrecer un punto de vista líder en aquellos temas preocupantes de salud y procurar convenios y alianzas que aseguren la calidad de vida de todas las sociedades;
- ✓ Mantener una línea de investigación que sea divulgada ampliamente, a fin de que todos aquellos conocimientos valiosos que puedan servir a los habitantes estén al alcance de todos;
- ✓ Proyectar una serie de normas y procedimientos para que las investigaciones puedan ser llevadas a la práctica de la forma más eficaz posible;
- ✓ Colaborar en el plano de la política para establecer leyes que se basen en principios éticos y busquen mejorar aquellos problemas sanitarios, desde una perspectiva científica;
- ✓ Apoyar de forma técnica a los diferentes departamentos institucionales de cada país;
- ✓ Estar al corriente de las diferentes situaciones que existan en temas referentes a la salud y marcar cuáles son las tendencias recomendadas, impulsando también su implementación en los diversos países. (J. Pérez y A. Gardey, 2012).
- ✓ La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa en países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población. Son factores de riesgo los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y la contaminación radiológica. La experiencia pone de manifiesto el valor de los enfoques de gestión preventivos que abarcan desde los recursos hídricos al consumidor.

La OMS elabora normas internacionales relativas a la calidad del agua y la salud de las personas en forma de guías en las que se basan reglamentos y normas de países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados.



### **2.4.7. TULSMA**

Desde el año 1999, se vislumbra en la Constitución un interés en los temas ambientales, que se va plasmando en la Ley de Gestión Ambiental, más tarde en TULAS hoy TULSMA que es el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente donde se reúne todas las leyes relacionadas a la protección de los recursos naturales.

El paso más decisivo en esta materia se da en la Constitución del 2008, donde por primera vez se reconocen los Derechos de la Naturaleza y se crean instancias para resolver los problemas ambientales: administrativa, judicial, internacional. En la vía judicial a más de la civil y de la penal se establecen las Vías Constitucionales como: la Acción de Protección, Acción de habeas Corpus, Acción de Acceso a la Información Pública, Acción de Habeas Data, Acción por Incumplimiento y Acción Extraordinaria de Protección. Entre éstas, la Vía de Protección es la más directa y rápida cuando como personas naturales sabemos que algún proyecto atenta contra el ambiente. El reconocimiento internacional a nuestra Constitución de pionera en materia ambiental debe llenarnos de orgullo, no así el manejo interno que se da a los procesos que se deben seguir para otorgar los permisos ambientales, o suscribir contratos, de igual forma a las garantías constitucionales interpuestas por una persona o comunidad afectada por alguna obra, actividad o proyecto.

### **2.4.8. FAO**

“FAO es la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura encargada de liderar los esfuerzos internacionales para combatir

el hambre. Tiene en consideración a todas las naciones por igual, a los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo, con el objetivo de negociar acuerdos de igualdad y debatir la política estipulada.”

Los tres objetivos principales de la FAO son: erradicar el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición; la eliminación de la pobreza y el fomento del progreso económico y social; y, la gestión sostenible y la utilización de las fuentes naturales, incluyendo la tierra, el agua, el aire, y las fuentes genéticas, para beneficiar a las generaciones presentes y futuras.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ha identificado las demandas y desafíos principales a los que se debe prestar atención. Siguiendo una revisión comparativa y comprensiva de las ventajas e inconvenientes ha establecido una serie de objetivos estratégicos para, en conjunto, tratar de representar a las principales áreas de trabajo en las que centrar sus esfuerzos.

Uno de los objetivos de la FAO es acabar con el hambre mundial. El mundo tiene suficiente producción de alimentos como para abastecer a toda la población por igual. Sin embargo, a pesar del progreso conseguido en las últimas dos décadas, 805 millones de personas siguen sufriendo de hambre crónica. Con respecto a la población infantil, se estima que 161 millones de niños, por debajo de los cinco años, sufren desnutrición crónica, casi 99 millones están por debajo del peso normal, y aproximadamente 51 millones sufren desnutrición aguda.

Apoyan a los miembros en sus esfuerzos, para asegurarse de que la gente tenga un acceso regular a comida de calidad. También ayudan en las políticas y en los comités que proporcionan comida segura y buena nutrición, asegurándose de que tomen conciencia sobre el estado de sus países. La

FAO se encarga de fomentar la agricultura, la pesca y la producción de todas las regiones

Se predice que la población mundial se incrementará a 9 billones llegado el año 2050. Algunas partes del mundo, donde se predice que va a suceder esto, son aquellas dependientes principalmente del sector agrícola y de aquellos lugares con inseguridad alimentaria. El crecimiento del sector de la agricultura puede ayudar significativamente a reducir la pobreza y a alcanzar la seguridad demandada, de los alimentos.

Según la FAO, debemos asegurarnos de que el aumento de la productividad no solo beneficie a unos pocos, si no que ayude también, como fuente natural, a proporcionar servicios que garanticen la sostenibilidad. La mayor parte de la pobreza del mundo vive en áreas rurales. La FAO se centra en ayudar a los pequeños productores a mejorar la productividad de sus granjas para que puedan incrementar su producción y generar nuevas oportunidades de empleo, así como fomentar la protección social, buscando formas de mejora para estas personas. El objetivo es que puedan gestionar y cooperar ante las dificultades que se les presenten.

Con el incremento de la globalización, ha dejado de existir la agricultura como un sector independiente, pasando a formar una parte de toda la cadena de valor. El valor de esta cadena existe de forma ascendente y descendente, es decir, desde la producción pasando por su proceso hasta la venta. Todo esto en conjunto integra a la globalización.

Esto supone un gran desafío para los pequeños granjeros y productores agrícolas. En la mayoría de países en vías de desarrollo su trabajo puede ser excluido de esta parte tan importante de la cadena. Incrementando su participación tanto en los sistemas de agricultura como en el de comestibles.

Estas emergencias amenazan a la producción y al acceso de comida tanto a nivel local, como nacional y muchas veces hasta nivel regional o global. La misión de la FAO es ayudar a los gobiernos de estos países, a prevenir y mitigar estos riesgos y crisis, proporcionándoles apoyo y preparándolos para responder de forma adecuada a estos desastres.

Cinco áreas son las principales de la FAO, centrándose en la alimentación, riqueza y prosperidad de todos los países por igual, Poner la información a su alcance y apoyar la transición hacia una agricultura sostenible. La FAO sirve como fuente de conocimiento.

Fortalecimiento de la voluntad política y el intercambio de experiencia política. La FAO presta sus años de experiencia a los miembros de los diferentes países, proporcionando apoyo en la planificación, en la legislación, en la política de agricultura y en la creación de estrategias nacionales que ayuden a alcanzar el desarrollo rural y la eliminación del hambre.

Fortalecimiento de la colaboración público-privada para mejorar la agricultura a pequeña escala. La FAO, al ser neutral, proporciona sus servicios a naciones ricas y pobres con el objetivo de llegar a un entendimiento mutuo.

Transmitir conocimiento. La amplitud de conocimientos de la FAO se centra en probar miles de proyectos a lo largo del mundo. Moviliza y gestiona millones de dólares proporcionados por los países industrializados, los bancos de desarrollo y otras fuentes, para asegurarse de que los proyectos aceptados alcancen sus objetivos. Apoyar a los países a prevenir y mitigar riesgos. La FAO desarrolla mecanismos para monitorizar y advertir sobre los múltiples riesgos y amenazas a la agricultura, a la comida y a la nutrición.

#### **2.4.9. Actividad Antropogénica**

El término antropogénica se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana. Normalmente se usa para describir contaminaciones ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas, tales como la producción de dióxido de carbono por consumo de combustibles fósiles (Gómez, S. 2002).

## **CAPITULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y Diseño de la Investigación**

La presente investigación es de tipo aplicada ya que parte de un conocimiento ya adquirido estrechamente vinculada con la investigación básica, pues depende de los resultados y avances de esta última.

Según la interpretación del investigador es observacional, se realizó análisis de laboratorio, pero no se manipularon las variables. Los datos que se generaron reflejaron la evolución natural del agua sin intervención de la investigadora.

Según la planificación de toma de datos es prospectivas ya que no existen datos anteriores de la calidad de esta agua y se tomó la muestra a partir de medición de la situación actual.

Según el número de variables de interés, es de nivel descriptiva se describe la calidad del agua según lo que arrojó los parámetros analizados, comparándolos con los Índices de Calidad del agua ICA, para poder establecer su uso.

El tipo de investigación es no experimental; se realizó tres mediciones en cada punto de muestreo por cada mes de la investigación.

### **3.2. Unidad de análisis**

Embalse La Esperanza, Manabí, Ecuador.

### **3.3. Población de estudio**

Afluentes y agua almacenada del Embalse La Esperanza

### **3.4. Tamaño de la muestra**

El tamaño de la muestra se la tomó en función de la variabilidad, se tomaron tres muestras por cada mes en cada punto de muestreo.

### **3.5. Selección de la muestra**

La muestra se tomó al azar, sin embargo, se tuvo en cuenta la estratificación de los ámbitos de muestreos.

### **3.6. Técnicas de recolección de datos**

La técnica que se utilizó fue, recolección de dato in situ, encuesta, observación directa, análisis de laboratorio.

### **3.7. Técnica Estadística**

Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva utilizando con estadísticos la distribución de frecuencias, tablas, histogramas o gráficos; medidas de tendencia central como moda, mediana y media; y entre las medidas de dispersión la varianza y desviación estándar (Bernal, 2010). La validación de la hipótesis se la realizó mediante estadística inferencial utilizando como estadístico de prueba a t de Student de una muestra. Los datos se procesaron mediante el software SPSS (2010).

### **3.8. Ubicación Geográfica**

La investigación se la realizó en el embalse “La Esperanza” de la subcuenca del río Carrizal, la misma que se encuentra situada al sur-este de la cuenca del río Chone, dentro de la provincia de Manabí, Ecuador. El embalse se forma por los afluentes de, Río Grande, Río Caña grande y Río Barro, está ubicado en la Parroquia Quiroga del Cantón Bolívar, aproximadamente a 12 kilómetros de la Cabecera Cantonal Calceta, tiene una extensión aproximada de 2.500 hectáreas

### **3.9. Materiales y Métodos**

#### **3.9.1. PROCEDIMIENTO 1.- Determinar el nivel de eutrofización del embalse La Esperanza mediante índices de estado trófico.**

##### ***Actividad 1.1: Identificación de Puntos de Muestreo***

La identificación de los puntos de muestro se la realizo mediante la utilización de GPS, por medio del cual se puntualizaron las coordenadas geográficas



correspondientes a las desembocaduras al embalse de los efluentes: Río Grande, Río Caña grande y Río Barro respectivamente y también dos puntos estratégicos en el vaso del embalse.

Los puntos descritos se escogieron para establecer los cambios en las concentraciones de los parámetros a medir desde los afluentes que alimentan al embalse y las concentraciones dentro del mismo.

Con los puntos de muestreo ya identificados se realizó la representación cartográfica de los mismos en ArcGIS.

### ***Actividad 1.2: Muestreo en el Área de Estudio***

Esta actividad se la realizó tres veces por mes durante los meses de la investigación; en estos muestreos se midieron los parámetros físicos y se recolectaron muestras para su posterior análisis en el laboratorio. Se recolectó las muestras según las normativas NTE INEN 2176:2013 y 2226:2013, las cuales fueron trasladadas con las técnicas y precauciones generales de la normativa NTE INEN 2169:2013 al laboratorio donde se realizaron los análisis.

### ***Actividad 1.3: Aplicación de Encuestas***

Para la aplicación de encuestas se visitó a las comunidades aledañas al embalse, la encuesta se aplicó a los pobladores de la misma. Esta técnica se realizó con la finalidad de identificar las actividades antropogénicas (agropecuarias y domésticas) de la comunidad, luego se realizó la tabulación de los datos mediante Excel.

#### ***Actividad 1.4: Determinación de Parámetros Físicos***

Los parámetros físicos que se realizaron son el Oxígeno Disuelto, pH, T°C, conductividad, la transparencia o profundidad; la medición se la realizó in situ en cada uno de los puntos de muestreo; para cada jornada de trabajo se llevó registros de los datos mediante la utilización de una hoja de campo para muestreo.

La determinación de los parámetros Oxígeno disuelto, pH, temperatura y conductividad se los realizó mediante el equipo móvil MULTI 340 i el cual cumple las funciones de potenciómetro, oxímetro y conductímetro.

La transparencia o profundidad se la determinó mediante la utilización de Disco Secchi, donde se sumergió el disco en forma vertical, con el fin de que la luz reflejada sobre la superficie del embalse no interfiera sobre la medición de la misma; a una distancia suficiente para que no se vea el mismo, luego se regresó el disco a la superficie y se registró la profundidad medida en el momento que se observó nuevamente el disco (Granizo, 2011).

#### ***Actividad 1.5: Determinación de Parámetros Químicos***

En esta actividad se caracterizaron los parámetros de PT y Clorofila a, la toma de muestra se la realizó tres veces por mes en cada uno de los puntos establecidos (Dimberg et al., 2013), para conservar la muestra se utilizaron envases plásticos de 500 ml, rotulados, identificados y adaptados de tal manera que sean lo más idóneos posible para la preservación de la muestra, en función de los parámetros a ser analizados. En relación al parámetro clorofila a, debido a la sensibilidad del mismo, se utilizó frascos ámbar, para evitar el paso de la luz solar y la incidencia de la misma sobre el contenido del envase. (Granizo, 2011).

### Determinación de Fosforo Total

La determinación de PT se la realizó mediante el espectrofotómetro NOVA 60 basado en el método de análisis para Fosfatos, resultados que luego se transformaron a Fosforo.

### Determinación de Clorofila a

La determinación de Clorofila (a) se la realizó por espectrofotometría, con el método propuesto por Hansmann (1973), lo cual consistió en filtrar las muestras mediante bomba de vacío en un filtro de fibra para contener el extracto, este se lo coloco en tubos de ensayo con 5 ml de metanol y reposo en refrigeración por 24 horas, una vez transcurrido este tiempo se colocó el metanol en nuevos tubos de ensayo y se centrifugo a 3000 RPM por 10 min ; a la muestra centrifugada se le dio lectura en el espectrofotómetro de las absorbancias de las muestras a las longitudes de onda de 664 nm, 647 nm, 630 nm, y 750 nm esta última medida se restó a cada una de las otras longitudes de onda para corregir las absorbancias y estos resultados corregidos se reemplazaron en la siguiente Ecuación de Jeffrey & Humphrey (1975):

$$Ca = \{(11.85 * A_{664}) - (1.54 * A_{647}) - (0.08 * A_{630})\} \quad (4.1)$$

Una vez obtenido este resultado se procedió a reemplazar al mismo en la siguiente ecuación para así obtener la concentración final de Clorofila a en la muestra de agua.

$$Clorofila - a \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{Ca * Volumen de extracto (l)}{volumen de muestra filtrada (l)} \quad (4.2)$$

## ***Fase 2: Cálculo del Índice de Estado Tráfico***

Para el cálculo del índice de estado tráfico se utilizó la metodología propuesta por Carlson 1979 para estado tráfico en embalses de zona templada-modificado por Toledo et al., 1985 la cual ha sido adaptada para la determinación del nivel tráfico en embalses tropicales basándose en los parámetros de PT, Cl a, Sec.

### ***Actividad 2.1: Cálculo del Índice de Estado Tráfico modificado para profundidad Secchi.***

Se calculó a partir del promedio de los datos obtenidos en cada jornada por cada punto en el parámetro Profundidad Secchi (Sec), aplicando la ecuación:

$$IET_M = 10 * \left[ 6 - \frac{0,64 + \ln Sec}{\ln 2} \right] \quad (4.3)$$

Dónde: Ln Sec= Logaritmo natural del promedio de la Profundidad Secchi, en metros, medida con el disco Secchi

### ***Actividad 2.2: Cálculo del Índice de Estado Tráfico modificado para Clorofila (a).***

Los datos de clorofila a, calculados y obtenidos previamente en mg/L, se transformaron a µg/L y de esta forma se determinó el estado tráfico para el parámetro Clorofila (a) mediante la ecuación:

$$IET_M = 10 * \left[ 6 - \left( \frac{2,04 - 0,695 \ln Cl a}{\ln 2} \right) \right] \quad (4.4)$$

Dónde:

Ln Cl (a)= Logaritmo natural de la clorofila (a) en µg/L.

**Actividad 2.3: Cálculo del Índice de Estado Trófico modificado para Fósforo Total.**

Con los datos obtenidos previamente en el laboratorio de fósforo total, en unidades de  $\mu\text{g/L}$  se aplicó la siguiente ecuación para determinar el estado trófico para el parámetro mencionado.

$$IET_M = 10 * \left[ 6 - \frac{\ln \frac{80,32}{P}}{\ln 2} \right] \quad (4.5)$$

Dónde:

$\ln PT$  = Logaritmo natural de la medición de fósforo total en  $\mu\text{g/L P}$ .

**Actividad 2.4: Cálculo del Índice de Estado Trófico modificado Total**

Para poder obtener el valor del estado trófico total, se utilizó el promedio de los tres índices ya obtenidos de los parámetros Profundidad Secchi, Clorofila a, y Fósforo Total por cada mes. El promedio se obtuvo para cada punto establecido, esto se lo realizó mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$IET_M = \frac{[(IET_M SEC) + (IET_M SEC)Cla + (IET_M PT)]}{3} \quad (4.6)$$

**Fase 3: Análisis de los Resultados del IET**

En esta etapa se procedió a clasificar el estado trófico del embalse en base a la clasificación que establece el (IETM) Toledo et al., 1985 en comparación con la clasificación propuesta por la OCDE 1982.

### **Actividad 3.1: Clasificación del Estado Trófico de acuerdo a Toledo et al., 1985**

Se clasificó el estado trófico Según Toledo et al., 1985 en base a los resultados obtenidos en los promedios totales de cada mes por cada punto. La tabla 3.1 muestra la clasificación y los índices de acuerdo a nivel trófico:

**Cuadro 2. Clasificación (IETM) Toledo et al., 1985**

Índice	Clasificación
<45	Oligotrófico
45-55	Meso trófico
>55	Eutrófico

*Fuente. Pena, et al., 2004*

### **Actividad 3.2: Clasificación del Estado Trófico de acuerdo a la OCDE 1982**

Los promedios obtenidos de cada uno de los parámetros en los puntos establecidos, para cada período se compararon con la clasificación la OCDE 1982 considerando que esta contempla otras categorías de estado trófico y además índices con un rango más estricto que los propuestos por Toledo et al., 1985.

La tabla 4.2 muestra los valores límites de la OCDE para un sistema completo de clasificación trófica.

**Cuadro 3. Clasificación del índice de estado trófico según la OCDE 1982**

Categoría trófica	PT (ug/L)	Clorf a (ug/l)		Transparencia Ds (m)	
		Media	Máxima	Media	Mínimo
Ultra oligotrófico	< 4.0	<1.0	< 2.5	7 >12.0	> 6.0
Oligotrófico	< 10.0	< 2.5	< 8.0	>6.0	> 3.0
Meso trófico	oct-35	2.5-8	8.0-25	6.0 – 3.0	3.0 – 1.5
Eutrófico	35-100	25-75	25-75	3.0 – 1.5	1.5 – 0.7
Hipertrófico	>100	> 75	>75	< 1.5	< 0.7

*Fuente.* Moreno et al, .2010

### **3.9.2. PROCEDIMIENTO 2.- • Evaluar la calidad del agua del embalse La Esperanza según el Índice de Calidad del Agua (ICA), para su uso doméstico y agropecuario en función de las normativas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)**

Se procedió hacer el reconocimiento de las zonas altas de las cuencas aportantes al embalse (microcuenca de Membrillo, microcuenca de Bejuco y microcuenca del Carrizal), mediante observación directa, para constatar las posibles actividades antropogénicas, que afectan aguas abajo a la calidad del agua del embalse; así mismo se realizó un recorrido completo por el vaso del embalse observando la actividad del transporte acuático y las condiciones de las embarcaciones a motor.

#### **Actividad 1.- Encuestas a los habitantes de las zonas altas de las cuencas aportantes al embalse La Esperanza.**

Toda vez realizado el reconocimiento de la zona de estudio he identificadas las posibles zonas que provocan impacto en la calidad de las aguas del embalse, se procedió a realizar una encuesta con preguntas relacionadas al

uso de agroquímicos para la producción agropecuaria que lidera la zona, así como también, encaminadas a el uso y cuidado del agua; residuos sólidos, prácticas domésticas, entre otras.

## Actividad 2.- Análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua.

Establecidas las zonas de muestreos con su Georreferenciación ya indicada anteriormente, se procedió a realizar los análisis, mismos que mostramos en el siguiente cuadro con sus respectivos equipos y métodos utilizados en esta investigación

**Cuadro 4. Análisis de Laboratorio**

ANÁLISIS	EQUIPO	MÉTODO DE ENSAYOS
<b>FÍSICOS</b>		
• Ph	• Potenciómetro	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 4500 H+ B
• Temperatura	• Potenciómetro	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 2550 B
• Color	• NOVA 60	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 4500-CI- B
• Turbidez	• NOVA 60	Método de referencia: Standard Methods
• Sólidos totales	• Estufa • Plancha de calentamiento • Desecador • Balanza analítica	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 2540 B
• Sólidos suspendidos	• Bomba al vacío • Equipo de filtración • Estufa • Desecador • Balanza analítica	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 2540 C
• Conductividad eléctrica	• Conductímetro	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 2510 B
• Oxígeno Disuelto	• Oxímetro	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 2510 B
<b>QUÍMICOS</b>		
• DBO <sub>5</sub>	• Armarios y cajas termostáticos DBO <sub>5</sub> para 6 puestos	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 5210 B
• Cloruros	• NOVA 60	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 4500 –CI- B



• Alcalinidad total	• No requiere	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 2320 B
• Dureza total	• NOVA 60	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 2340 C
• Nitritos	• NOVA 60	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 4500-NO3-BEd.2000
• Sulfatos	• NOVA 60 • Baño de María	Standard Methods Ed.21 2005 Método rápido HACH 680
• Fosfatos	• NOVA 60	Método de referencia: Standard Methods Ed.21 2005 4500 P-C.
• Hierro	• NOVA 60	Método de referencia: Standard Methods 3111 -B.
• Aceites y grasas	• shoxler	
<b>MICROBIOLÓGICOS</b> • Coliformes totales	• Lámpara de flujo laminar • Estufa	NMP

Fuente: estándar Methods

### Actividad 3. Interrelación estadística de los resultados y el ICA en función de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos

Para el cumplimiento de esta actividad, se procedió a realizar:

#### Cálculo estadístico e interpretación de resultados

Finalizada la fase de generación de información primaria, esta se sistematizó aplicando el cálculo establecido por el ICA y se lo comparó con los límites permisibles establecidos por la OMS y la FAO, para uso doméstico y agrícola, graficándose estadísticamente de forma lineal.

Para el cálculo del índice de calidad de agua, se requiere la normalización de los datos, donde cada parámetro es transformado entre 0 -100%, el 100% indica alta calidad. Luego se asigna un determinado peso a cada uno de los factores que refleja la importancia de cada parámetro como indicador de calidad de agua. La manera más práctica de estimar la calidad del agua es con la utilización de índices de las medidas de ciertos parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Para el caso de estudio se utilizará el

denominado índice de calidad de agua, el mismo que proporciona un valor global de la calidad del agua, considerando los valores individuales de ciertos parámetros, permitiendo así contar con un criterio normalizado.

Para calcular el índice de calidad de agua, se procede a determinar el valor porcentual asignado a cada parámetro de acuerdo a la metodología indicada y de acuerdo a los valores obtenidos del muestreo. Seguidamente se multiplican los valores porcentuales ( $C_i$ ) y los pesos de importancia ( $P_i$ ) para así obtener la expresión " $C_i * P_i$ " para cada uno de los parámetros. Se realiza una suma lineal ponderada de todas las expresiones " $C_i * P_i$ ", la misma que se multiplica por una constante  $K$  y se la divide para la sumatoria de los pesos de importancia ( $P_i$ ), obteniéndose finalmente el índice de calidad ambiental de acuerdo a la siguiente expresión:

$$ICA = K * \frac{\sum C_i P_i}{\sum P_i} \quad 4.7$$

Donde:

$C_i$  = valor porcentual asignado a los parámetros

$P_i$  = Peso de importancia asignado a cada parámetro

$K$  = constante que puede tomar los siguientes valores:

1,00 para aguas claras sin aparente contaminación, 0,75 para aguas con ligero color, espumas, ligera turbidez aparente no natural, 0,50 para aguas con apariencia de estar contaminada y fuerte olor, 0,25 para aguas negras que presenten fermentaciones y olores.

Para la determinación del índice de calidad ambiental (ICA) es necesario utilizar la matriz de factor de normalización

**Cuadro 5. Fórmula expresada del ICA**

<b>ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)</b>			
Constante para aguas claras sin aparente contaminación (K = 1)			
PARÁMETROS	Peso (Pi)	Valoración Porcentual (Ci)	Ci * Pi
TOTAL			
ICA			
CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE SU USO			

Fuente. ICA para criterio general

**Cuadro 6. Rango de clasificación del ICA según el criterio general**

ICA	CRITERIO GENERAL
<b>85-100</b>	No Contaminado
<b>70-84</b>	Aceptable
<b>50-69</b>	Poco Contaminado
<b>30-49</b>	Contaminado
<b>0-29</b>	Altamente Contaminado

Fuente. ICA para criterio general.

Cuadro 7. Escala de clasificación del ÍCA en función del uso

ÍCA	Criterio General	Abastecimiento Público	Recreación	Pesca y Vida Acuática	Industrial y Agrícola		
100	NO CONTAMINADO	NO REQUIERE PURIFICACION	ACEPTABLE PARA CUALQUIER DEPORTE ACUÁTICO	ACEPTABLE PARA TODOS LOS ORGANISMOS	NO REQUIERE PURIFICACION		
95		LIGERA PURIFICACION			ACEPTABLE PARA CUALQUIER DEPORTE ACUÁTICO	ACEPTABLE PARA TODOS LOS ORGANISMOS	LIGERA PURIFICACION PARA ALGUNOS PROCESOS
90							
85							
80	ACEPTABLE	MAYOR NECESIDAD DE TRATAMIENTO	ACEPTABLE PERO NO RECOMENDABLE	ACEPTABLE, EXCEPTO PARA ESPECIES SENSIBLES	SIN TRATAMIENTO PARA LA INDUSTRIA NORMAL		
75							
70							
65	POCO CONTAMINADO	MAYOR NECESIDAD DE TRATAMIENTO	ACEPTABLE PERO NO RECOMENDABLE	DUDOSO PARA ESPECIES SENSIBLES	SIN TRATAMIENTO PARA LA INDUSTRIA NORMAL		
60							
55	CONTAMINADO	DUDOSO	DUDOSO PARA EL CONTACTO DIRECTO	SOLO ORGANISMOS RESISTENTES	TRATAMIENTO EN LA MAYOR PARTE DE LA INDUSTRIA		
50							
45			SIN CONTACTO CON EL AGUA	SOLO ORGANISMOS RESISTENTES	TRATAMIENTO EN LA MAYOR PARTE DE LA INDUSTRIA		
40							
35	ALTAMENTE CONTAMINADO	NO ACEPTABLE	SENAL DE CONTAMINACION	NO ACEPTABLE	USO RESTRINGIDO		
30			NO ACEPTABLE		NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	
25							
20							
15	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE			
10							
5							
0	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE			
5							
0							

Fuente. ICA en función de sus usos.

**Análisis e interpretación de la información:** el análisis de los datos se los realizará mediante estadística inferencial y su interpretación mediante análisis crítico teórico (inducción-deducción).

### **3.9.3. PROCEDIMIENTO 3.- Preparar un plan de buenas prácticas agropecuarias que permitan sociabilizar los resultados y garantizar el desarrollo sustentable**

Se realizó con base a los resultados una propuesta de una guía que cuente con actividades para mejorar la calidad del proceso agropecuario y prácticas domésticas de las comunidades aledañas al embalse La Esperanza, la misma será propuesta a las autoridades competentes.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Determinar el nivel de eutrofización del embalse La Esperanza mediante índices de estado trófico.

#### 4.1.1. Identificación de Puntos de Muestreo

La ubicación de los puntos se muestra a continuación:

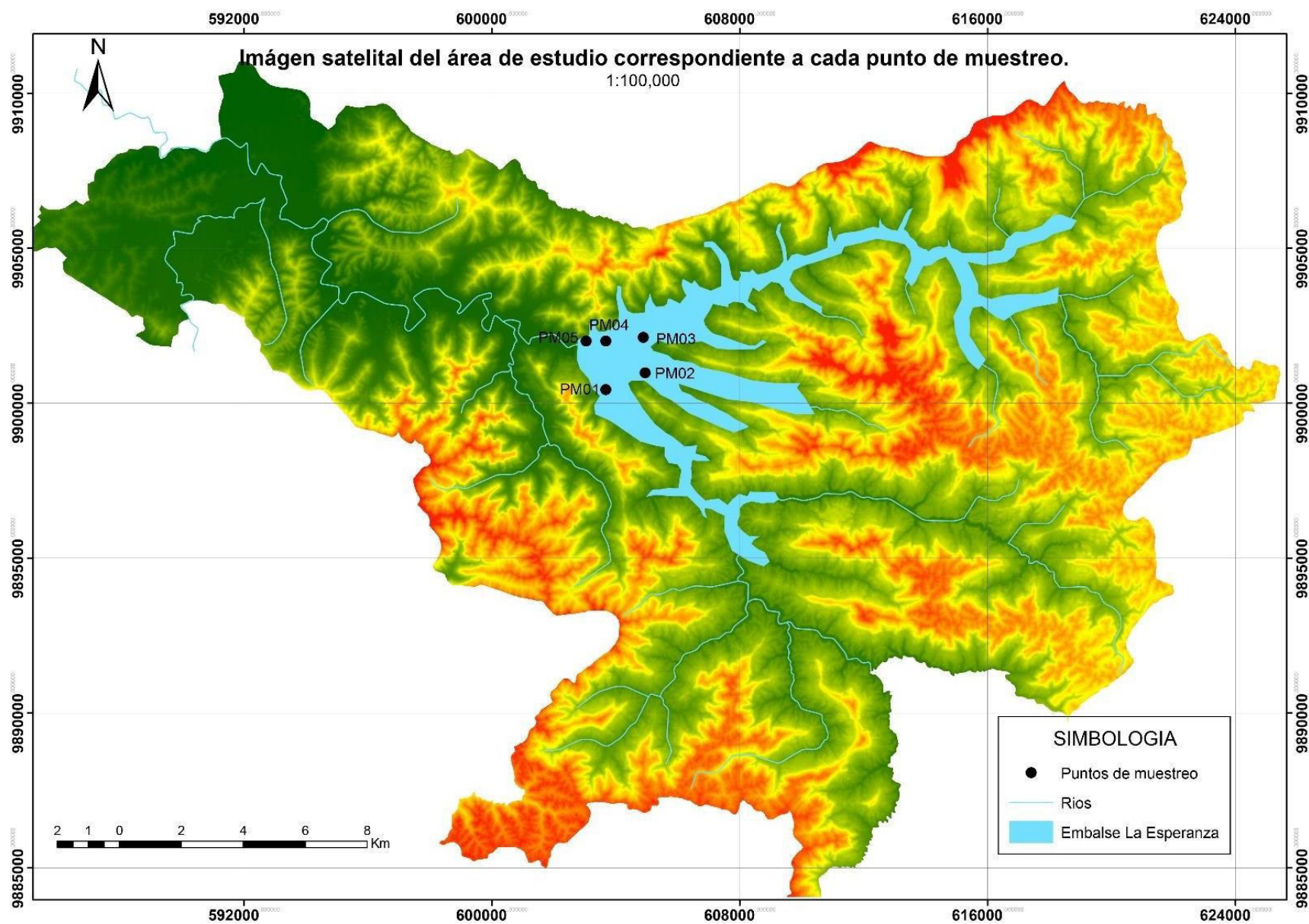
**Cuadro 8. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo**

Puntos de muestreo	Coordenadas Geográficas		Referencia
PM01	X 0603680	Y 9900434	Desembocadura al embalse rio Grande (microcuenca del Carrizal)
PM02	X 0604954	Y 9900976	Desembocadura al embalse rio Caña Grande (microcuenca de Caña)
PM03	X 0604888	Y 9902122	Desembocadura al embalse rio Barro (microcuenca del Membrillo)
PM04	X 0603674	Y 9902002	Centro del embalse
PM05	X 0603045	Y 9902006	Desembocadura del embalse

*Fuente: Propia*

Los puntos establecidos se representaron cartográficamente mediante la herramienta Arc gis, para lo cual se utilizó una imagen satelital del área de estudio y se ubicaron las coordenadas geográficas correspondientes a cada uno de los puntos de muestreo.

Imagen 1. Satelital del área de estudio correspondiente a cada uno de los puntos de muestreo.



#### 4.1.2. Parámetros Físicos: pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Temperatura

A continuación, se detallan los resultados de los parámetros físicos como son pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura; medida in situ en cada una de las jornadas de trabajo correspondientes a los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2015

**Cuadro 9. Valores de pH correspondientes a los meses de Oct, Nov, Dic. 2015**

Puntos de medición	Valor de medias de los meses de muestreo (Ph)		
	Oct	nov	dic
PM01	9,34	9,21	9,60
PM02	9,33	9,17	9,52
PM03	9,47	9,51	9,87
PM04	9,47	9,43	9,79
PM05	9,49	9,41	9,77

*Fuente. Propia*

**Cuadro 10. Valores de Temperatura correspondientes a los meses de Oct, Nov, Dic. 2015**

Puntos de medición	Valor de medias de los meses de muestreo (T°)		
	Oct	nov	dic
	°C	°C	°C
PM01	30,5	28,1	29,3
PM02	29,9	28,3	29,5
PM03	29,9	28,2	29,7
PM04	31,1	28,1	29,7
PM05	30,7	28	29,5

*Fuente. Propia*



**Cuadro 11. Valores de Conductividad correspondientes a los meses de Oct, Nov, Dic 2015**

Puntos de medición	Valor de medias de los meses de muestreo (conductividad)		
	Oct	nov	dic
	$\mu\text{S/cm}$	$\mu\text{S/cm}$	$\mu\text{S/cm}$
PM01	206	206	195
PM02	207	204	195
PM03	208	204	194
PM04	208	205	194
PM05	207	203	194

*Fuente. Propia*

**Cuadro 12. Valores de Oxígeno disuelto correspondientes a los meses de Oct, Nov, Dic.02015**

Puntos de medición	Valor de medias de los meses de muestreo (OD)		
	Oct	nov	Dic
	mg/l	mg/l	mg/l
PM01	7,20	5,82	4,55
PM02	7,05	5,19	4,27
PM03	7,64	8,47	5,27
PM04	6,77	8,73	4,95
PM05	6,29	11,18	4,63

*Fuente. Propia*

### ***Profundidad o Transparencia***

Se determinó la transparencia del agua en cada punto de muestreo en los monitoreo al área de estudio en los meses de octubre, noviembre y diciembre 2015

**Cuadro 13. Valores de medición Secchi correspondientes a los meses de Oct, Nov, Dic 2015**

Puntos de medición	Valor de medias de los meses de muestreo		
	Oct	nov	Dic
	Cm	Cm	Cm
PM01	62	41	46
PM02	48,5	39	40
PM03	52	39	39
PM04	53	47	46
PM05	54	47	53

*Fuente. Propia*

#### 4.1.3. PARÁMETROS QUÍMICOS

##### *Fosforo Total*

Se determinaron los niveles de fosfato de las muestras recolectadas en las jornadas de trabajo correspondientes a los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2015; estos resultados de fosfatos se transformaron a fosforo mediante calculadora electrónica de transformación.

**Cuadro 14. Valores de Fosforo correspondientes al mes de Octubre 2015**

Muestras recolectadas	Valor de medias de los meses de muestreo	
	Oct	
	Fosfato (Po <sub>4</sub> )	Fosforo total (P)
	mg/l	mg/l
Muestra PM01	1,6	0,521824
Muestra PM02	1,6	0,521824
Muestra PM03	1,7	0,554438
Muestra PM04	1,8	0,587052
Muestra PM05	1,7	0,554438

*Fuente. Propia*

**Cuadro 15. Valores de Fosforo correspondientes al mes de Noviembre 2015.**

Muestras recolectadas	Valor de medias de los meses de muestreo	
	nov	
	Fosfato (Po <sub>4</sub> )	Fosforo total (P)
	mg/l	mg/l
Muestra PM01	2	0,65228
Muestra PM02	2	0,65228
Muestra PM03	2	0,65228
Muestra PM04	2,2	0,717508
Muestra PM05	2,1	0,684894

*Fuente. Propia*

**Cuadro 16. Valores de Fosforo correspondientes al mes de Diciembre 2015**

Muestras recolectadas	Valor de medias de los meses de muestreo	
	dic	
	Fosfato (Po <sub>4</sub> )	Fosforo total (P)
	mg/l	mg/l
Muestra PM01	2,7	0,880878
Muestra PM02	2,3	0,750122
Muestra PM03	2,0	0,65228
Muestra PM04	1,6	0,521824
Muestra PM05	1,9	0,6196659

*Fuente. Propia*

## **CLOROFILA a**

Se midió la concentración de clorofila a de las muestras recolectadas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre

**Cuadro 17. Valores de las longitudes de onda corregidas y Clorofila a correspondientes al mes de Octubre 2015**

Muestras recolectadas	Valor de medias de los meses de muestreo			
	oct			
	Longitud de Onda a 664	Longitud de Onda a 647	Longitud de Onda a 630	Clorofila a
	nm	nm	nm	mg/l
Muestra PM01	0,422	0,178	0,108	0,056
Muestra PM02	0,370	0,211	0,119	0,048
Muestra PM03	0,285	0,181	0,121	0,037
Muestra PM04	0,311	0,228	0,113	0,039
Muestra PM05	0,314	0,235	0,127	0,040

*Fuente. Propia*

**Cuadro 18. Valores de las longitudes de onda corregidas y Clorofila a correspondientes al mes de Noviembre 2015**

Muestras recolectadas	Valor de medias de los meses de muestreo			
	nov			
	Longitud de Onda a 664	Longitud de Onda a 647	Longitud de Onda a 630	Clorofila a
	nm	nm	nm	mg/l
Muestra PM01	0,300	0,174	0,113	0,039
Muestra PM02	0,314	0,184	0,119	0,041
Muestra PM03	0,375	0,223	0,142	0,048
Muestra PM04	0,322	0,186	0,123	0,042
Muestra PM05	0,314	0,206	0,124	0,040

*Fuente. Propia*

**Cuadro 19. Valores de las longitudes de onda corregidas y Clorofila a correspondientes al mes de Diciembre 2015**

Muestras recolectadas	Valor de medias de los meses de muestreo			
	dic			
	Longitud de Onda a 664	Longitud de Onda a 647	Longitud de Onda a 630	Clorofila a
	nm	nm	nm	mg/l
Muestra PM01	0,284	0,180	0,120	0,036
Muestra PM02	0,252	0,172	0,128	0,032
Muestra PM03	0,357	0,216	0,159	0,046
Muestra PM04	0,318	0,190	0,140	0,041
Muestra PM05	0,295	0,205	0,111	0,038

*Fuente. Propia*

#### 4.1.4. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO

*Índice de Estado Trófico modificado para profundidad Secchi.*

**Cuadro 20. Valores IET<sub>M</sub> profundidad Secchi**

Puntos de Muestreo	IET <sub>M</sub> Mensual		
	Octubre	Noviembre	Diciembre
PM01	84	90	89
PM02	88	91	91
PM03	87	91	91
PM04	86	88	88
PM05	86	88	86

*Fuente. Propia*

***Índice de Estado Trófico modificado para Clorofila a.***

**Cuadro 21. Valores IET<sub>M</sub> Clorofila a**

Puntos de Muestreo	IET <sub>M</sub> Mensual		
	Octubre	Noviembre	Diciembre
PM01	71	67	66
PM02	69	68	65
PM03	67	69	69
PM04	67	68	68
PM05	68	68	67

Fuente. Propia

***Índice de Estado Trófico modificado para Fósforo Total.***

**Cuadro 22. Valores IET<sub>M</sub> Fosforo total**

Puntos de Muestreo	IET <sub>M</sub> Mensual		
	Octubre	Noviembre	Diciembre
PM01	87	90	95
PM02	87	90	92
PM03	88	90	90
PM04	89	92	87
PM05	88	91	89

Fuente. Propia

## Índice de Estado Tráfico modificado Total

**Cuadro 23. Valores IETm Total**

Puntos de Muestreo	IET <sub>M</sub> Mensual		
	Octubre	Noviembre	Diciembre
PM01	81	83	83
PM02	81	83	83
PM03	80	84	83
PM04	81	83	81
PM05	81	82	81

Fuente. Propia

**Cuadro 24. Valores IETm total por mes**

IET <sub>M</sub> TOTAL MENSUAL	PROMEDIO POR MESES
OCTUBRE	81
NOVIEMBRE	82
DICIEMBRE	82

Fuente. Propia

**Cuadro 25. Valores IETm total por puntos**

IET <sub>M</sub> TOTAL POR PUNTOS	PROMEDIO POR PUNTOS
PM01	82
PM02	82
PM03	82
PM04	82
PM05	81

Fuente. Propia

#### 4.1.5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS del IET

##### *Clasificación del Estado Trófico de acuerdo a Toledo et al., 1985*

**Cuadro 26. Clasificación trófica para cada uno de los puntos por mes de acuerdo a Toledo**

Puntos	(IET <sub>M</sub> ) Toledo et al., 1985 (Mensual)					
	Octubre		Noviembre		Diciembre	
PM01	81	Eutrófico	83	Eutrófico	83	Eutrófico
PM02	81	Eutrófico	83	Eutrófico	83	Eutrófico
PM03	80	Eutrófico	84	Eutrófico	83	Eutrófico
PM04	81	Eutrófico	83	Eutrófico	81	Eutrófico
PM05	81	Eutrófico	82	Eutrófico	81	Eutrófico

*Fuente. Propia*

##### *Clasificación del Estado Trófico de acuerdo a la OCDE 1982*

**Cuadro 27. Clasificación trófica de todos los puntos de muestreo para PT, Cl a, transparencia en los 3 meses de muestreo**

Puntos	Fosforo u/l		Clorofila a u/l		Transparencia m	
	PM01	652,3	Hipertrófico	39	Eutrófico	0,46
PM02	652,3	Hipertrófico	41	Eutrófico	0,40	Hipertrófico
PM03	652,3	Hipertrófico	46	Eutrófico	0,39	Hipertrófico
PM04	587,1	Hipertrófico	41	Eutrófico	0,47	Hipertrófico
PM05	619,7	Hipertrófico	40	Eutrófico	0,53	Hipertrófico

*Fuente. Propia*



**Cuadro 28. Clasificación trófica todos los puntos de muestreo para PT, Cl a, transparencia en el mes de Octubre**

Puntos	Fosforo u/l		Clorofila a u/l		Transparencia m	
PM01	521,8	Hipertrófico	56	Eutrófico	0,62	Hipertrófico
PM02	521,8	Hipertrófico	48	Eutrófico	0,49	Hipertrófico
PM03	554,4	Hipertrófico	37	Eutrófico	0,52	Hipertrófico
PM04	587,1	Hipertrófico	39	Eutrófico	0,53	Hipertrófico
PM05	554,4	Hipertrófico	40	Eutrófico	0,54	Hipertrófico

Fuente. Propia

**Cuadro 29. Clasificación trófica todos los puntos de muestreo para PT, Cl a, transparencia en el mes de Noviembre**

Puntos	Fosforo u/l		Clorofila a u/l		Transparencia m	
PM01	652,28	Hipertrófico	39	Eutrófico	0,41	Hipertrófico
PM02	652,28	Hipertrófico	41	Eutrófico	0,39	Hipertrófico
PM03	652,28	Hipertrófico	48	Eutrófico	0,39	Hipertrófico
PM04	717,508	Hipertrófico	42	Eutrófico	0,47	Hipertrófico
PM05	684,894	Hipertrófico	40	Eutrófico	0,47	Hipertrófico

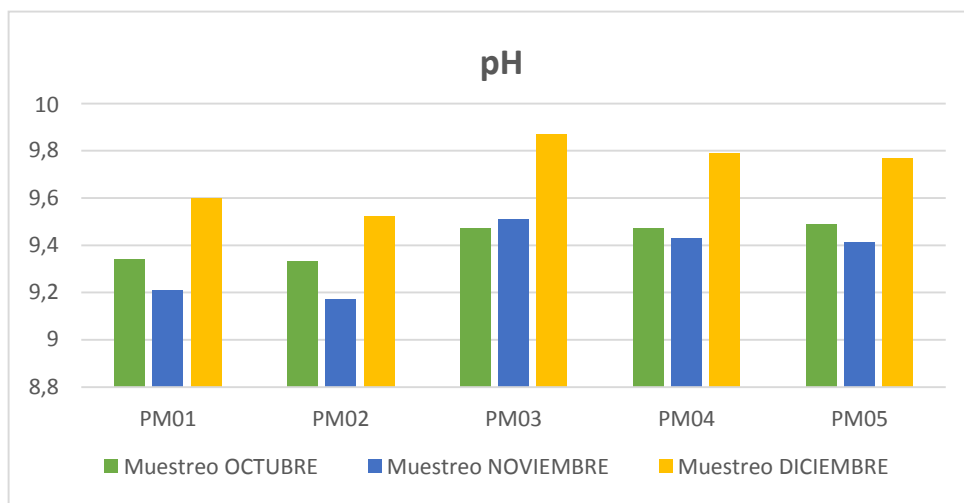
Fuente. Propia

**Cuadro 30. Clasificación trófica todos los puntos de muestreo para PT, Cl a, transparencia en el mes de Diciembre.**

Puntos	Fosforo u/l		Clorofila a u/l		Transparencia m	
PM01	880,88	Hipertrófico	36	Eutrófico	0,46	Hipertrófico
PM02	750,12	Hipertrófico	32	Eutrófico	0,40	Hipertrófico
PM03	652,28	Hipertrófico	46	Eutrófico	0,39	Hipertrófico
PM04	521,82	Hipertrófico	41	Eutrófico	0,46	Hipertrófico
PM05	619,67	Hipertrófico	38	Eutrófico	0,53	Hipertrófico

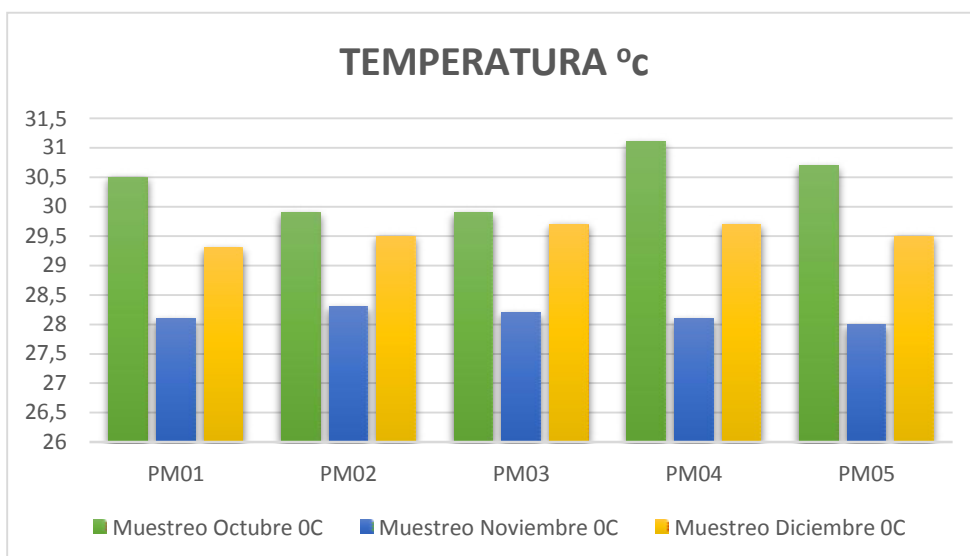
Fuente. Propia

#### 4.1.6. Representación Gráfica de los Resultados



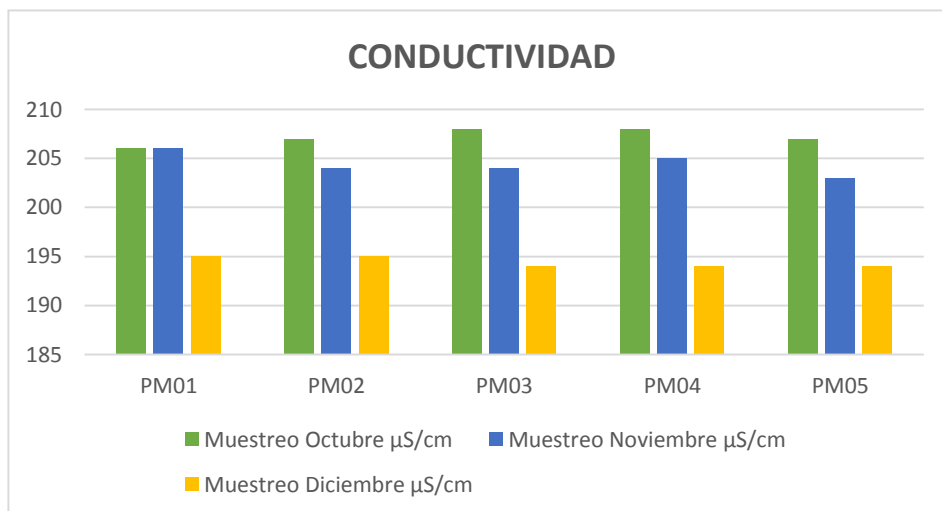
**Figura 1. Representación gráfica de los valores de pH por cada punto en los diferentes meses 2015**

En el grafico 4.1.6. se muestran los valores de pH medidos en los diferentes muestreos; registrándose los mayores valores en el mes de diciembre, los cuales varían de 9,52 a 9,87; mientras que en el mes de octubre varían entre 9,33 y 9,49 y en el mes de noviembre varían de 9,17 a 9,51; siendo en el punto 3 en diciembre el mayor valor de pH registrado y el menor valor registrado fue en el punto 2 en el mes de noviembre, sin embargo todos los resultados muestran un pH alcalino y no existe mayor variabilidad en los mismos.



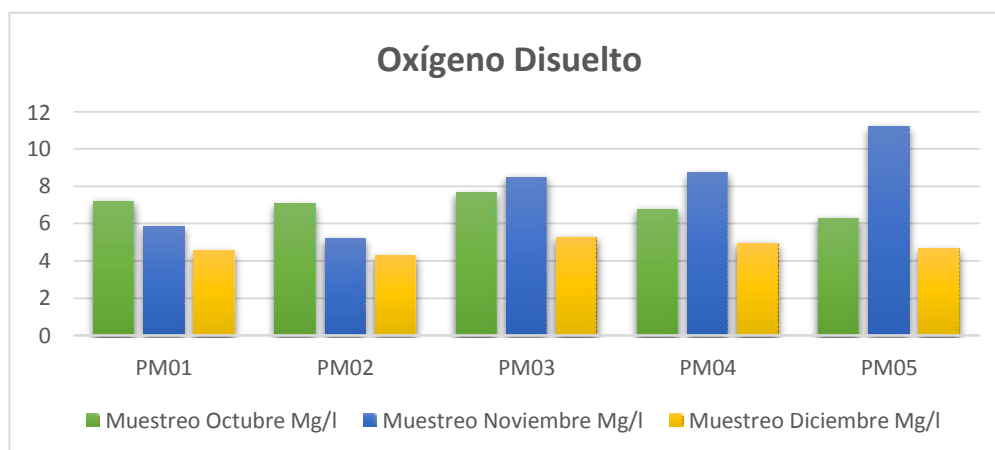
**Figura 2. Representación gráfica de los valores de Temperatura por cada punto en los diferentes meses 2015**

En la figura 2. Se muestran los valores de temperatura del agua de los diferentes puntos en cada uno de los meses de muestreo, los valores varían entre 28 y 31 °C, teniendo que la mayor variación de temperatura se apreció en el mes de octubre en el punto 5 siendo esta de 31,1 °C además en el mismo punto en el mes de noviembre se obtuvo la menor temperatura de 28 °C



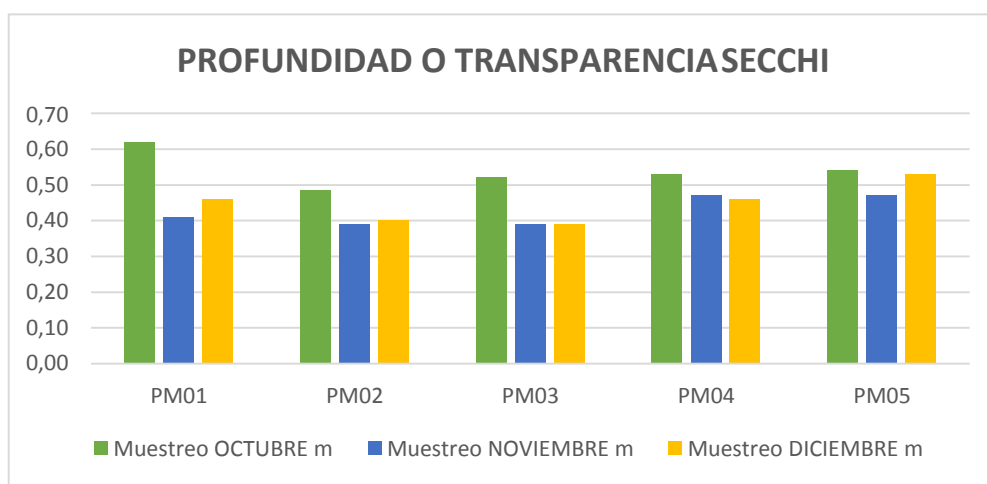
**Figura 3. Representación gráfica de los valores de Conductividad por cada punto en los diferentes meses 2015**

En la figura 3. Se muestran los valores de Conductividad de los diferentes muestreos realizados, en el mes de octubre se registraron valores de conductividad constantes 203 y 208  $\mu\text{S/cm}$ ; mientras que en el mes de diciembre se apreció una disminución de la CE entre 194 y 195  $\mu\text{S/cm}$ .



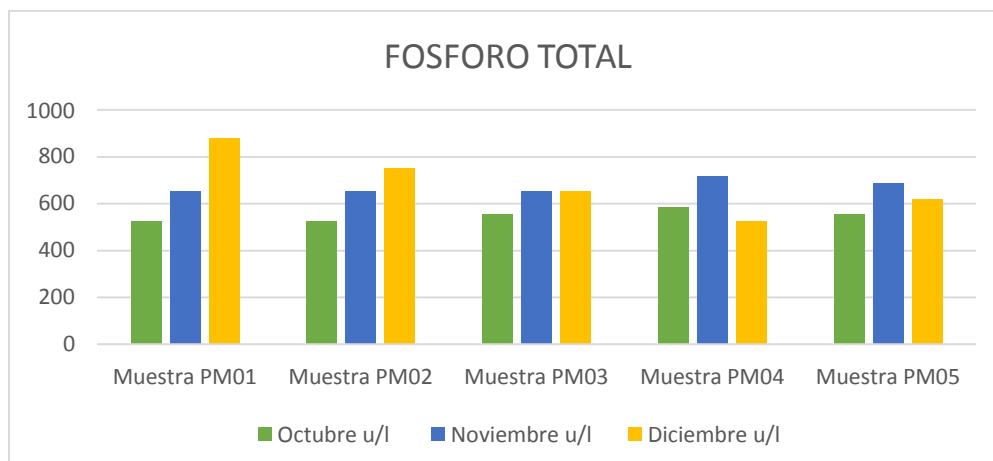
**Figura 4. Representación gráfica de los valores de Oxígeno disuelto por cada punto en los diferentes meses.**

Los valores de OD en el mes de octubre oscilan entre 6,29 y 7,64 mg/l en los cinco puntos de muestreo, en el muestreo de noviembre se presentó un incremento significativo en el punto 5 de 11,18 mg/l; en el mes de diciembre se registró disminución del OD en todos los puntos de muestreo con valores de hasta 4,27 mg/l.



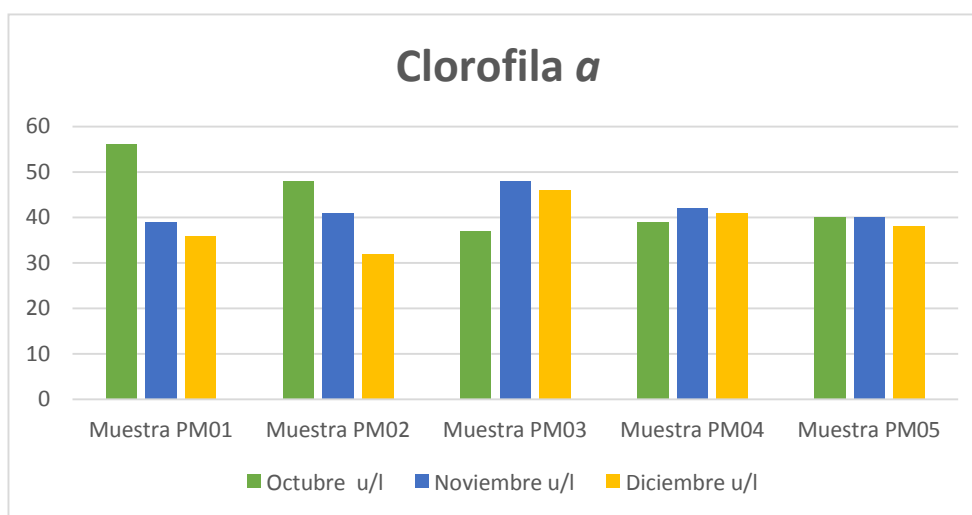
**Figura 5. Representación gráfica de los valores de profundidad secchi por cada punto en los diferentes meses 2015**

La transparencia medida con el disco secchi durante los 3 muestreos fue similar en los diferentes puntos teniendo la mayor transparencia en el punto 1 en el mes de octubre de 0,62 m y la menor transparencia registrada fue de 0,39 m en algunos puntos durante los meses de noviembre y diciembre.



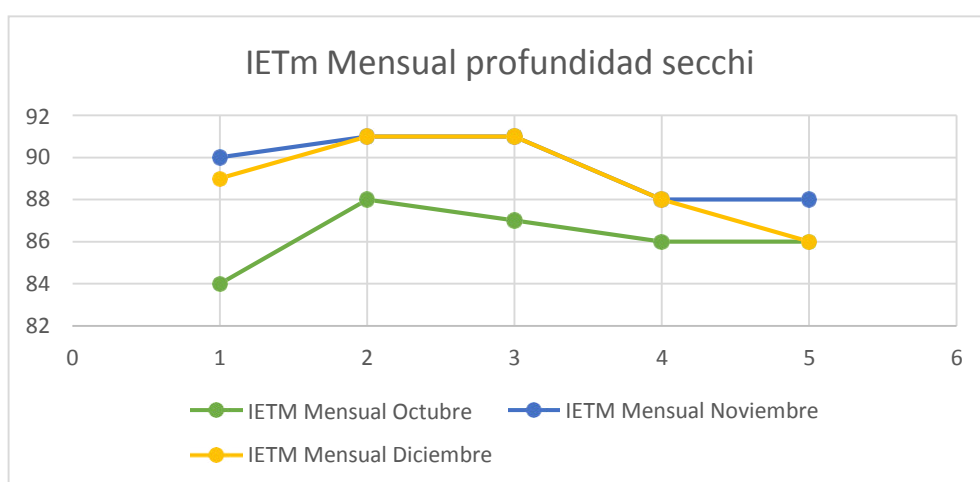
**Figura 6. Representación gráfica de los valores de Fosforo total por cada punto en los diferentes meses 2015**

En las diferentes muestras analizadas durante todos los muestreos para la determinación de fosforo, en todas se encontraron altas concentraciones del mismo con valores que oscilan entre 521 y 880 ug/l.



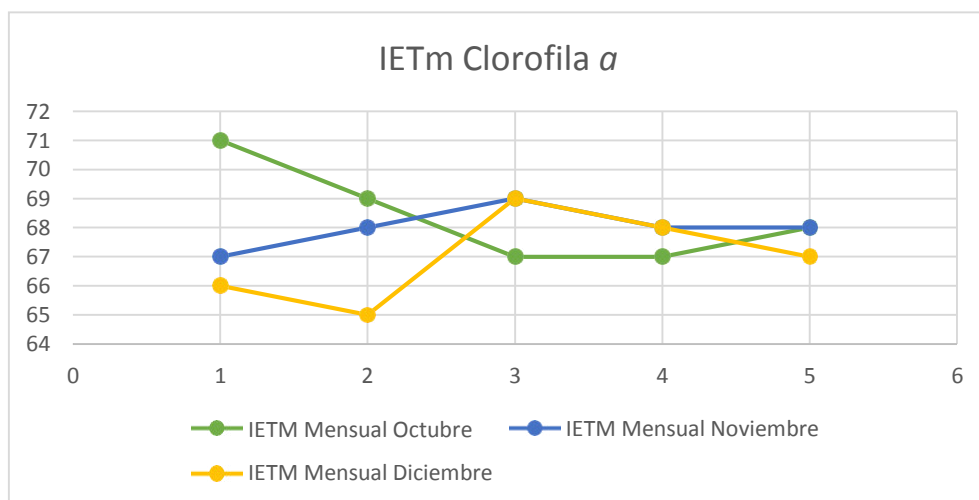
**Figura 7. Representación gráfica de los valores de Clorofila a por cada punto en los diferentes meses**

Los valores de clorofila a oscilan entre 32 y 56 ug/l en las diferentes muestras analizadas, el mayor valor se registra en el punto 1 en el mes de octubre y el menor valor de se registró en el mes de diciembre en el punto 2; las concentraciones de clorofila a disminuyeron en el punto 1 en los meses de noviembre y diciembre en relación a octubre; las concentraciones de Cl a en los puntos restantes no se presentaron mayor variación.



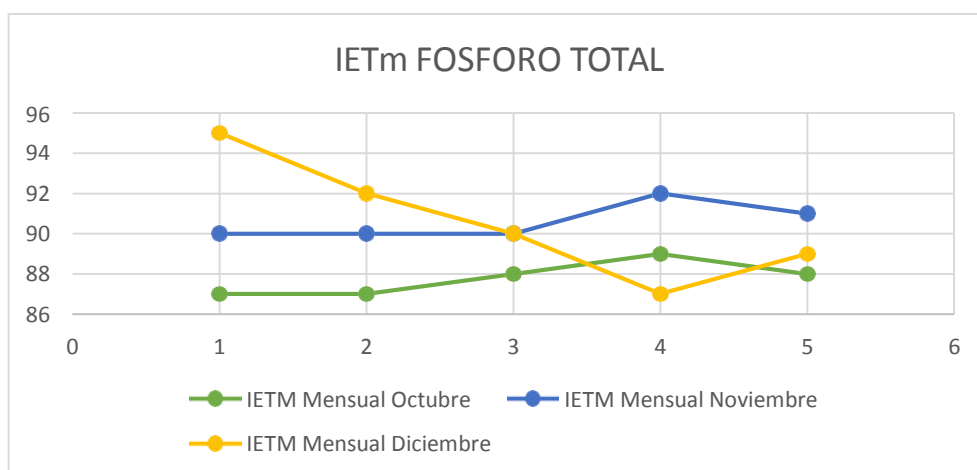
**Figura 8. Representación gráfica de los valores de IETm Mensual profundidad secchi por cada punto en los diferentes meses.**

El índice de estado trófico para la profundidad se calculó a partir de la aplicación de la ecuación 3.3, obteniendo como resultado de esto un IET elevado para todos los meses, observando que la mayor variación se produce en el mes octubre con 84 y en el mes de noviembre con 90 para el punto1; los valores correspondientes a los demás puntos no registran mayor variación en los diferentes meses.



**Figura 9. Representación gráfica de los valores de IETm Clorofila a por cada punto en los diferentes meses**

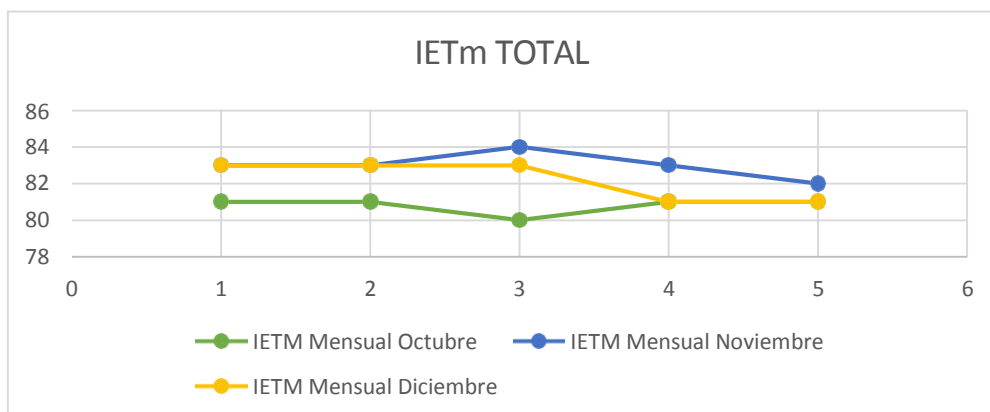
El índice de estado trófico para la clorofila a se calculó a partir de la aplicación de la ecuación 3.4, obteniendo como resultado de esto un IET elevado para todos los meses, observando que la mayor variación se produce en el mes Octubre con 71 y en el mes de noviembre con 66 para el punto 1; los valores correspondientes a los demás puntos no registran mayor variación en los diferentes meses, ya que los valores oscilan entre 66 y 69.



**Figura 10. Representación gráfica de los valores de IETM fosforo total por cada punto en los diferentes meses**

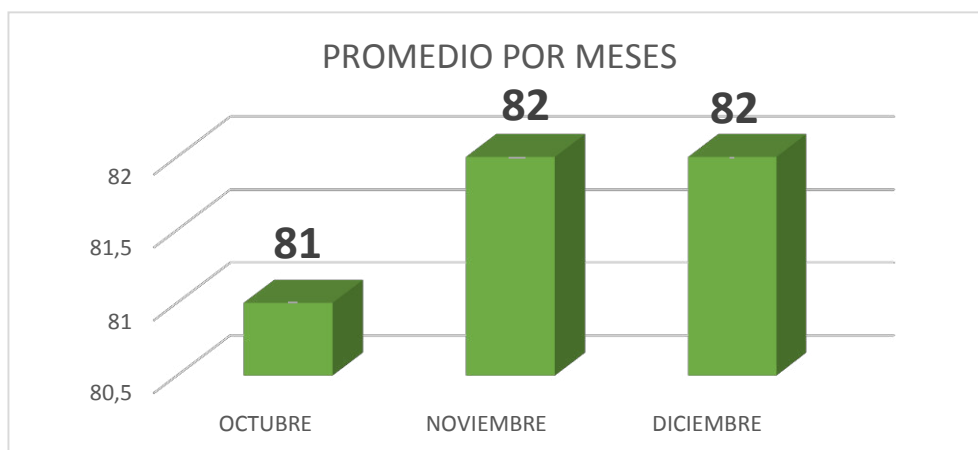


Los valores del IET para fosforo total se calcularon a partir de la aplicación de la ecuación 3.5, la mayor variación se presentó en el mes de diciembre entre el punto 4 con un IET de 87 y el punto 1 con 95; en el mes de noviembre los valores entre el punto 1,2 y 3 fueron de 90; mientras que en octubre el valor más elevado se presentó en el punto 4 con un IET de 89.



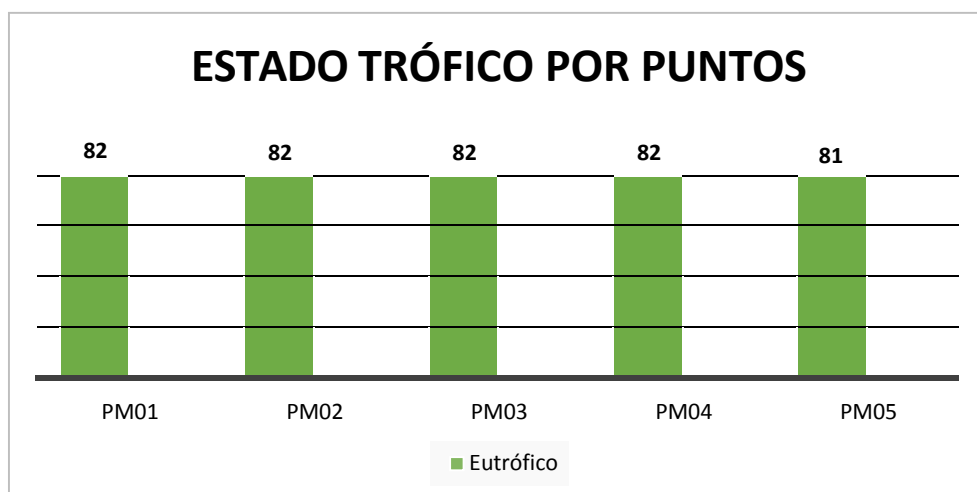
**Figura 11. Representación gráfica de los valores de IETm TOTAL por cada punto en los diferentes meses**

En el gráfico se puede observar que no existen mayores variaciones en los resultados obtenidos del IET total, esto tanto en los meses de Oct, Nov y Dic; sin embargo, los valores para los 3 meses son sumamente elevados ya que estos oscilan en un IET entre 80 y 84.



**Figura 12. Representación gráfica de los valores en promedio de estado trófico por los meses de muestreo**

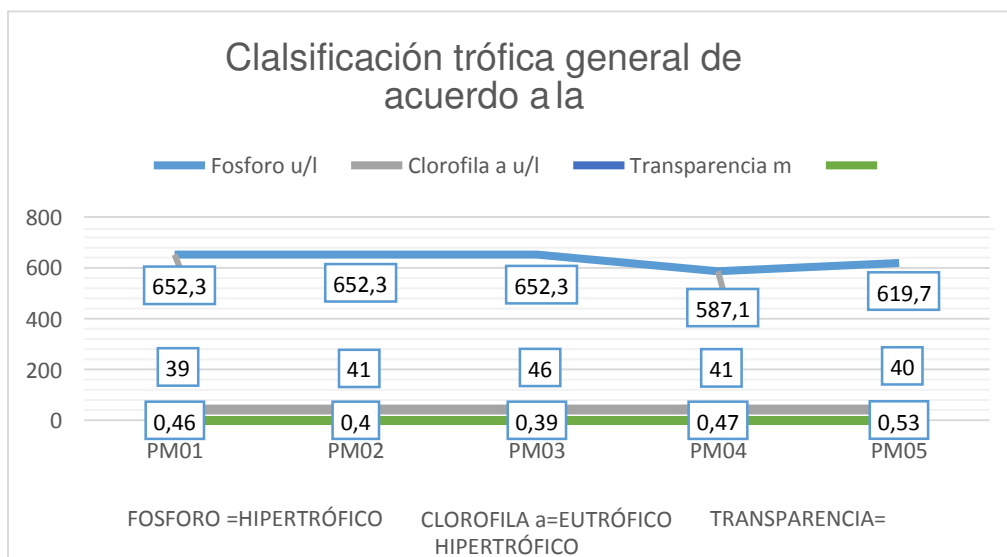
El promedio del IET mensual no presenta mayor variabilidad, en los meses de noviembre y diciembre se mantiene un promedio de 82 mientras que para el mes de octubre existe la mínima diferencia de promedio que es de 81.



**Figura 13. Representación gráfica de estado trófico por punto**

El índice de estado trófico de los diferentes parámetros ha sido constante durante los 3 meses con una variabilidad no tan significativa sin embargo los resultados indican altas concentraciones de fósforo, poca transparencia, altos

contenidos de clorofila *a*, por lo tanto según la clasificación de Toledo 1985, el embalse la Esperanza presenta un estado eutrófico durante los 3 meses de muestreo lo cual está indicado como un síntoma negativo para la productividad y hábitat de las especies que allí se desarrollan.



**Figura 14. Representación gráfica de los valores de estado trófico según la OCDE**

La OCDE tiene una estimación del nivel trófico mucho más estricta que el índice de estado trófico de Toledo sin embargo en el parámetro clorofila se puede observar que según esta clasificación se mantiene en un nivel eutrófico mientras que el parámetro fosforo y profundidad indican un estado hipertrófico en el agua lo cual indica que se presenta un estado en el que la vida acuática se puede ver limitada por el exceso del nutriente en este caso el fosforo y la proliferación de algas.

#### **4.1.7. DISCUSIÓN**

En las mediciones mensuales de los diferentes parámetros físicos no se mostró mayor variabilidad; sin embargo se notó que el pH del agua en todas

las mediciones era superior a 9 lo cual indica un potencial de hidrogeno alcalino; investigaciones indican que los valores de pH comunes para aguas naturales oscilan entre 6,5 y 9, según (Nalms, 2008) cuando existe un mayor crecimiento de algas y plantas por causa de aumentos en la temperatura o el exceso de nutrientes, los niveles de pH pueden aumentar, esto también depende de la capacidad de amortiguación del embalse; la temperatura medida en los tres periodos de muestreo fue constante los valores variaban entre 25 y 30 grados, este parámetro tiene mucha significancia en cuanto a la eutrofización que se pueda dar un embalse ya que la temperatura ejerce una influencia importante sobre la actividad biológica y el crecimiento de organismos acuáticos, contribuyendo también a la proliferación de algas que al descomponerse podrían reducir el oxígeno y así afectar a la vida acuática (Niñerota *et al*, 2003).

La conductividad eléctrica no presento mayor variabilidad durante los meses de octubre y noviembre la cual oscilaba entre 200- 208  $\mu\text{S}/\text{cm}$  mientras que en el mes de diciembre oscilo entre 194-195  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , este parámetro calcula la cantidad de sales totales disueltos (TDS), o la cantidad total de iones disueltos en el agua (Aranda, 2004) expresa que al existir elevadas temperaturas que provocan la evaporación del agua de la superficie de un embalse concentra los sólidos disueltos en el agua restante por lo que tiene una CE superior. El OD en el agua es determinante para el desarrollo de las diversas especies, un proceso físico que afecta a las concentraciones de OD es la relación entre la temperatura del agua y la saturación de gas. El agua fría puede contener más de cualquier gas, en este caso el oxígeno, que el agua más caliente, lo cual indica que a mayor temperatura menor oxígeno en la superficie del embalse (Nalms, 2008) en las mediciones realizadas en el embalse La Esperanza hubo una mayor variación en el muestreo del mes de diciembre siendo la cantidad de OD menor que en los muestreos anteriores

El valor de la transparencia, medida con el disco de Secchi, sirve como una estima de la extinción de la luz en el agua, las mediciones realizadas muestran que la transparencia del agua del embalse solo se aprecia de manera muy

superficial lo cual indica que existe estratificación en las zonas más profundas del embalse.

Los parámetros como el fósforo y la clorofila en relación con la profundidad, relacionados entre sí son indicadores del estado trófico, en referencia al Fósforo los valores del mismo en las diferentes mediciones son ligeramente elevadas lo cual puede estar dado a que la mayoría de los habitantes de la zona se dedican a la agricultura donde utilizan fertilizantes que por lixiviación o escorrentía se arrastran residuos hasta las aguas del embalse y de esta manera influyen en el aumento de este nutriente en el agua, los valores de clorofila *a* son en su mayoría constantes en todos los muestreos, notándose así que existe proliferación de las aguas del embalse y consecuentemente de esto provocando eutrofización del agua.

El índice de estado trófico ha sido constante durante los 3 meses con una variabilidad no tan significativa sin embargo los resultados indican que el embalse se encuentra en un estado eutrófico con altas concentraciones de fósforo y fitoplancton lo cual afecta la vida acuática que se desarrolla en este ecosistema; Este estado se caracteriza por altas concentraciones de nutrientes que dan como resultado el crecimiento de algas, agua turbia, y los bajos niveles de oxígeno disuelto (EPA, 2012).

Tanto la clasificación de estado trófico de Toledo, 1982 como la OCDE clasifican un estado trófico e hipertrófico para el embalse La Esperanza; considerando que la OCDE tiene clasificación aplicada a ecosistemas de zonas templadas. El estado que presenta el embalse puede estar dado principalmente por la influencia de las actividades antropogénicas ya que muchos de los habitantes cercanos al embalse utilizan fungicidas y fertilizantes en sus cultivos los cuales contribuyen al enriquecimiento de nutrientes en el agua.

## 4.2. Evaluar la calidad del agua del embalse La Esperanza según el Índice de Calidad del Agua (ICA), para su uso doméstico y agropecuario en función de las normativas de la OMS y la FAO

### 4.2.1. Georreferenciar los puntos de muestreo

Se establecieron 5 puntos de muestreos, descritos en el objetivo anterior.

### 4.2.2. Analizar las muestras en el laboratorio y comparar los resultados según las normativas de la OMS y la FAO.

**Cuadro 31. Resultados de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos del Punto 1**

DATOS	UNIDAD	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO
DISCO SECCHI	cm	60	62	41	49,66
OXIGENO DISUELTO in situ	mg/L	7,20	5,82	4,55	5,87
pH	-	9,34	9,21	9,60	9,38
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	206	206	195	202,3
TURBIDEZ	FAU	13,5	14	13	13,5
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	393,5	481	306	393,5
COLOR VERDADERO	Hz	26,9	24,7	29	26,85
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	36,5	39	34	36,5
DBO5	mg/L	9	8	10	9
NITRITOS	mg/L	0,13	0,13	0,14	0,135
FOSFATOS	mg/L	1,6	2	2,7	2,1
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L	191,2	190,43	191,97	191,2
CLORUROS	mg/L	14,03	7,09	21	14,045
DUREZA TOTAL	mg/L	119	118	120	119
GRASAS Y ACEITES	mg/L	38	42	40	40
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	2600	2700	2800	2700

Fuente. Propia

**Cuadro 32. Resultados de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos del punto 2**

DATOS	UNIDAD	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO
DISCO SECCHI	cm	48,5	39	40	42,5
OXIGENO DISUELTO in situ	mg/L	7,05	5,19	4,27	5,50
pH	-	9,33	9,17	9,52	9,34
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	207	204	195	202
TURBIDEZ	FAU	17	17	17	17
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	361	439	283	361
COLOR VERDADERO	Hz	30,35	30,1	30,6	30,35
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	29	41	17	29
DBO5	mg/L	11	10	12	11
NITRITOS	mg/L	0,1	0,12	0,1	0,11
FOSFATOS	mg/L	1,6	2	2,3	1,97
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L	191	190,43	191,97	191,2
CLORUROS	mg/L	15,8	10,64	21	15,82
DUREZA TOTAL	mg/L	140,5	103	178	140,5
GRASAS Y ACEITES	mg/L	63	61	62	62
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	2600	2500	2400	2500

Fuente. Propia

**Cuadro 33. Resultados de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos del punto**

DATOS	UNIDAD	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO
DISCO SECCHI	cm	52	39	39	43,33
OXIGENO DISUELTO in situ	mg/L	7,64	8,47	5,27	7,13
pH	-	9,47	9,51	9,87	9,62
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	208	204	195	202,33
TURBIDEZ	FAU	17	19	14	16,50
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	568	640	496	568,00
COLOR VERDADERO	Hz	30,95	31,9	30	30,95
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	32	50	14	32,00
DBO5	mg/L	10,5	11	10	10,50
NITRITOS	mg/L	0,1	0,1	0,09	0,10

FOSFATOS	mg/L	1,75	1,7	1,8	1,75
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L	191,1	190,43	191,97	191,20
CLORUROS	mg/L	14,06	7,09	21	14,05
DUREZA TOTAL	mg/L	119	113	125	119,00
GRASAS Y ACEITES	mg/L	10	10	10	10
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	16200	15700	15820	15900

Fuente. Propia

**Cuadro 34. Resultados de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos del punto 4**

DATOS	UNIDAD	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO
DISCO SECCHI	cm	53	47	46	48,67
OXIGENO DISUELTO in situ	mg/L	6,77	8,73	4,95	6,82
pH	-	9,47	9,43	9,79	9,56
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	208	205	194	202,33
TURBIDEZ	FAU	15,5	16	15	15,5
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	286,49	359	214	286,5
COLOR VERDADERO	Hz	29,9	29,7	30,1	29,9
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	33,48	51	16	33,5
DBO5	mg/L	8	12	4	8
NITRITOS	mg/L	0,095	0,09	0,1	0,095
FOSFATOS	mg/L	1,8	2,2	1,6	1,87
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L	159,45	126,95	191,97	159,46
CLORUROS	mg/L	14,045	7,09	21	14,045
DUREZA TOTAL	mg/L	121,5	102	141	121,5
GRASAS Y ACEITES	mg/L	9	10	11	10
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	1980	2000	1990	1990

Fuente. Propia

**Cuadro 35. Resultados de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos del punto 5**

DATOS	UNIDAD	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO
DISCO SECCHI	Cm	54	47	53	51,33
OXIGENO DISUELTO in situ	mg/L	6,29	11,18	4,63	7,37
pH	-	9,49	9,41	9,77	9,56
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	207	203	194	201,33
TURBIDEZ	FAU	12,6	14	11	12,5



SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	305,6	437	264	350,5
COLOR VERDADERO	Hz	27,1	26	28,3	27,15
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	43,5	43	44	43,5
DBO5	mg/L	8,5	8	9	8,5
NITRITOS	mg/L	0,115	0,12	0,11	0,115
FOSFATOS	mg/L	1,7	2,1	1,9	1,9
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L	223,2	190,43	255,96	223,195
CLORUROS	mg/L	15,82	10,64	21	15,82
DUREZA TOTAL	mg/L	100,05	95	106	100,5
GRASAS Y ACEITES	mg/L	10	10	10	10
CIOLFORMES TOTALES	NMP/100ml	4000	3900	4100	4000

### 4.2.3. RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICOS

Resultados de Análisis Físicos de todos los puntos de muestreo

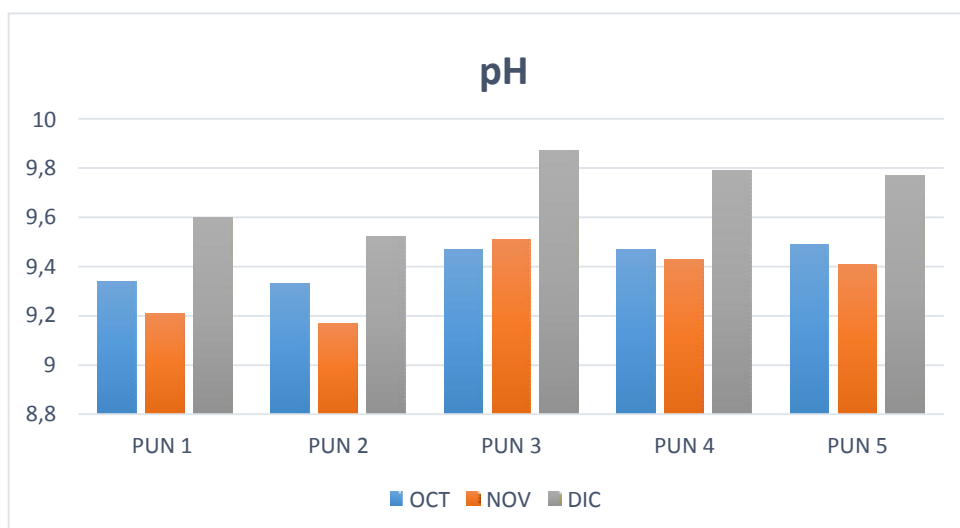
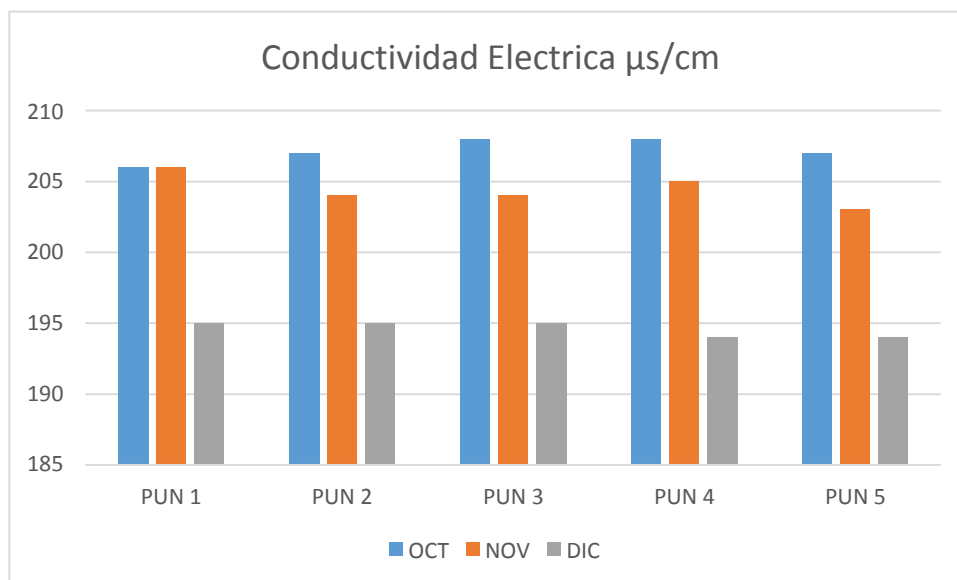


Figura 15. Resultados de pH en los puntos de muestreo del Embalse

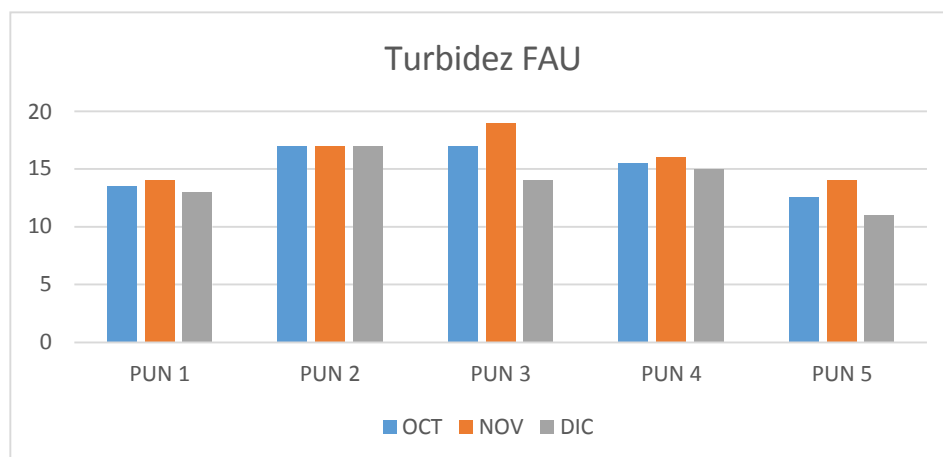
En los resultados se obtuvo que el punto con un mayor nivel de pH fue el 3, con un valor de 9,62; el pH óptimo necesario variará en distintos sistemas de abastecimiento en función de la composición del agua y la naturaleza de los materiales empleados en el sistema de distribución, pero suele oscilar entre 6,5 y 8, pese a esto; no se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el pH (Guía para la Calidad del Agua Potable OMS, 2006) ; La FAO, establece un rango de pH normal para aguas de riego entre 6,5 a 8,4 todos los valores obtenidos se encuentran por encima de este rango

al igual que los permisible por el TULAS, siendo este de 6 a 9 tanto para agua de consumo humano como para uso agrícola.



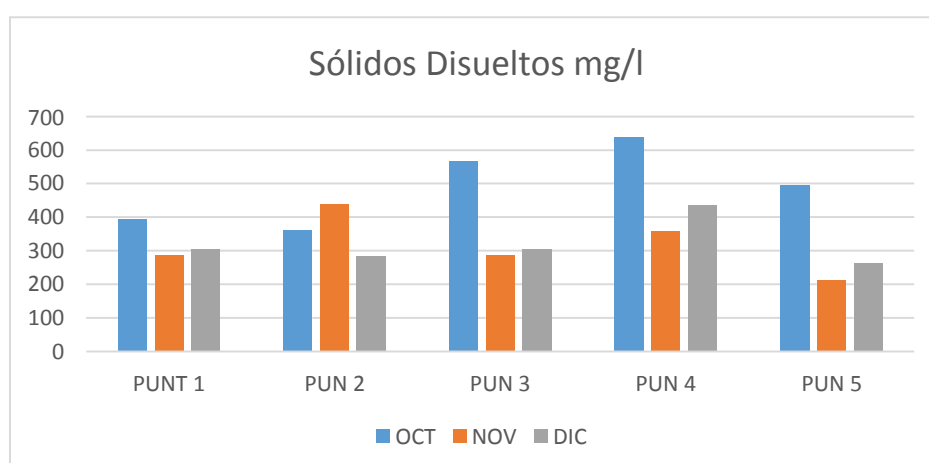
**Figura 16. Resultados de Conductividad de los puntos de muestreo del Embalse.**

De acuerdo a los resultados, los puntos con mayor cantidad de conductividad son el 3 y el 4 con un valor de 202.33  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . En el método desarrollado por Ayers y Westcott, (1985) para FAO, muestra intervalos y categorías para la clasificación de aguas para riego por FAO, nos indica que no existe ningún grado de restricción de uso, de acuerdo a nuestros resultados, de igual manera, los criterios de agua de uso agrícola según el TULAS no hay ningún grado de restricción de uso con respecto a los resultados obtenidos.



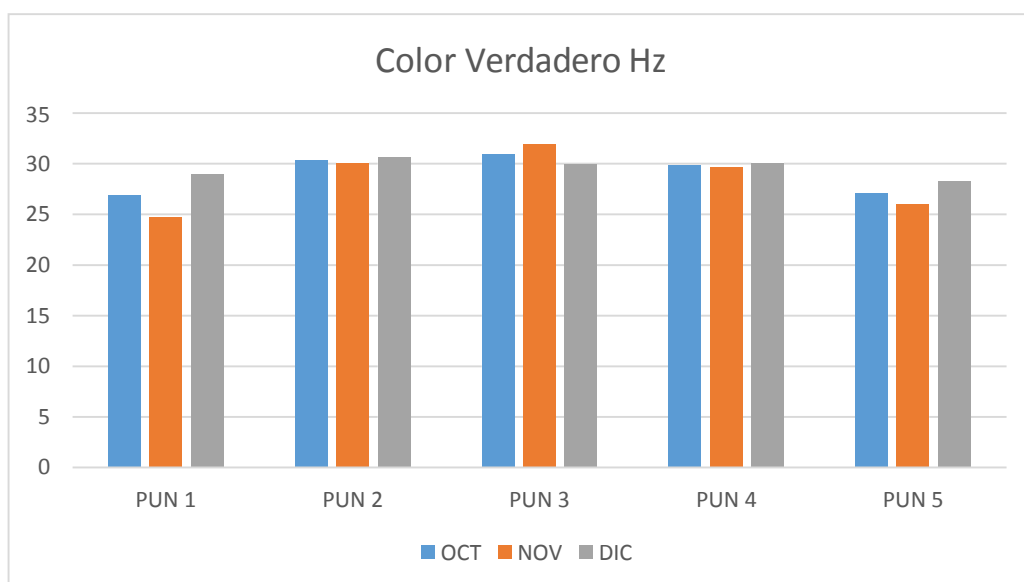
**Figura 17. Resultados de Turbidez de todos los puntos de muestreo del Embalse**

Se observa que en el punto 2 es donde existe la mayor cantidad de turbidez, con un valor de 17 UNT, 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 (Guía para la Calidad del Agua Potable OMS, 2006). Todos los valores obtenidos no superan los límites permisibles del TULAS, siendo este de 100 NTU.



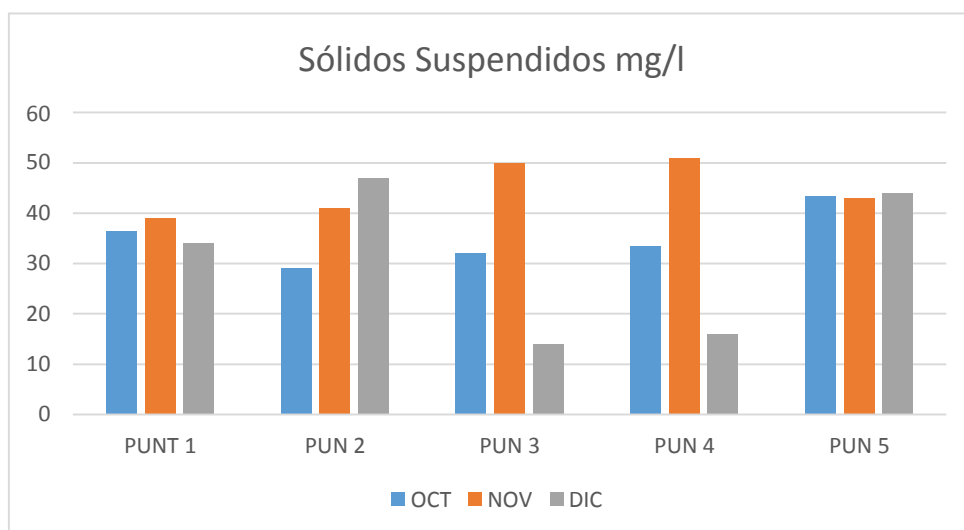
**Figura 18. Resultados de Sólidos disueltos en los puntos de muestreo del Embalse.**

En el punto 3 se observa una mayor cantidad de sólidos disueltos con un valor de 560 mg/l. Según la guía para la calidad de agua potable de la OMS (2006), no se ha propuesto ni un valor de referencia basada en los efectos sobre la salud, La FAO establece una concentración de < 450 mg/l de Total de Sólidos en Solución para aguas destinadas al riego sin ninguna restricción, 450 a 2000 para restricción moderada y > 2000 para un grado de restricción severo del agua de riego, por lo que en el punto tres hay que tomar en consideración lo que establece la FAO. Ninguno de los valores obtenidos supera los límites permisibles según el TULAS, siendo este de 1000 mg/L.



**Figura 19. Resultados de color verdadero en todos los puntos de muestreo del Embalse**

En el punto 3 se encuentra la mayor cantidad de color, siendo ésta de 30,95 Hz. En la Guía para la Calidad del Agua Potable OMS, (2006) no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el color en el agua de consumo. Ninguno de los valores supera a los límites permisibles por el TULAS, siendo éste de 100 para aguas de consumo humano.



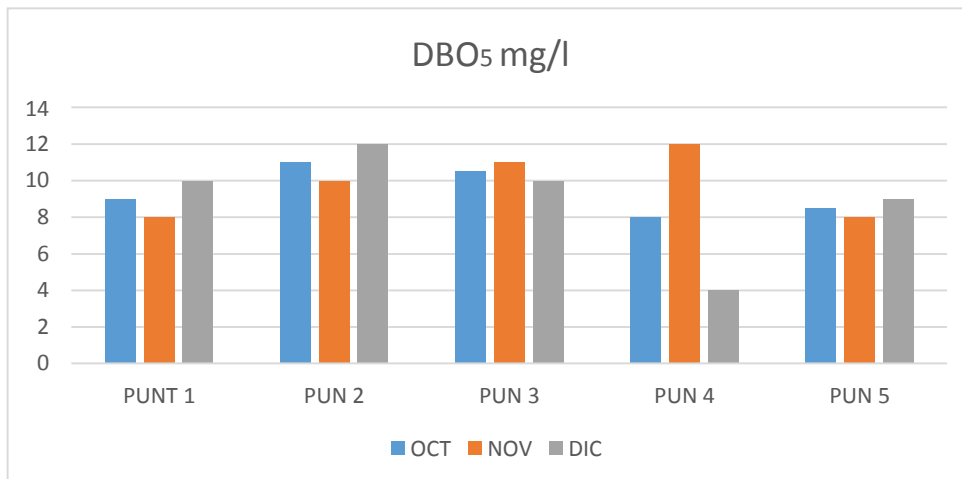
**Figura 20. Resultados de sólidos suspendidos en los puntos de muestreo del Embalse**

La mayor cantidad de sólidos suspendidos, se encuentra en el punto 5, con un valor de 43,5 mg/l, ninguno de los valores obtenidos supera los límites permisibles según el TULAS, siendo este de 1000 mg/L. La FAO establece una concentración de < 50 mg/l de sólidos en suspensión para aguas destinadas al riego, sin crear problemas de obstrucción en los sistemas de riego localizado (diseñados para aplicar el agua lentamente a través de pequeñas aberturas, que constituyen los emisores de agua. Estos emisores pueden ser obstruidos por sedimentos, sustancias químicas y organismos biológicos, contenidos frecuentemente en las aguas de riego).

#### 4.2.4. Resumen análisis químicos

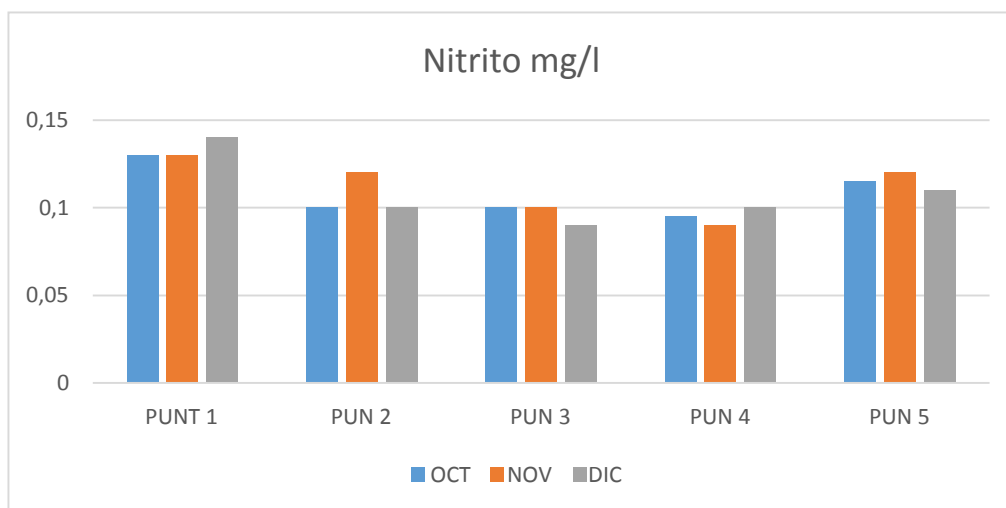
**Cuadro 36. Resultados de Análisis Químicos de todos los puntos de muestreo**

ANÁLISIS QUÍMICOS	UNIDAD	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5	PROMEDIO
DBO5	mg/L	8,00	10,50	11,00	9,00	8,50	9,40
HIERRO	mg/L	0,23	0,23	0,40	0,21	0,26	0,27
NITRITOS	mg/L	0,10	0,10	0,11	0,14	0,12	0,11
FOSFATOS	mg/L	1,50	1,75	1,75	1,65	1,65	1,66
SULFATOS	mg/L	69,50	61,50	67,00	61,50	61,00	64,10
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L	159,46	191,20	191,20	191,20	223,20	191,25
CLORUROS	mg/L	14,05	14,05	15,82	14,05	15,82	14,76
DUREZA TOTAL	mg/L	121,50	119,00	140,50	119,00	100,50	120,10
DUREZA CÁLCICA	mg/L	82,00	72,00	72,00	78,00	55,50	71,90
OXIGENO DISUELTO	mg/L	70,90	70,70	68,30	53,00	77,75	68,13
OXIGENO DISUELTO in situ	mg/L	3,35	1,81	2,69	2,45	3,63	2,78



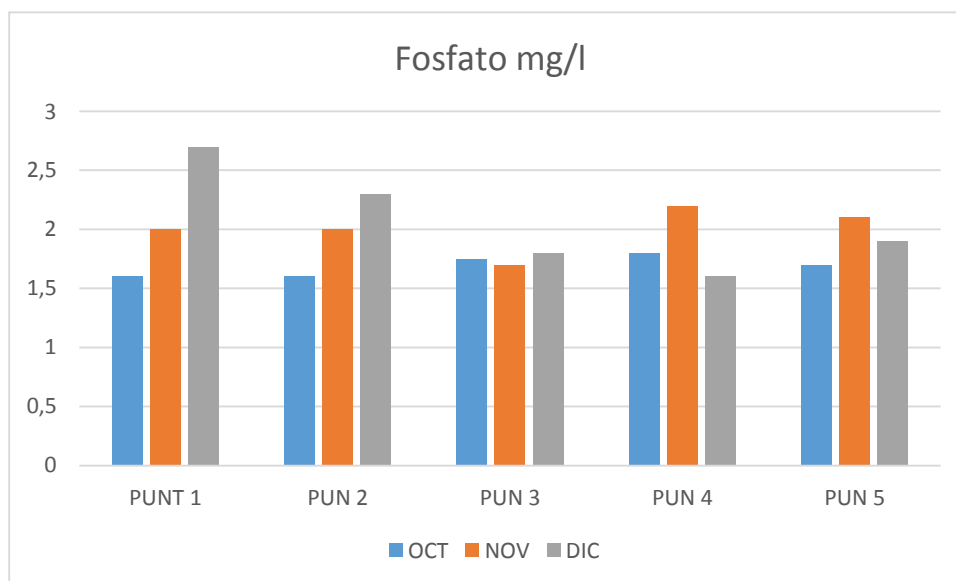
**Figura 21. Resultados de DBO5 en los puntos de muestreo del Embalse**

En el punto 2 existe una mayor cantidad de DBO con un valor de 11 mg/L. Todos los valores obtenidos en el muestreo superan los límites permisibles del TULAS, siendo este de 2 mg/L para agua de consumo humano.



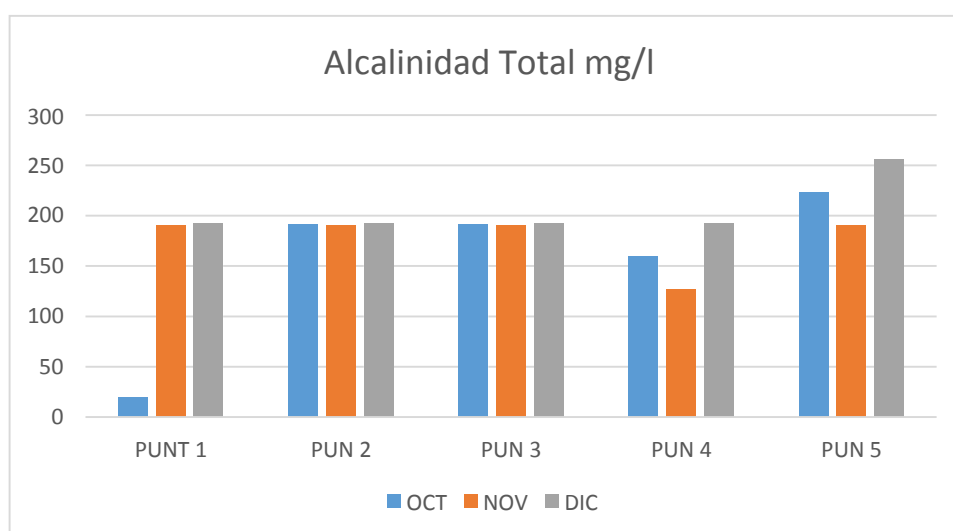
**Figura 22. Resultados de nitritos en todos los puntos de muestreo del Embalse**

En el punto 1 se observa la mayor cantidad de nitritos, con 0,14 mg/l, el valor referencial para el nitrito es de 3 mg/l para la metahemoglobinemia en lactantes (exposición a corto plazo), mientras que el valor de referencia provisional (nitrito) es de 0,2 mg/l (provisional) (exposición prolongada) (Guía para la Calidad del Agua Potable OMS, 2006). La FAO, establece para el Nitrato un valor de <5.00 mg/l, que representa ningún grado de restricción de uso para aguas destinadas al uso agrícola, y con respecto al TULAS ninguno de los valores supera los límites permisibles que es 1 mg/L, para agua de consumo humano.



**Figura 23. Resultados de fosfatos en los puntos de muestreo del Embalse**

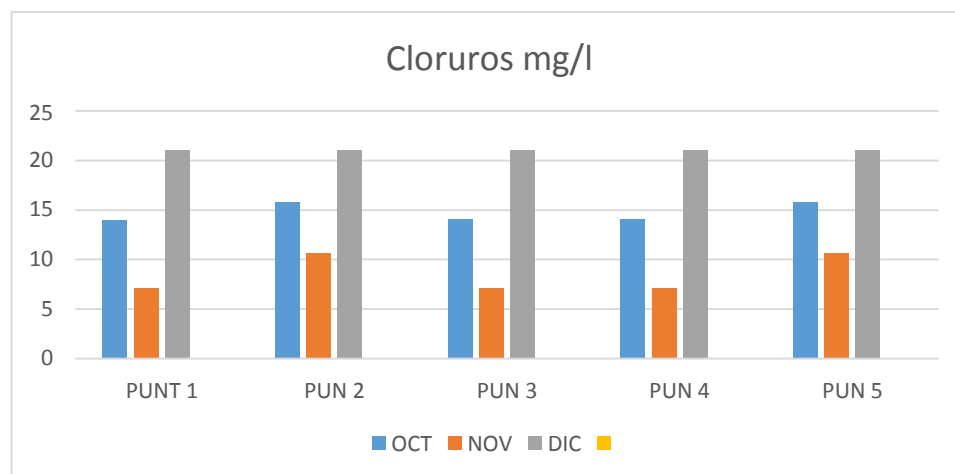
El punto 1 se puede observar la mayor cantidad de fosfatos, con un valor de 2,1 mg/L, en las diferentes mediciones son ligeramente elevadas lo cual puede estar dado a que la mayoría de los habitantes de la zona se dedican a la agricultura donde utilizan fertilizantes que por lixiviación o escorrentía se arrastran residuos hasta las aguas del embalse y de esta manera influyen en el aumento de este nutriente en el agua



**Figura 24. Resultados de alcalinidad total en los puntos de muestreo del Embalse**

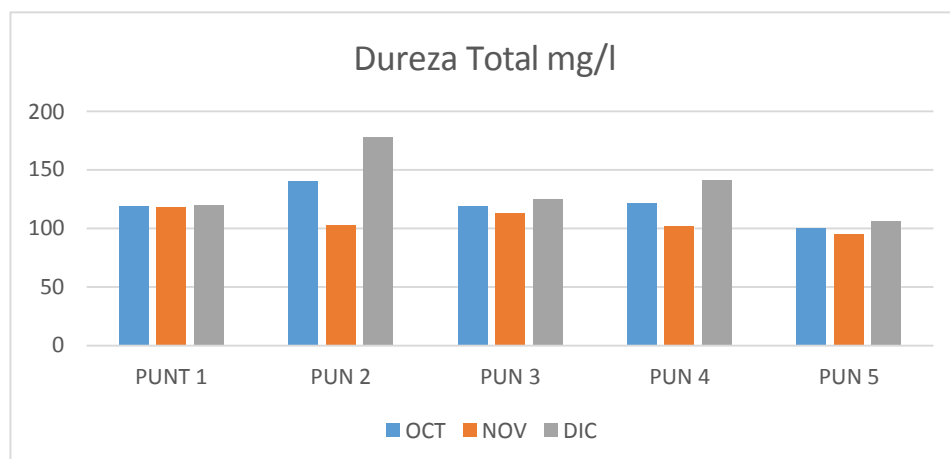


En los puntos 1,2 y 3 se observa la mayor cantidad de alcalinidad, con valores de 191,20 mg/l. Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1958 sugirieron que un pH inferior a 6,5 o superior a 9,2 afectaría notablemente a la potabilidad del agua (OMS, 2003)



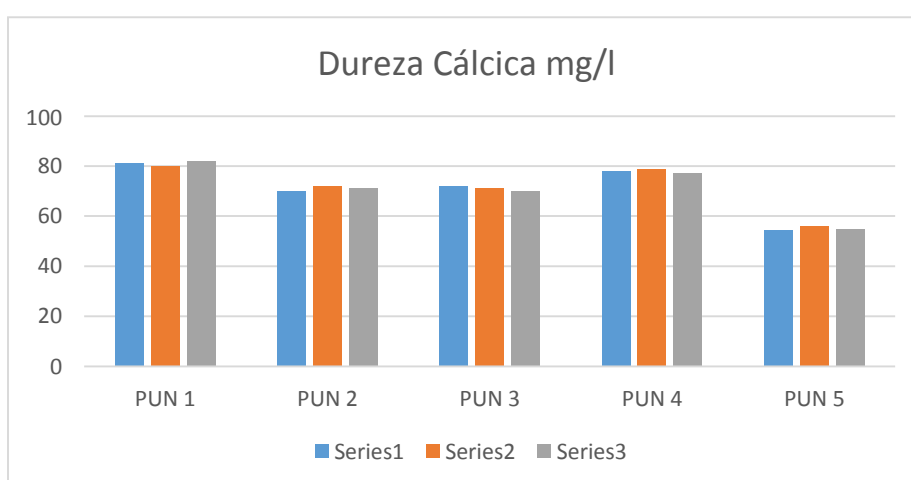
**Figura 25. Resultado de cloruros en los puntos de muestreo del Embalse**

Los puntos 2 y 5 alcanzan la mayor cantidad de cloruros. En la Guía para la Calidad del Agua Potable OMS (2006) no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el cloruro en el agua de consumo. No obstante, las concentraciones de cloruro que excedan de unos 250 mg/l pueden conferir al agua un sabor perceptible. La FAO, establece al Cloruro un valor de 141 mg/l como concentración en aguas de riego por superficie, lo que representa ningún grado de restricción de uso. Ninguna de las muestras supera los valores permisibles por el TULAS, cuyo valor es 250 mg/L.



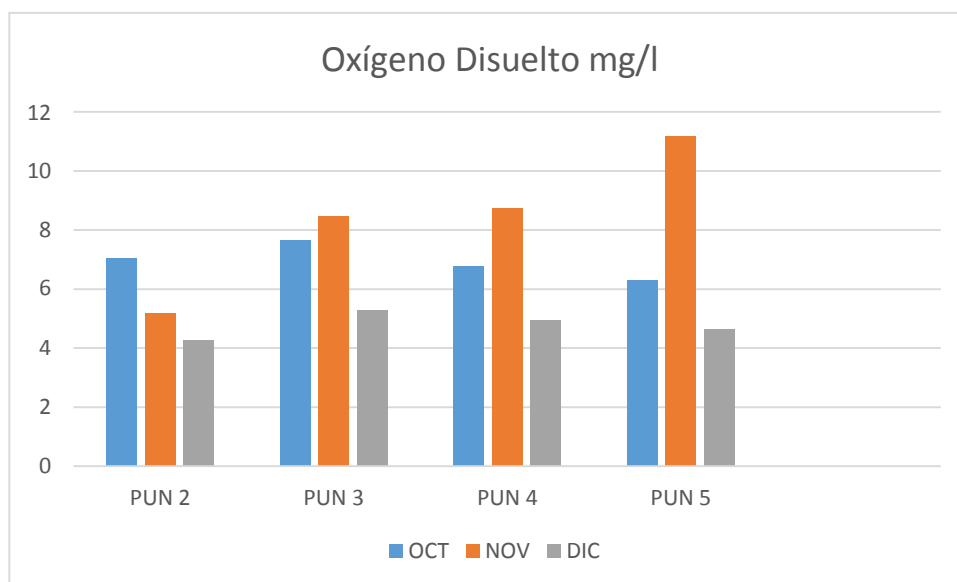
**Figura 26. Resultados de dureza total en los puntos de muestreo del Embalse**

El valor del umbral gustativo del ión calcio se encuentra entre 100 y 300 mg/l, dependiendo del anión asociado, mientras que el del magnesio es probablemente menor que el del calcio. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza del agua mayor que 500 mg/l. No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para la dureza del agua de consumo (Guía para la Calidad del Agua Potable OMS, 2006). El punto 2 posee la mayor cantidad de dureza total, con un valor de 140,5 mg/l, ninguno de los valores supera los límites permisibles por el TULAS, siendo éste de 500 mg/L.



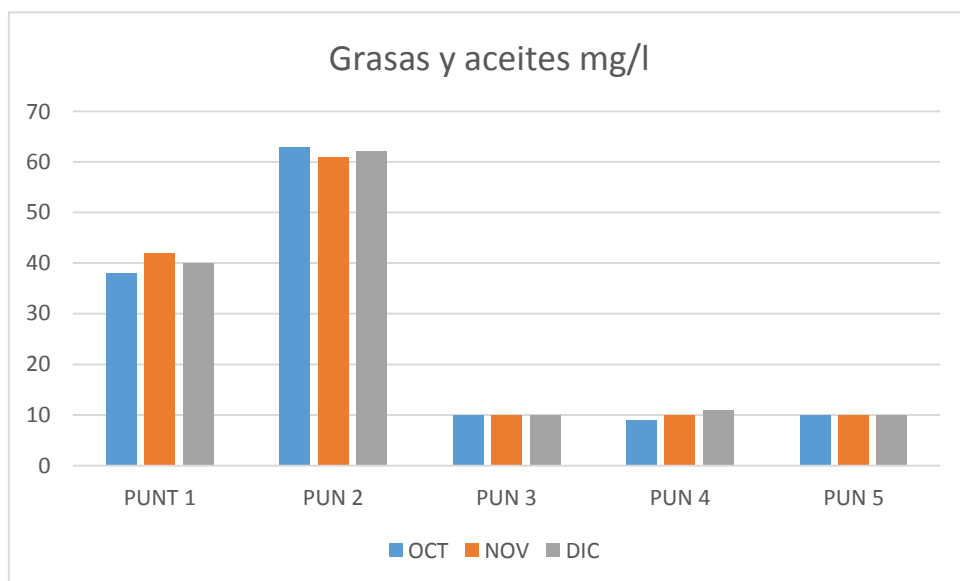
**Figura 27. Resultados de dureza cálcica en los puntos de muestreo del Embalse**

El punto 44 tiene la mayor cantidad de dureza cálcica teniendo un valor de 82 mg/L. Ninguno de los valores supera los límites permisibles por el TULAS, siendo éste de 500 mg/L.



**Figura 28. Resultados de oxígeno disuelto in situ en todos los puntos de muestreo del Embalse**

En la Guía para la Calidad del Agua Potable OMS, (2006) no se recomienda ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud. Este análisis fue realizado en el lugar de muestreo. El punto 1 y 2 se encuentran fuera de los límites permisibles por el TULAS, ya que este es de 6 mg/l., y los valores obtenidos no alcanzan el nivel de saturación necesario. El punto con mayor cantidad de oxígeno disuelto es el 5 con 7,35 mg/l.



**Figura 29. Resultados de grasas y aceites en todos los puntos de muestreo del Embalse**

Los aceites de petróleo pueden ocasionar la presencia de diversos hidrocarburos de peso molecular bajo, cuyos umbrales olfativos en el agua de consumo son bajos. Aunque no hay datos fidedignos, la experiencia indica que cuando el agua contiene una mezcla de varios aceites, sus umbrales olfativos pueden ser más bajos. El benceno, el tolueno, el etilbenceno y los xilenos se tratan individualmente en este apartado, ya que se han calculado valores de referencia basados en efectos sobre la salud para estas sustancias. Sin embargo, ciertos hidrocarburos, en especial los alquilbencenos, como el trimetilbenceno, pueden generar un olor muy desagradable, parecido al del gasoil, en concentraciones de unos pocos microgramos por litro. (Guía para la Calidad del Agua Potable OMS, 2006).

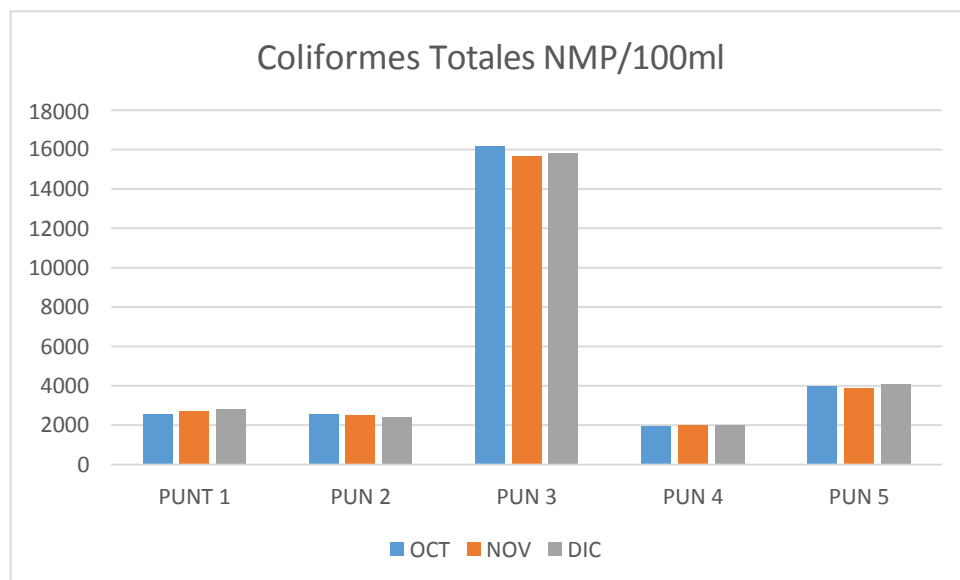
En todos los puntos se excede los límites permisibles por el TULAS que es de 0.3 mg/l para agua de consumo humano expresados como sustancias solubles en hexano.

#### 4.2.5. Análisis microbiológicos

**Cuadro 37. Factor de dilución utilizado en este análisis**

PUNTO	
Factor de dilución	Tubos de ensayo con presencia de coliformes
10 <sup>-2</sup>	4
10 <sup>-3</sup>	3
10 <sup>-4</sup>	1
Valor en la tabla	4-3-1= 33
Total	UFC/100ml NMP/100ml

*Fuente. Propia*



**Figura 30. Resultados de Coliformes totales en todos los puntos de muestreo del Embalse**

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. Las bacterias pertenecientes al grupo de los coliformes totales (excluida *E. coli*) están presentes tanto en aguas residuales como en aguas naturales. Los coliformes totales se miden generalmente en muestras de 100 ml de agua. Debe haber ausencia de coliformes totales inmediatamente después de la desinfección, y la presencia de estos microorganismos indica que el tratamiento es inadecuado. (Guía para la Calidad del Agua Potable OMS, 2006).

Lo puntos 1, 2 y 4 se encuentran dentro de los valores permisibles según el TULSMA, siendo éste de 3000 NMP/100ml. Mientras que el punto 3 y 5 superan estos valores siendo el 3 el más crítico ya que se obtuvo un valor de 15900 NMP/100ml.

En síntesis, la gran mayoría de los parámetros se encuentran dentro de los límites permisibles que nos indica la Tabla de límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional, encontrada dentro del TULAS; a excepción de tres de ellos.

## **DISCUSIÓN**

Barahona y Tapia (2010), realizaron un trabajo en el que el objetivo principal fue el análisis de la calidad y tratabilidad de los recursos hídricos (ríos, embalses, zonas protegidas y estuarios) de la Provincia de Manabí.

Una de las zonas de Estudio fue el Embalse “Sixto Durán Ballén”. Los resultados se compararon con las normas de calidad de agua vigentes, como:

Tratado Unificado de Legislación Ambiental TULAS, AWWA, Norma NTE INEN 1 108, CEPIS y gráficos modificados de OCDE.

Dentro del Embalse los puntos de muestreo fueron los siguientes

**Cuadro 38. Puntos de muestreo del Embalse “Sixto Durán Ballén”**

<b>Embalse</b>	<b>Sitio de Muestreo</b>	<b>Descripción</b>
EMBALSE “SIXTO DURÁN BALLÉN”	ESP-1	Salida del Traslase 1
	ESP-2	Altura del Río Bejuco
	ESP-3	Severino (estación de Bombeo)
	ESP-4	Torre de captación de drenaje del fondo

**Fuente.** Barahona y Tapia (2010)

Los resultados fueron los siguientes:

**Cuadro 39. Resultados de Análisis del agua del Embalse “SIXTO DURÁN BALLÉN”**

			Datos de Campo				Análisis Físico-Químico						Análisis Microbiol.
Sitio	Fecha	Prof.	pH	Conduc.	T	OD	DBO5	DQO	P Total	Nitrato (NO3)	Nitritos (NO2)	N total	Coliformes totales
				uS/cm	°C	ppm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	NMP/100 ml
ESP-1	Mar-02	0 m	6,90	77,30	29,00	6,00	8,00	10,00	0,16	0,50	-	8,10	2400,00
		2 m	6,80	82,80	28,20	2,60	7,00	10,00	0,16	0,40	-	6,10	2400,00
		10 m	6,90	93,20	28,00	0,40	8,50	11,00	0,16	0,50	-	5,80	2400,00
ESP-2	Mar-02	0 m	6,70	70,40	31,50	6,50	8,53	11,40	0,16	0,51	-	8,40	2400,00
		2 m	6,80	77,30	30,00	5,50	8,53	11,00	0,16	0,30	-	8,21	2400,00
		10 m	6,40	80,70	27,00	1,00	8,53	12,00	0,16	0,50	-	7,60	2400,00
ESP-3	Mar-02	0 m	6,50	76,60	31,00	4,00	9,40	15,80	0,16	0,60	-	10,70	2400,00
		2 m	6,70	73,80	28,70	0,00	8,40	13,80	0,16	0,50	-	10,80	2400,00
		10 m	7,50	95,20	28,00	4,00	9,60	11,40	0,16	0,60	-	9,50	2400,00
ESP-4	Mar-02	0 m	6,80	69,70	30,00	7,00	9,50	12,70	0,16	0,30	-	8,60	2400,00
		2 m	7,30	69,00	30,20	6,00	8,50	11,60	0,16	0,40	-	8,60	2400,00
		10 m	6,80	66,20	27,00	5,00	-	-	0,16	0,50	-	-	2400,00

Fuente. Barahona y Tapia (201)



Coincidiendo con la investigación, los autores expresan que los niveles de coliformes totales sobrepasan a los valores máximos permitidos en las normas mencionadas anteriormente. También se observaron valores altos en la DBO; Barahona y Tapia (2010), expresan que esto es debido a la descomposición de lechuguines, y para que esta agua sea utilizada por el hombre, es necesario crear un programa de tratamiento que cumpla con lo establecido en la norma NTE INEN 1 108. Los niveles altos de DBO, indican que el agua está contaminada y necesita un tratamiento para darle un uso. La putrefacción de la materia orgánica en el agua produce una disminución de la cantidad de oxígeno (la cual es evaluada mediante la Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO) que causa graves daños a la flora y fauna acuática. El aumento de la DBO, al igual que la DQO ocasiona disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática. Es importante tener en cuenta las variaciones relativas de oxígeno ya que si estas variaciones son grandes es síntoma de que ha habido un aumento anormal de vegetales, materia orgánica, gérmenes aerobios, reductores anaerobios; de acuerdo a los ábacos modificados de la OCDE (1980) y a Lee, Jones & Rast (1978), el embalse “Sixto Durán Ballén” se encuentra en estado trófico e hipertrófico, esto se muestra en los perfiles de oxígeno disuelto (Barahona & Tapia, 2010).

En nuestra investigación el pH excede los límites propuestos por la FAO y el TULAS, pese que no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua. Se debe prestar mucha atención al control del pH en todas las fases del tratamiento del agua para garantizar que su clarificación y desinfección sean satisfactorias (OMS, 2003). En concordancia con la clasificación, de agua para riego de acuerdo a su CE y Sales Totales; este tipo de agua corresponde a clase C1, el peligro de salinidad es bajo ya que tiene una CE  $<259 \mu\text{s/cm}$  y un contenido de sales  $< 0.15 \text{ mg/l}$ ; esta clasificación fue propuesta por (Palacios y Aceves, 1970; Del Valle, 1992; Aguilera y Martínez, 1996; Marín, 2002; Porta, 2010). Dicen que el agua de baja salinidad, puede usarse para la mayor parte de los

cultivos, en casi todos los suelos. Con las prácticas habituales de riego, la salinidad del suelo tiende a niveles muy bajos salvo en suelos muy poco permeables, con los cuales se requerirá intercalar riegos de lavado (Perez, J 2011). El agua con una turbidez menor que 5 UNT suele ser aceptable para los consumidores, aunque esto puede variar en función de las circunstancias locales; además, la turbidez también es un parámetro operativo importante en el control de los procesos de tratamiento, y puede indicar la existencia de problemas, sobre todo en la coagulación y sedimentación y en la filtración. Todos los valores obtenidos no superan los límites permisibles del TULAS, siendo este de 100 NTU.

En el punto 3 se observa una mayor cantidad de sólidos disueltos con un valor de 560 mg/l. La OMS (2003) dice que la palatabilidad del agua con una concentración de STD menor a 600 mg/l suele considerarse buena, La FAO establece una concentración de < 450 mg/l de Total de Sólidos en Solución para aguas destinadas al riego sin ninguna restricción, 450 a 2000 para restricción moderada y > 2000 para un grado de restricción severo del agua de riego, por lo que en el punto tres hay que tomar en consideración lo que establece la FAO. Ninguno de los valores obtenidos supera los límites permisibles según el TULAS, siendo este de 1000 mg/L.

En el punto 1 se observa la mayor cantidad de nitritos, con 0,14 mg/L. El nitrato y el nitrito son iones de origen natural que forman parte del ciclo del nitrógeno. La concentración de nitrato en aguas subterráneas y superficiales suele ser baja, pero puede llegar a ser alta por filtración o escorrentía de tierras agrícolas o debido a la contaminación por residuos humanos o animales como consecuencia de la oxidación del amoníaco y fuentes similares. Las condiciones anaerobias pueden favorecer la formación y persistencia del nitrito (OMS, 2003). El valor referencial para el nitrito es de 3 mg/l para la metahemoglobinemia en lactantes (exposición a corto plazo), mientras que el valor de referencia provisional (nitrito) es de 0,2 mg/l (provisional) (exposición prolongada) para los efectos crónicos del nitrito se considera provisional debido a la incertidumbre que existe sobre la relevancia de los efectos

adversos para la salud de las personas observados y la sensibilidad de los seres humanos en comparación con la de los animales. La presencia de nitritos en sistemas de distribución como consecuencia del uso de cloramina será intermitente, y las exposiciones medias a lo largo del tiempo no deben exceder el valor de referencia (Guía para la Calidad del Agua Potable OMS, 2006). La FAO, establece para el Nitrato un valor de  $<5.00$  mg/l, que representa ningún grado de restricción de uso para aguas destinadas al uso agrícola, y con respecto al TULAS ninguno de los valores supera los límites permisibles que es 1 mg/L, para agua de consumo humano.

El punto 1 se puede observar la mayor cantidad de fosfatos, con un valor de 2,1 mg/L, en las diferentes mediciones son ligeramente elevadas lo cual puede estar dado a que la mayoría de los habitantes de la zona se dedican a la agricultura donde utilizan fertilizantes que por lixiviación o escorrentía se arrastran residuos hasta las aguas del embalse y de esta manera influyen en el aumento de este nutriente en el agua. Los valores de dureza y cloruros están dentro de lo que permite la FAO, la OMS y el TULAS. La OMS, (2003) indica que, los contenidos de oxígeno disuelto del agua influyen la fuente de agua bruta, su temperatura, el tratamiento al que se somete y los procesos químicos o biológicos que tienen lugar en el sistema de distribución. El agotamiento del oxígeno disuelto en los sistemas de abastecimiento de agua puede estimular la reducción por microorganismos del nitrato a nitrito y del sulfato a sulfuro, y puede hacer que aumente la concentración de hierro ferroso en disolución, con el consiguiente cambio de color del agua al entrar en contacto con el aire al salir del grifo, en la Guía para la Calidad del Agua Potable OMS, (2006) no se recomienda ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud. El punto 1 y 2 se encuentran fuera de los límites permisibles por el TULAS, que es de 6 mg/l.

#### **4.2.6. Valoración de la Calidad del Agua Mediante el Indicé ICA**

Para poder valorar la calidad del agua nos basamos al resultado de laboratorio de acuerdo a eso interpolamos en las tablas establecida para cada uno de los parámetros.

**Cuadro 40. Resultados del ICA obtenidos en el punto 1**

<b>Tabla de Cálculo del ICA</b>						
<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>	<b>Q-Valor (Ci)</b>	<b>Factor de ponderación (Pi)</b>	<b>Subtotal (Ci*Pi)</b>	<b>Calificacion ICA</b>
Oxigeno Disuelto	mg/l	5.87	35.00	0.09	3.15	<b>Media</b>
Coliformes totales	NPM / 100 ml	2700.00	42.00	0.08	3.36	
pH		9.38	40.00	0.06	2.40	
DBO5	mg/l	9.00	28.00	0.10	2.80	
Fosfatos totales	mg/l	2.10	32.00	0.09	2.88	
Nitratos	mg/l	0.14	100.00	0.05	5.00	
Alcalinidad	mg/l	191.20	82.00	0.05	4.10	
Dureza total	mg/l	119.00	58.00	0.08	4.64	
Grasas y aceites	mg/l	40.00	30.00	0.08	2.40	
Conductividad Electrica	(us/cm)	202.30	72.00	0.05	3.60	
Cloruros	mg/l	14.05	65.00	0.05	3.25	
Color	pt/co	26.85	48.00	0.01	0.48	
Turbidez	FAU	13.50	68.00	0.08	5.44	
Solidos suspendidos	mg/l	36.50	70.00	0.06	4.20	
Sólidos disueltos	mg/l	393.50	100.00	0.07	7.00	
<b>Sumatoria Indice:</b>					<b>54.70</b>	

Fuente. Propia

**Cuadro 41. Resultados del ICA obtenidos en el punto 2**

<b>Tabla de Cálculo del ICA</b>						
<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>	<b>Q-Valor (Ci)</b>	<b>Factor de ponderación (Pi)</b>	<b>Subtotal (Ci*Pi)</b>	<b>Calificacion ICA</b>
Oxigeno Disuelto	mg/l	5.50	30.00	0.09	2.70	<b>Media</b>
Coliformes totales	NPM / 100 ml	2500.00	43.00	0.08	3.44	
pH		9.34	40.00	0.06	2.40	
DBO5	mg/l	11.00	24.00	0.10	2.40	
Fosfatos totales	mg/l	1.97	30.00	0.09	2.70	
Nitratos	mg/l	0.11	100.00	0.05	5.00	
Alcalinidad	mg/l	191.20	82.00	0.05	4.10	
Dureza total	mg/l	140.50	54.00	0.08	4.32	
Grasas y aceites	mg/l	62.00	48.00	0.08	3.84	
Conductividad Electrica	(us/cm)	202.00	72.00	0.05	3.60	
Cloruros	mg/l	15.82	63.00	0.05	3.15	
Color	pt/co	30.35	46.00	0.01	0.46	
Turbidez	FAU	17.00	65.00	0.08	5.20	
Solidos suspendidos	mg/l	29.00	77.00	0.06	4.62	
Sólidos disueltos	mg/l	361.00	100.00	0.07	7.00	
<b>Sumatoria Indice:</b>					<b>54.93</b>	

Fuente. Propia

Cuadro 42. Resultados del ICA obtenidos en el punto 3

<b>Tabla de Cálculo del ICA</b>						
<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>	<b>Q-Valor (Ci)</b>	<b>Factor de ponderación (Pi)</b>	<b>Subtotal (Ci*Pi)</b>	<b>Calificación ICA</b>
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.13	45.00	0.09	4.05	<b>Media</b>
Coliformes totales	NPM / 100 ml	1590.00	47.00	0.08	3.76	
pH		9.62	38.00	0.06	2.28	
DBO5	mg/l	10.50	24.50	0.10	2.45	
Fosfatos totales	mg/l	1.90	30.00	0.09	2.70	
Nitratos	mg/l	0.10	100.00	0.05	5.00	
Alcalinidad	mg/l	191.20	82.00	0.05	4.10	
Dureza total	mg/l	119.00	58.00	0.08	4.64	
Grasas y aceites	mg/l	10.00	43.00	0.08	3.44	
Conductividad Electrica	(us/cm)	202.33	72.00	0.05	3.60	
Cloruros	mg/l	14.05	65.00	0.05	3.25	
Color	pt/co	30.95	46.00	0.01	0.46	
Turbidez	FAU	66.00	16.50	0.08	1.32	
Sólidos suspendidos	mg/l	32.00	70.00	0.06	4.20	
Sólidos disueltos	mg/l	568.00	100.00	0.07	7.00	
<b>Sumatoria Indice:</b>					<b>52.25</b>	

Fuente. Propia

Cuadro 43. Resultados del ICA obtenidos en el punto 4

<b>Tabla de Cálculo del ICA</b>						
<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>	<b>Q-Valor (Ci)</b>	<b>Factor de ponderación (Pi)</b>	<b>Subtotal (Ci*Pi)</b>	<b>Calificación ICA</b>
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.87	40.00	0.09	3.60	<b>Media</b>
Coliformes totales	NPM / 100 ml	1990.00	44.00	0.08	3.52	
pH		9.56	40.00	0.06	2.40	
DBO5	mg/l	8.00	30.00	0.10	3.00	
Fosfatos totales	mg/l	1.89	30.00	0.09	2.70	
Nitratos	mg/l	0.10	100.00	0.05	5.00	
Alcalinidad	mg/l	159.46	84.00	0.05	4.20	
Dureza total	mg/l	121.50	57.00	0.08	4.56	
Grasas y aceites	mg/l	10.00	43.00	0.08	3.44	
Conductividad Electrica	(us/cm)	202.33	72.00	0.05	3.60	
Cloruros	mg/l	14.05	65.00	0.05	3.25	
Color	pt/co	29.90	47.00	0.01	0.47	
Turbidez	FAU	15.50	68.00	0.08	5.44	
Sólidos suspendidos	mg/l	33.50	72.00	0.06	4.32	
Sólidos disueltos	mg/l	286.50	100.00	0.07	7.00	
<b>Sumatoria Indice:</b>					<b>56.50</b>	

Fuente. Propia

Cuadro 44. Resultados del ICA obtenidos en el punto 5

<b>Tabla de Cálculo del ICA</b>						
<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>	<b>Q-Valor (Ci)</b>	<b>Factor de ponderación (Pi)</b>	<b>Subtotal (Ci*Pi)</b>	<b>Calificacion ICA</b>
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.37	45.00	0.09	4.05	<b>Media</b>
Coliformes totales	NPM / 100 ml	4000.00	38.00	0.08	3.04	
pH		9.56	40.00	0.06	2.40	
DBO5	mg/l	8.50	29.00	0.10	2.90	
Fosfatos totales	mg/l	1.90	30.00	0.09	2.70	
Nitratos	mg/l	0.12	100.00	0.05	5.00	
Alcalinidad	mg/l	223.20	76.00	0.05	3.80	
Dureza total	mg/l	100.50	64.00	0.08	5.12	
Grasas y aceites	mg/l	10.00	43.00	0.08	3.44	
Conductividad Electrica	(us/cm)	201.33	70.00	0.05	3.50	
Cloruros	mg/l	15.82	63.00	0.05	3.15	
Color	pt/co	27.15	48.00	0.01	0.48	
Turbidez	FAU	12.00	70.00	0.08	5.60	
Solidos suspendidos	mg/l	43.50	66.00	0.06	3.96	
Sólidos disueltos	mg/l	350.50	100.00	0.07	7.00	
<b>Sumatoria Indice:</b>					<b>56.14</b>	

Fuente. Propia

Según el ICA, haciendo la modelación matemática y de acuerdo al modelo del ICA en función de sus usos nos indica que, para abastecimiento público se requiere mayor necesidad de tratamiento mientras que para uso agrícola no requiere tratamiento alguno para todos los puntos de muestreos, tanto para abastecimiento público como para la agricultura; siendo el punto cinco el de menor grado de contaminación, con un ICA de 56,14; así mismo, nos muestra que en el punto tres, para criterio general de contaminado, con un ICA de 52,25 probablemente se deba al aumento de coliformes totales en este punto; según nos muestra la tabla del rango de clasificación del ICA para criterio general, es de; poco contaminadas (media), en todos los puntos.

### **4.3. Preparar un plan de buenas prácticas agrícolas que permitan sociabilizar los resultados y garantizar el desarrollo sustentable.**

A continuación, presentamos la propuesta de una guía, misma que cuenta con actividades para mejorar la calidad del proceso agrícola de las comunidades aledañas al embalse La Esperanza, dicha guía será propuesta a las autoridades competentes.

#### **4.3.1 Plan para el desarrollo sostenible en buenas prácticas agrícolas (BPA) en el Embalse La Esperanza, Cantón Bolívar. Manabí.**

##### **Objetivo:**

1. Difundir conceptos de buenas prácticas, relacionadas al uso, conservación y protección del agua, para prevenir que su calidad sea afectada por actividades antropogénicas.
2. Difundir los conceptos de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), con el propósito de orientar los sistemas de producción hacia una agricultura sostenible y ecológicamente segura.
3. Obtener productos de mayor calidad, contribuir con la seguridad alimentaria y mejorar la calidad de los procesos agrícolas de las comunidades aledañas al embalse La Esperanza, Cantón Bolívar. Manabí

#### **4.3.2. ¿Qué son las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)?**

Son todas las prácticas aplicadas en la producción agrícola para evitar o reducir daños ambientales, procurar la adecuada productividad de las actividades agrícolas y obtener productos inocuos para las personas que los consumen. Se aplican desde la finca hasta la planta de proceso, incluyendo las fases de preproducción, producción, cosecha, transporte, acopio,

Clasificación, lavado, empaque, almacenamiento y entrega en el centro de distribución al consumidor.

#### **4.3.3. ¿Quiénes se benefician con la aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas?**

- Los agricultores y sus familias que obtendrán alimentos sanos y de calidad para asegurar su nutrición y alimentación y generarán un valor agregado en sus productos para acceder de mejor forma a los mercados.
- Los consumidores, que gozarán de alimentos de mejor calidad e inocuos, producidos en forma sostenible.
- La población en general, que disfrutará de un mejor medio ambiente.

#### **4.3.4. ¿Qué promueven las Buenas Prácticas Agrícolas?**

##### ➤ **Seguridad de las personas**

Mejorar las condiciones de los trabajadores y consumidores

Mejorar el bienestar de la familia agrícola

Mejorar la seguridad alimentaria

##### ➤ **Inocuidad alimentaria.**

Alimentos sanos, no contaminados y de mayor calidad para mejorar la nutrición.

##### ➤ **Medio Ambiente**

No contaminar aguas y suelos

Manejo racional de agroquímicos

Cuidado de la biodiversidad



#### 4.3.5. ¿Por qué debería aplicar las BPA?

<b>CON BUENAS PRÁCTICAS AGROPECUARIAS (BPA)</b>	<b>SIN BUENAS PRÁCTICAS AGROPECUARIAS (BPA)</b>
Productos sanos y de calidad para mejorar la nutrición y alimentación de su familia	Productos en mal estado y/ o contaminados que afectan la salud de su familia
Trabajadores saludables	Trabajadores enfermos
Niños que van a la escuela	Los niños no priorizan ir a la escuela y gastan energías en el trabajo agrícola.
Sostenibilidad y acceso a nuevos mercados de alta calidad (producto diferenciado)	Pérdida de mercados y productos rechazados. Baja calidad del producto.
Bienestar animal. Predio limpio. Baños y depósitos.	Animales fatigados. Predio contaminado. Letrinas e infraestructura en mal estado.
Control de la producción	Confusión y desconocimiento.
Más ingresos. Mejores precios por calidad. Menores costos (agroquímicos). Mayores rendimientos (productividad)	Menores ingresos. Menores precios. Mayores costos (agroquímicos). Menores rendimientos.

#### ***Buenas Prácticas Agrícolas***

Los principales temas concernientes a la aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA) se consideran:

- Uso, manejo y conservación del suelo
- Uso y protección del agua
- Fertilizantes orgánicos
- Control de animales silvestres y domésticos

- Manejo integrado y control de plagas
- Uso y manejo adecuado de agroquímicos sintéticos y bioinsumos

#### **4.3.6. *Uso, manejo y conservación del suelo***

El suelo es un recurso fundamental en la producción agropecuaria. Está expuesto a diversos elementos naturales y antrópicos que pueden causar su degradación o ser vectores de contaminación de la producción (Solórzano, 2008).

El Ecuador al igual que la mayoría de los países en desarrollo no ha escapado al problema de la degradación de los suelos, estimándose que este constituye el mayor problema ambiental que el país soporta, pues se ha calculado que alrededor el 48 % de la superficie nacional tiene serios problemas de erosión.

Después de alrededor de cinco décadas de la aplicación de los principios de la revolución verde en la agricultura ecuatoriana buena parte de los suelos del país se han visto seriamente deteriorados por el uso de tecnologías inadecuadas a nuestra realidad, ecológica, económica y socio cultural. Propiciando bajas sensibles en la productividad de la mayoría de cultivos, severos desbalances en los agroecosistemas y contaminación ambiental, con impactos negativos en la salud de los agricultores y consumidores finales.

El uso indebido de la mecanización agrícola, y de los agroquímicos, entre ellos plaguicidas y los fertilizantes sintéticos, ocasionan impactos negativos en el suelo, donde el mayor problema es la erosión. Con el consiguiente desgaste físico, pérdida de la base nutrimental y húmica, como de la actividad microbiana, comprometiendo su fertilidad y productividad, en detrimento de la seguridad y soberanía agroalimentaria (Universidad Central del Ecuador, 2008).

#### **4.3.7. Buenas Prácticas para reducir los riesgos de degradación del suelo**

Las Buenas Prácticas fundamentales para reducir los riesgos de degradación del suelo son:

- ✓ Instalar basureros en zonas estratégicas del predio y arrojar la basura en éstos una vez terminado el día de trabajo.
- ✓ Practicar la rotación y asociación de cultivos.
- ✓ Realizar obras de conservación de suelos y prácticas agro conservacionistas que permitan potencializar su capacidad de uso, tales como siembra a contorno, barreras vivas, uso de coberturas, mínima labranza y siembra directa
- ✓ . Conocer y documentar el uso previo del suelo para identificar riesgos potenciales.
- ✓ Aquellos terrenos que cuenten con antecedentes de contaminación, podrán ser utilizados hasta que el grado de contaminación desaparezca y se demuestre mediante análisis.
- ✓ Realizar análisis periódicos al agua destinada al riego de los cultivos, con el objetivo de evitar la acumulación de sales en el suelo (salinidad).
- ✓ Conocer el uso de las áreas aledañas al sitio de producción, para identificar riesgos de contaminación de los productos.
- ✓ Realizar análisis de suelo y establecer un programa de fertilización de acuerdo al requerimiento de nutrientes en el suelo y la demanda de la producción deseada.
- ✓ En caso de que los terrenos de producción hayan sido afectados por eventualidades naturales como inundaciones y deslaves, se requiere realizar análisis del suelo para determinar la existencia de contaminantes.
- ✓ Los desechos orgánicos generados en el sitio de cultivo, deben ser tratados adecuadamente antes de ser incorporados en el suelo o retirados del campo y ser llevados a sitios acondicionados para hacer

compost. Los desechos inorgánicos serán recolectados y enviados a los vertederos cercanos al campo de cultivo.

- ✓ Los sistemas de drenaje se mantendrán limpios evitando estancamiento de agua y cumulo de desechos orgánicos.
- ✓ En caso de sembrar en los márgenes de cuerpos de agua no eliminar su vegetación ribereña natural, para así evitar la erosión del suelo.
- ✓ usar aguas residuales para regar cultivos.

#### **4.3.8. *Uso y protección del agua***

Siendo el agua uno de los principales recursos para la producción agropecuaria, la salud humana y la biodiversidad, su protección y conservación constituye un verdadero reto para todos. Es un recurso natural agotable si no se maneja adecuadamente. Para evitar el agotamiento del recurso hídrico, se requiere poner en práctica medidas agronómicas que permitan que la mayor cantidad de agua de lluvia logre infiltrarse en el perfil del suelo y aumentar su disponibilidad en las cuencas hidrográficas (Solórzano, 2008).

Cada vez que el agua entra en contacto directo con los agroquímicos, existe la posibilidad de que estos se contaminen. El riesgo de contaminación de los productos es mayor cuando el contacto con el agua contaminada tiene lugar en un momento cercano a la cosecha o durante el manejo después de la cosecha.

Galarraga (2001), menciona que en el Ecuador los estudios sobre calidad de agua son escasos, lo que provoca un desconocimiento de la situación actual de los recursos hídricos. Además, los pocos estudios que se han realizado coinciden en que existe una fuerte contaminación del agua.

Las aguas residuales agrícolas en gran parte del territorio nacional, se caracterizan por sus elevados contenidos de fosfatos y nitratos procedentes de fertilizantes, así como de una amplia gama de plaguicidas, pesticidas y

agentes biocidas en general. La deforestación y las inadecuadas prácticas de uso del terreno han acelerado la erosión de la tierra, incrementando las cargas de sedimentos en los cuerpos de agua. Las altas cargas de sedimentos han disminuido considerablemente la capacidad de almacenamiento de muchas represas, como es el caso del embalse La Esperanza (Guzmán, 2011).

#### **4.3.9. Buenas Prácticas para el uso y conservación del agua**

Las Buenas Prácticas fundamentales para reducir los riesgos de contaminación del agua y favorecer su disponibilidad permanente son:

- Evitar la entrada de animales a las fuentes de agua del predio.
- No realizar aplicaciones y preparaciones de agroquímicos cerca de las fuentes de agua.
- Utilizar técnicas de riego que minimicen las pérdidas de agua y de erosión.
- limpiar los canales por donde circula el agua.
- Utilizar un sistema de riego adecuado complementado con tecnología para hacer el uso más eficiente del agua (no regar de más).
- En caso de sembrar en los márgenes de cuerpos de agua, que sea a una distancia lejana al cauce.
- Realizar prácticas que favorezcan la cohesión de los agregados del suelo, tales como labranza mínima y aplicación de materia orgánica, para aumentar infiltración del agua y evitar la erosión.
- Ubicar los abrevaderos para animales en lugares seguros, donde no haya riesgo para los animales o posibilidad de contaminación de las fuentes de agua.
- Evitar el amontonamiento de estiércol u otras fuentes de materia orgánica cerca de los campos cultivados para evitar que por lixiviación se vayan a contaminar las fuentes de agua o los campos cultivados.

- Lavar con mínima cantidad de agua los equipos utilizados para aplicaciones de plaguicidas y bioinsumos y descartar las aguas de lavado en un sitio seguro.
- Utilizar barreras vegetales o de otra clase como zonas de protección para ayudar a limitar el contacto entre los productos químicos y las fuentes de agua.
- Realizar análisis de la calidad del agua periódicamente y documentar los resultados.

#### **4.3.10. Fertilizantes orgánicos**

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos (Mosquera, 2010).

Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico.

Las fuentes más comúnmente utilizadas en la elaboración de abonos orgánicos, aunque no las únicas, son los desechos orgánicos generados en el procesamiento de café y caña de azúcar, residuos vegetales y estiércoles originados en sistemas de producción pecuaria estabulada o semiestabulada (Solórzano, 2008).

Sin embargo, la utilización de los desechos orgánicos representa una serie de riesgos de contaminación de la producción y aumento de especies animales perjudiciales para las actividades agropecuarias. Por lo tanto, en su

transformación para obtener abono, se requiere que el tratamiento sea realizado de manera que se disminuyan o eliminen los riesgos, especialmente en el caso que se utiliza estiércol animal, el cual es portador de microorganismos patógenos que pueden causar en los seres humanos enfermedades gastrointestinales y de otra índole.

#### **4.3.11. Buenas Prácticas para la utilización de abonos orgánicos**

Las buenas prácticas fundamentales para la elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos para evitar el daño ambiental y la contaminación de los productos agropecuarios son:

- ✓ Para la aplicación de fertilizantes orgánicos se deben considerar aspectos como las condiciones climáticas previas y posteriores a la aplicación del mismo, para evitar pérdidas y la posibilidad de contaminar las aguas y suelos
- ✓ . Se debe aplicar la dosis de fertilizante necesaria para evitar el desarrollo de enfermedades infecciosas y fisiológicas.
- ✓ Se recomienda la construcción de un lugar especial en el predio para guardar fertilizantes.
- ✓ Es recomendable usar abono orgánico seco de origen animal o vegetal, sometido a algún tratamiento en forma natural en el lugar de acopio (compostaje), para reducir el riesgo de contaminación microbiológica en las aplicaciones superficiales.
- ✓ No se recomienda la aplicación directa de estiércol sin pasar por un tratamiento previo en cultivos alimenticios.
- ✓ Se recomienda registrar la aplicación de Abonos Orgánicos.
- ✓ El abono debe prepararse en áreas retiradas de los campos de producción agropecuaria.
- ✓ El abono debe prepararse en lugares lejanos a fuentes de agua y de terrenos inundables.
- ✓ Los desechos deben mantenerse cubiertos o bajo techo para evitar que la lluvia traslade contaminantes hasta los mantos acuíferos o los

terrenos utilizados en la producción, preferentemente mencionadas áreas deben contar con piso de cemento y sistemas adecuados de drenaje para la recolección de los lixiviados generados.

- ✓ El abono orgánico debe someterse a análisis microbiológicos, para determinar la presencia de microorganismos contaminantes, por lo que si el resultado es positivo no debe ser utilizado a menos que sea expuesto a tratamientos de desinfección apropiados.
- ✓ Evitar que el personal manipule los desechos orgánicos sin antes haber realizados las labores apropiadas de higiene personal.
- ✓ La aplicación del abono orgánico debidamente tratado se debe hacer antes de la siembra o en los primeros momentos del crecimiento de la planta. No se debe aplicar cerca del momento de la cosecha, especialmente cuando se trata de productos de consumo fresco. Tampoco se debe aplicar en campos adyacentes al área de cosecha en el período que esta se realiza.

#### **4.3.12. Control de animales domésticos y silvestres**

Todos los animales domésticos y silvestres, incluidos los mamíferos, las aves, los reptiles y los insectos, están considerados como vehículos para la contaminación. Sus patas, piel, pelo o plumas, su sistema respiratorio y gastrointestinal contienen un gran número de microorganismos perjudiciales para la salud de los consumidores de los productos agropecuarios.

Al estar en contacto con el suelo, el agua, los desechos orgánicos y los productos agropecuarios, pueden transmitir organismos patógenos. El riesgo de contaminación se incrementa enormemente cuando existe un gran número de animales cerca del campo de producción (Solórzano, 2008).



#### **4.3.13. Buenas Prácticas para evitar la contaminación ambiental y el contacto de los animales silvestres y domésticos con los productos agropecuarios**

Las buenas prácticas básicas para evitar la contaminación ambiental y de los productos agropecuarios debido al contacto con animales silvestres y domésticos son:

- ✓ Promover el bienestar del animal de producción: espacio adecuado, animales sanos, alimentación adecuada, agua fresca.
- ✓ Los animales domésticos (perros, gatos) deben estar lejos del área de cultivo y de los lugares donde se guardan agroquímicos y fertilizantes.
- ✓ Colocar cercas u otro tipo de barrera física para evitar y controlar la entrada o presencia de animales domésticos y silvestres al terreno, sobre todo durante la fase de cultivo en caso de productos de consumo fresco.
- ✓ Evitar el acceso de animales domésticos y silvestres al lugar y a las fuentes de agua utilizadas en la producción primaria a fin de prevenir la posible contaminación fecal de los suelos y las aguas.
- ✓ Inspeccionar periódicamente todas las instalaciones para ver si hay señales de presencia de plagas y roedores o contaminación por los mismos. También, retirar rápidamente los insectos, roedores y aves, muertos o atrapados.

#### **4.3.14. Manejo integrado y control de plagas**

La producción agropecuaria es afectada por una gran cantidad de plagas, tanto en las fases de crecimiento, como durante la cosecha y el almacenamiento. La acción de hongos, bacterias, virus, insectos, roedores, aves, murciélagos, y otros organismos, requiere ser controlada para evitar

pérdidas económicas y riesgos de contaminación para los consumidores (Solórzano, 2008).

El movimiento MIP surgió a principios de los años 70 como respuesta a las preocupaciones acerca de los impactos de los plaguicidas en el medio ambiente. Al proporcionar una alternativa a la estrategia de intervención unilateral con productos químicos, el MIP cambió la filosofía de la protección de los cultivos a una que desencadenó un entendimiento más profundo de la ecología de los insectos y cultivos, basada en el uso de diversas tácticas complementarias.

En el MIP, los agricultores evalúan si habrá plagas suficientes para justificar el control, si la plaga puede durar un tiempo considerable o si las poblaciones de ésta serán tan altas como para bajar el rendimiento, y si habrá intervenciones de los controles naturales. Las acciones adoptadas pueden ser métodos culturales, controles biológicos, el uso de productos químicos tóxicos o una combinación de ambos.

Los métodos culturales incluyen la manipulación de la densidad y la diversidad de la vegetación, el laboreo, la sanitización, la variación de los períodos de siembra y cosecha y de las variedades sembradas, la alteración de los niveles de riego y fertilización. El control biológico depende del uso de depredadores, parásitos, agentes patógenos y nemátodos y puede suponer la exploración en el extranjero, para encontrar enemigos naturales, la liberación masiva de insectos benéficos y la conservación de estos enemigos naturales mediante manejo del hábitat (Altieri, 1999).

#### **4.3.15. Buenas Prácticas para el control de plagas**

Las buenas prácticas fundamentales para realizar efectivamente el control de plagas en la producción agropecuaria, sin causar daño ambiental son:

- ✓ Conocer el ciclo de vida de las plagas existentes en el sitio de producción y programar los controles en las etapas de mayor vulnerabilidad.
- ✓ Inspeccionar periódicamente las áreas de producción, a fin de identificar los brotes de plagas y aplicar las medidas de control requeridas.
- ✓ Tener conocimiento de los mecanismos y modos de acción de los plaguicidas para evitar incompatibilidades y resistencias de las plagas a las moléculas utilizadas.
- ✓ Realizar labores de higiene y saneamiento de las áreas de producción agropecuaria para evitar que se generen condiciones favorables para el establecimiento de plagas.
- ✓ Aplicaciones de acciones supresivas como control biológico, insecticidas botánicos, prácticas culturales, uso de trampas de feromonas, etc.
- ✓ Los residuos de cosecha y desechos orgánicos, deben ser tratados mediante tecnologías que permitan eliminar o reducir el riesgo de proliferación de plagas en los sitios de producción o las instalaciones para el acopio y procesamiento de los productos.
- ✓ Aplicar acciones preventivas tales como romper el monocultivo, uso de variedades resistentes, manipulación de fechas y densidades de siembra, rotación de cultivos, uso de cultivos trampa, monitoreo de poblaciones, diversificación de cultivos, etc.

#### **4.3.16. *Uso y manejo adecuado de agroquímicos sintéticos y bioinsumos***

Los agroquímicos sintéticos y bioinsumos son muy importantes para la producción agropecuaria en Ecuador. Son utilizados directamente en el manejo del suelo y los cultivos, con fines de nutrición, protección, y desarrollo de estos, así como para mantenimiento y limpieza de infraestructuras, herramientas y equipos (Solórzano, 2008).

Es una sustancia que tiene como objetivo controlar, prevenir o destruir cualquier plaga, incluyendo aquellos transmisores de enfermedades humanas (Torres & Capote, 2004).

Debido a los peligros potenciales, su uso y manejo debe ser muy cuidadoso y basado en los usos permitidos y sobre todo en el uso racional de los mismos, entendido como uso racional, el ajuste de la frecuencia y cantidad de aplicación, a las necesidades que se requieran según el estado y magnitud de la plaga a combatir.

#### ***4.3.16. Buenas prácticas para el uso de agroquímicos sintéticos y bioinsumos***

Las buenas prácticas fundamentales en cuanto al uso y manejo de los agroquímicos sintéticos y bioinsumos para evitar la contaminación ambiental, los efectos residuales en los productos agropecuarios y el daño a la salud de los trabajadores y consumidores son:

- ✓ No compre plaguicidas prohibidos, los que utilice deben estar permitidos, es decir, registrados en su país.
- ✓ No permita que manipulen plaguicidas mujeres embarazadas o en periodo de lactancia, adolescentes y niños.
- ✓ Conocer el tipo de malezas, plagas y enfermedades que afectan a su cultivo.
- ✓ Consultar a un técnico para saber qué agroquímicos se recomienda usar de acuerdo a su cultivo y al tipo de malezas y enfermedades que lo afectan.
- ✓ No se deben usar agroquímicos vencidos o en mal estado (Verificar fecha de vencimiento).
- ✓ Antes de la aplicación se debe verificar el buen funcionamiento de los equipos; que las boquillas o picos pulverizadores tengan una distribución uniforme del producto, que no se escurra líquido por la

máquina para prevenir riesgos de contaminación a las personas y el ambiente.

- ✓ Una vez terminada la aplicación, el trabajador debe ducharse y lavar los trajes elementos de protección.
- ✓ Aplicar la dosis de agroquímicos necesaria según la recomendación del técnico.
- ✓ Instale una bodega para el almacenamiento de plaguicidas. La bodega debe cerrada con llave, aislada de fuentes de agua y viviendas, y tener medidas para evitar la contaminación en caso de derrames.
- ✓ No permita que se boten envases de plaguicidas en el campo o que se los aproveche para almacenar agua u otros usos.
- ✓ Asegúrese que las personas que manipulan y aplican plaguicidas usan equipo de protección personal que los protege de inhalación y contacto directo con la piel.
- ✓ Lea detenidamente la etiqueta de cada plaguicida, fíjese en los cuidados necesarios para evitar contaminación ambiental y las medidas a aplicar en caso de intoxicación.
- ✓ Almacene los envases descontaminados en la bodega de plaguicidas, dentro de un recipiente de desechos peligrosos. Entréguelos a los distribuidores de agroquímicos o Gestores de Desechos Peligrosos.
- ✓ Evitar la sobredosis y hacer la aplicación de manera adecuada y sin repasar áreas ya aplicadas.
- ✓ Seleccionar el uso de plaguicidas menos dañinos para el ambiente y poblaciones de organismos benéficos y enemigos naturales.
- ✓ Rotar los grupos de plaguicidas para retardar el desarrollo de poblaciones resistentes.
- ✓ Colocar en los terrenos donde se ha aplicado plaguicidas, un letrero de advertencia con la leyenda "PELIGRO" y retirar hasta que se cumpla el período para reingreso.
- ✓ Las instalaciones deben ser cerradas con llave, bien ventiladas, con iluminación suficiente para que las personas autorizadas puedan identificar los productos con facilidad, con piso de cemento para facilitar la limpieza en caso de derrames.

#### 4.4. Verificación de las Hipótesis

HE1

Ho: ICA $\geq$ 70

H1: ICA $<$ 70

**Cuadro 45. Estadísticos para una muestra**

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
ICA	5	54,9040	1,67040	,74702

Fuente. Propia

**Cuadro 46. Prueba para una muestra**

	Valor de prueba = 50					
	t	Gl	Valor p	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
ICA	6,565	4	0,003	4,90400	2,8299	6,9781

Fuente. Propia

El promedio obtenido para el ICA es de 54.09. Como el valor p es menor que 0,05 (0,003) se rechaza Ho. Se deduce que hay un nivel de contaminación por actividad antropogénica, existe mayor necesidad de tratamiento a esta agua antes de ser consumida por el hombre.

HE2

Según Toledo

Ho: IET $\leq$ 54

H1: IET $>$ 54

**Cuadro 47. Estadísticos para una muestra**

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
oct	5	80,8000	,44721	,20000
nov	5	83,0000	,70711	,31623
dic	5	82,2000	1,09545	,48990

Fuente. Propia

En todos los casos el promedio es mayor que 54 (> 55)

**Cuadro 48. Prueba para una muestra**

	Valor de prueba = 54					
	t	gl	Valor p	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
oct	134,000	4	,000	26,80000	26,2447	27,3553
nov	91,706	4	,000	29,00000	28,1220	29,8780
dic	57,563	4	,000	28,20000	26,8398	29,5602

Fuente. Propia

En los tres meses, se rechaza  $H_0$ . Hay un severo nivel de eutrofización según lo que nos indica este autor presentándose un estado Eutrófico, probablemente producido por las actividades antropogénica como la deforestación que aumenta la erosión y disminuye el reciclaje de nutrientes en la cuenca, aumentando su ingreso al cuerpo de agua, fertilizantes aplicados en exceso, y la producción agropecuaria.

Según ITE OCDE Para el fósforo

$H_0: IET \leq 35$

$H_1: IET > 35$

**Cuadro 49. Estadísticos para una muestra**

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
fosforo	5	632,7400	29,15833	13,04000

Fuente. Propia

**Cuadro 50. Prueba para una muestra**

	Valor de prueba = 35					
	t	gl	Valor p	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
fosforo	45,839	4	0,000	597,74000	561,5352	633,9448

Fuente. Propia

Con el valor p (0,000) se rechaza  $H_0$

Según ITE OCDE Para Clorofila

$H_0: IET \leq 24$

$H_1: IET > 24$

**Cuadro 51. Estadísticos para una muestra**

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
clorofila	5	41,4000	2,70185	1,20830

Fuente. Propia



**Cuadro 52. Prueba para una muestra**

	Valor de prueba = 24					
	t	gl	Valor p	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
clorofila	14,400	4	0,000	17,40000	14,0452	20,7548

Fuente. Propia

Con el valor p (0,000) se rechaza  $H_0$

Según ITE OCDE Para Clorofila

$H_0: IET \leq 4$

$H_1: IET > 4$

**Cuadro 53. Estadísticos para una muestra**

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Transparencia	5	,4500	,05701	,02550

Fuente. Propi

**Cuadro 54. Prueba para una muestra**

	Valor de prueba = 3					
	t	gl	Valor p	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Transparencia	-100,019	4	0,000	-2,55000	-2,6208	-2,4792

Fuente. Propia

Se rechaza  $H_0$ .

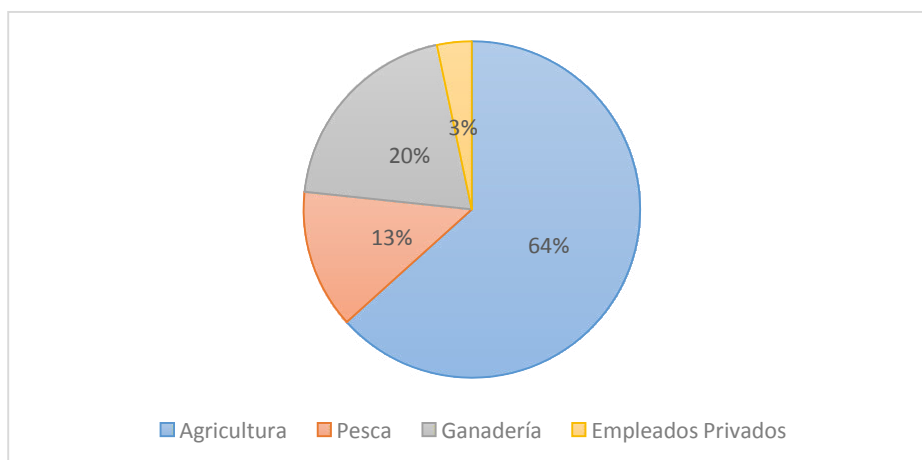
## CAPITULO V. IMPACTOS

### 5.1. Tabulación de Encuestas

La aplicación de las encuestas se las realizo a los pobladores de la zona en estudio, con la finalidad de identificar las actividades antropogénica que ahí se realizan.

#### *Aspectos generales*

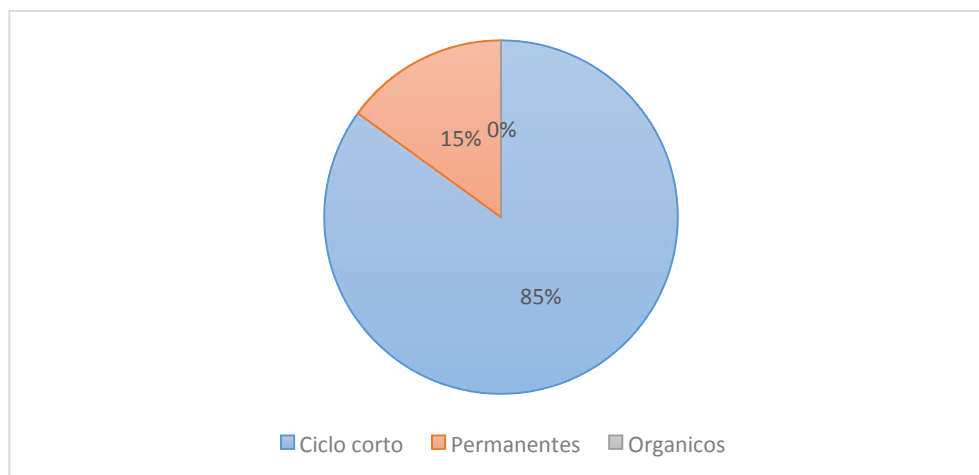
#### 1. ¿Cuál es su principal actividad económica?



**Figura 31. Principales actividades económicas**

Del total de las personas encuestadas, en las zonas aledañas al embalse el 64 % se dedican a la Agricultura siendo esta la actividad más representativa, el 20% se dedica a la ganadería, el 13 % se dedica a la pesca y solo el 3 % corresponde a empleados privados siendo esta la actividad menos realizada.

## 2. ¿Qué tipos de cultivos se realizan en la zona?

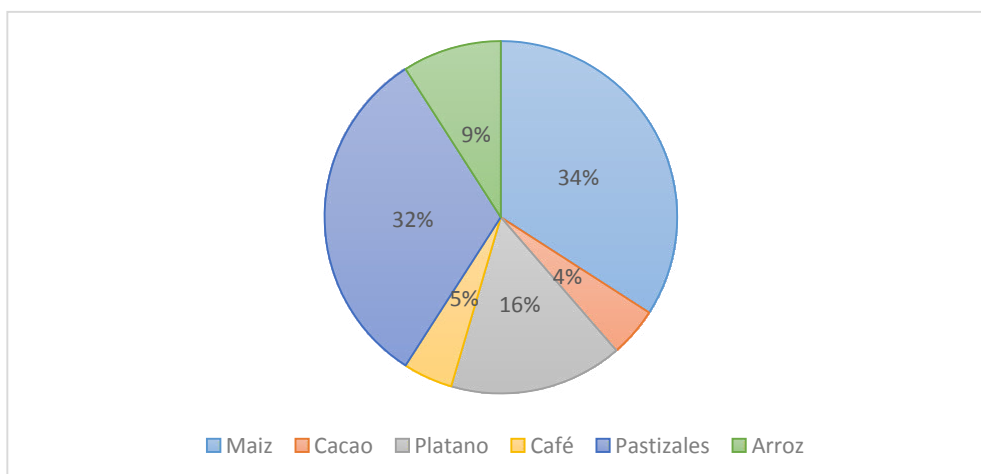


**Figura 32. Tipos de cultivos realizados en la zona**

### **Leyenda:**

El 85% de la población se dedica a los cultivos a ciclo corto, el 15% se dedica a los cultivos permanentes mientras que ninguna se dedica a los cultivos orgánicos, representada en un 0%.

### 3. ¿Cuáles son los cultivos que más se realizan?

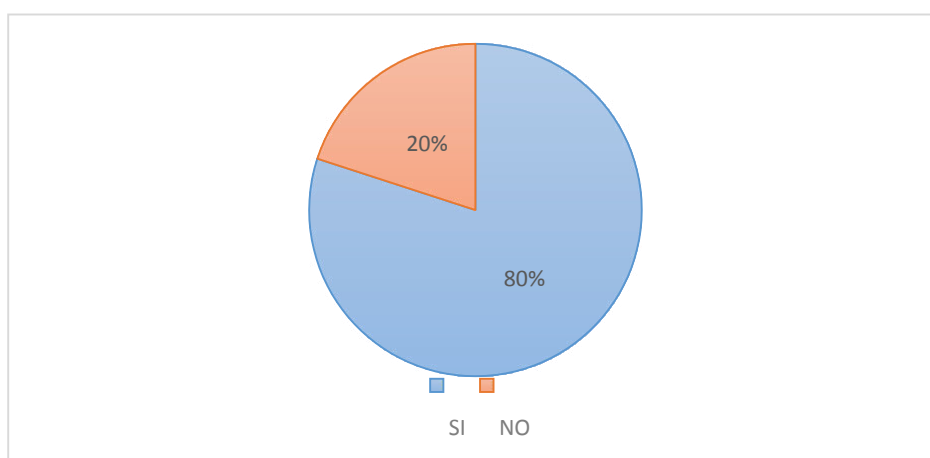


**Figura 33. Cultivos que más se realizan**

#### Leyenda:

El cultivo que más se realiza en estas zonas son; el maíz con el 34%, seguido por el de pastizales en un 32 %, el 16% se dedican a cultivar plátano, el 9% se dedica al cultivo de arroz, el 4% cultiva cacao y el 5% se dedican al cultivo café

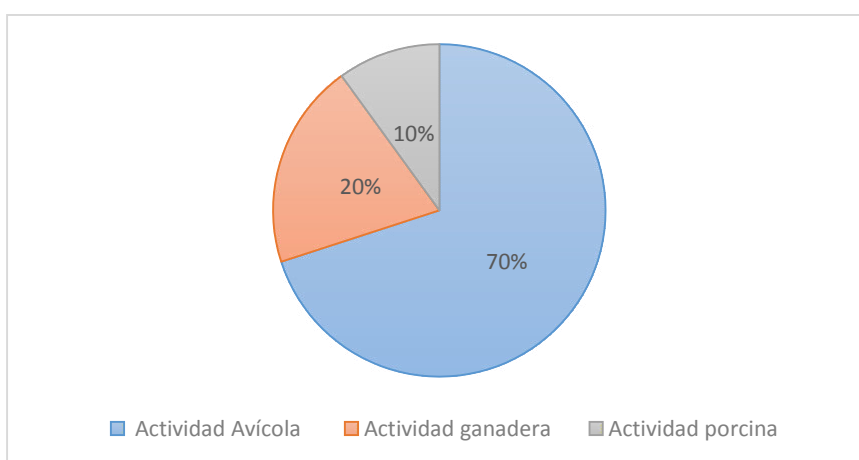
#### ¿Tiene usted cultivos cercanos al embalse?



**Figura 34. Cultivos cercanos al embalse**

**Leyenda:**

Un 80 % de las personas, respondió que si tiene cultivos cercanos al embalse mientras que un 20% expresó que no tiene alguna clase de cultivo.

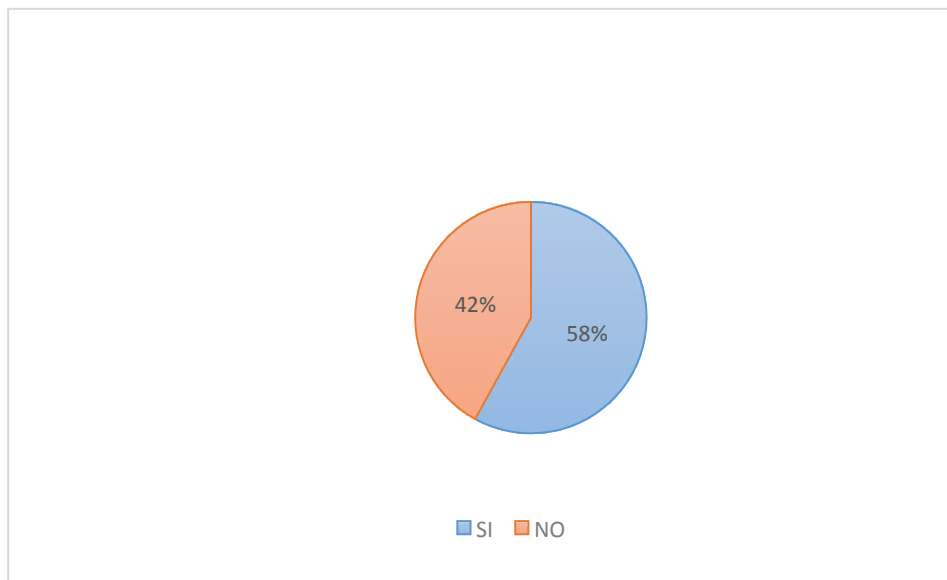
**5. ¿Cuáles son las actividades pecuarias que más se realizan?**

**Figura 35. Actividades pecuarias que más se realizan**

**Leyenda:**

La actividad pecuaria que más se lleva a cabo es la avícola con un 70% seguida por la actividad ganadera en un 20% culminando con la porcina en un menor porcentaje representada por el 10%

**4. ¿Realiza usted la cría de animales en áreas cercanas al afluente que alimenta al embalse?**

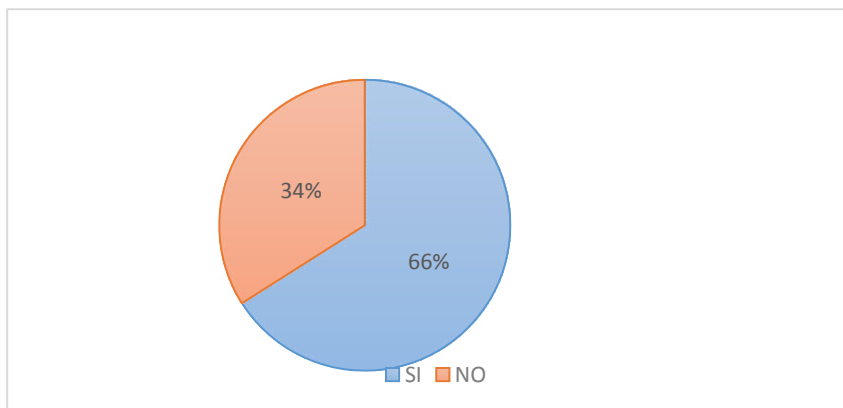


**Figura 36. Criaderos de animales cercanos al embalse**

**Leyenda:**

Del total de personas encuestadas, el 58 % crían animales en las áreas cercanas a los afluentes que alimentan al embalse y el 42 % señala no realizan esta actividad; siendo un porcentaje mayor de personas las que se dedican a la cría de animales en áreas cercanas a los afluentes que alimentan este embalse.

**5. ¿El agua residual, que utiliza en la cría de estos animales, desemboca al afluente que alimenta al embalse?**

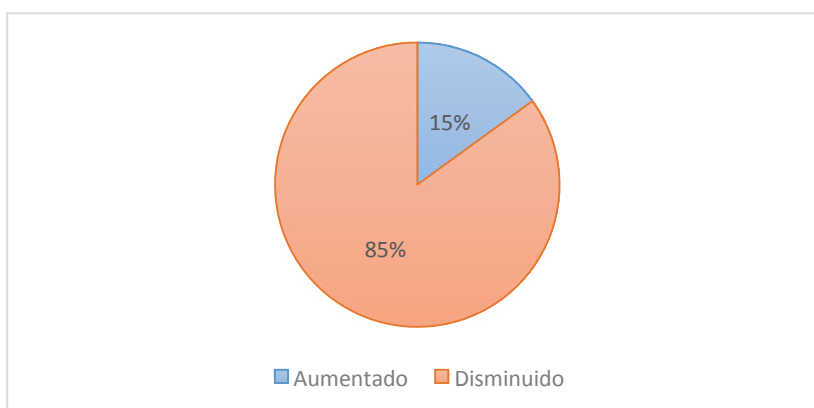


**Figura 37. Aguas residuales que desembocan ala embalse**

**Leyenda:**

Del total de personas que contestaron que si crían animales en áreas cercanas a los afluentes, el 66 % respondió que si desemboca a los afluentes mientras que el 34 % respondió que no.

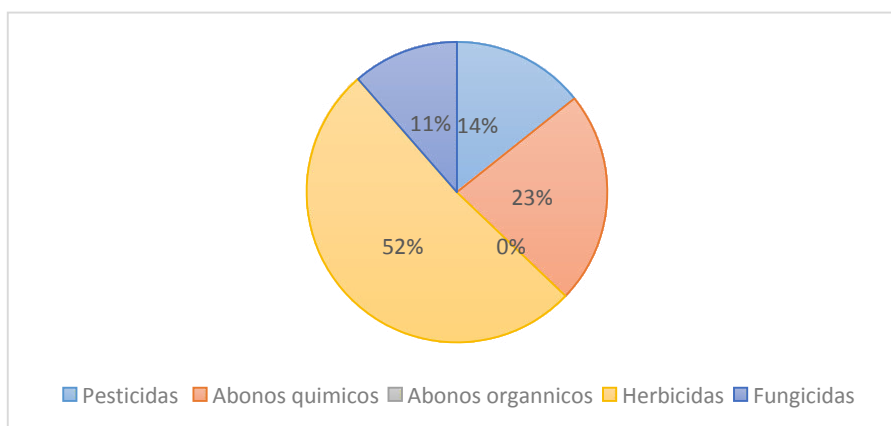
**8. ¿Considera usted que la actividad agropecuaria ha aumentado o disminuido en los últimos 10 años?**



**Figura 38. Actividad agropecuaria en los últimos 10 años**

**Leyenda:**

Según los datos obtenidos un 85% de la población considera que la actividad agropecuaria ha disminuido los últimos 10 años mientras que el 15% opino que la actividad agropecuaria ha aumentado.

**9. ¿Qué tipo de químicos se utilizan en los cultivos de esta zona?**

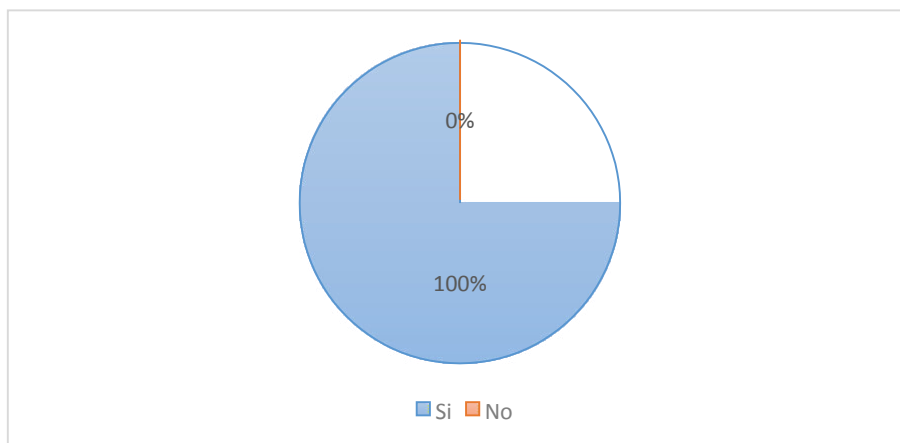
**Figura 39. Químicos utilizados en los cultivos de la zona**

**Leyenda:**

El 52% de la población dice utiliza herbicidas en los cultivos, el 23% abonos químicos, el 14% utiliza pesticidas, el 11% utiliza fungicidas mientras que ninguna persona utiliza abonos orgánicos en los cultivos representando el 0%.



**10. ¿Conoce Ud. las características de los químicos que aplica a cada cultivo?**

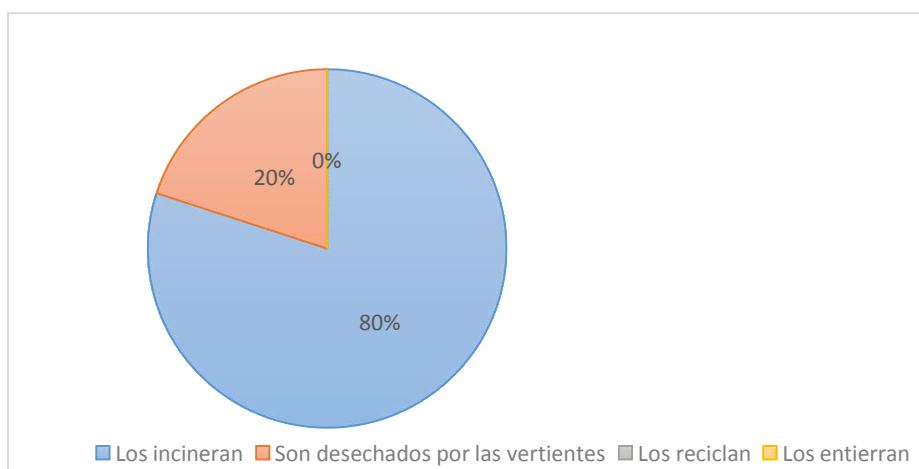


**Figura 40. Características de los químicos aplicados en los cultivos.**

**Leyenda:**

Se determinó que el 100% de la población encuestada no conoce de los químicos aplicados a cada uno de los cultivos

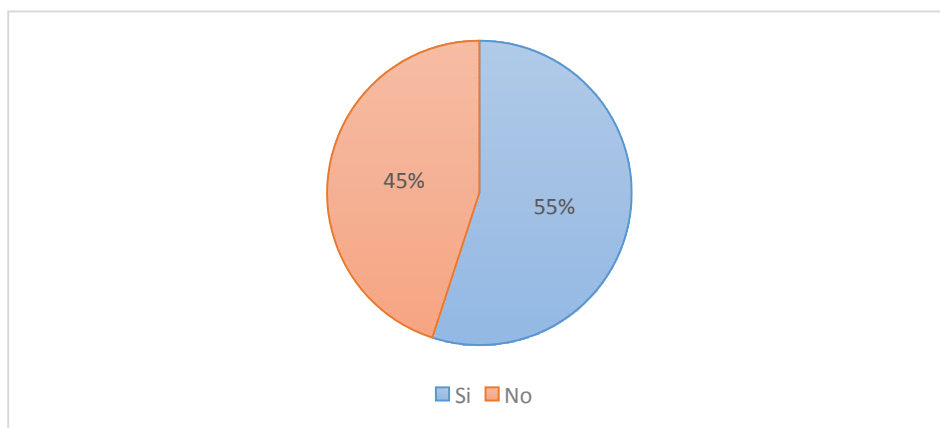
**11. ¿Qué se hace con los envases vacíos de los químicos utilizados?**



**Figura 41. Que se hace con los envases de los químicos**

**Leyenda:**

El 80% de las personas encuestadas opinaron que los envases son incinerados, el 20% de los pobladores de la zona desechan los envases a las vertientes y el 0% es decir nadie entierra peor los reciclan.

**12. ¿Se practica la ganadería asociada a la agricultura?**

**Figura 42. La ganadería asociada a la agricultura.**

**Leyenda:**

El 55% de las personas practica la ganadería asociada a la agricultura mientras que el 45% de las personas no realizan este tipo de prácticas

### 13. ¿Crían cerdos cerca de las fuentes de agua?

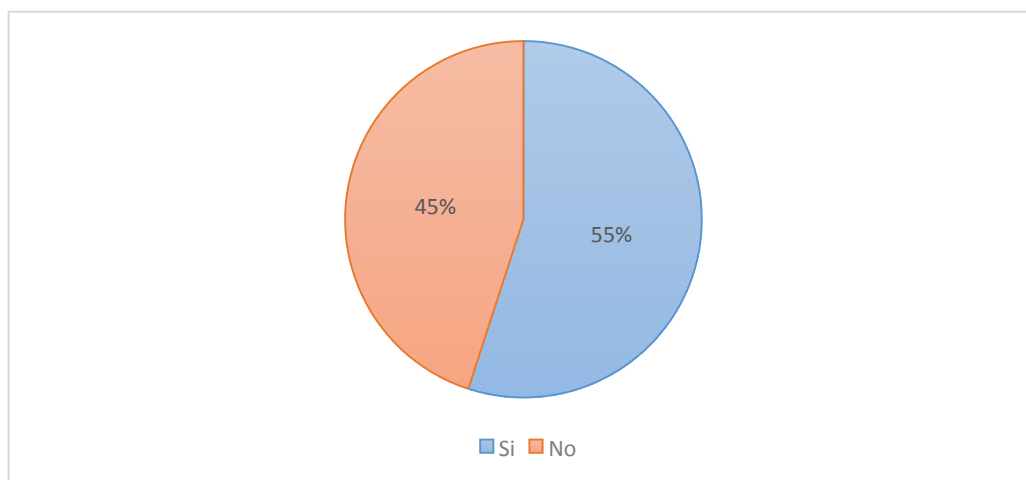


Figura 43. Actividad porcina cerca de las fuentes de agua

#### Leyenda:

Se determinó que el 55% de las personas crían cerdos cerca de las fuentes de agua mientras que el 45% no crían cerdos cerca de las fuentes de agua.

### 14. ¿Cómo se eliminan las excretas?

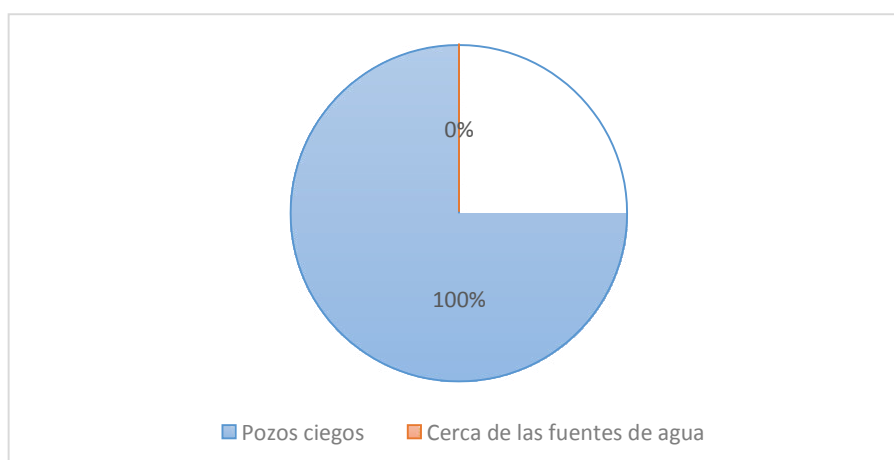
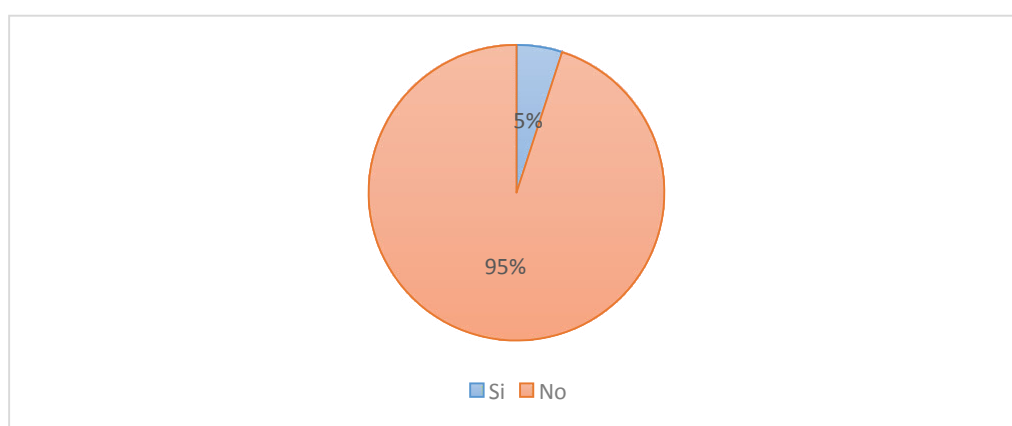


Figura 44. Eliminación de las excretas

**Leyenda:**

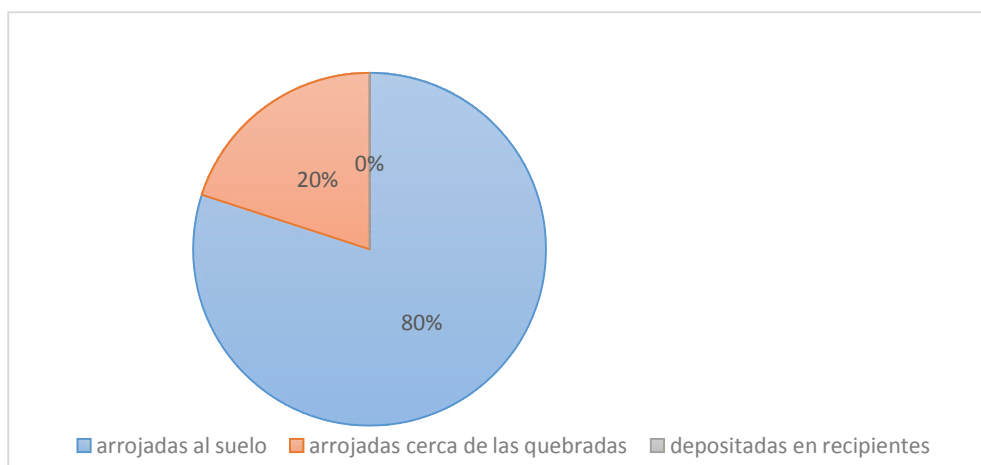
El 100% de la población encuestada afirmó que las excretas son depositadas en pozos ciegos mientras que el 0% es decir nadie las elimina cerca de las fuentes de agua.

**15. ¿Han recibido algún tipo de capacitación sobre el uso de los productos químicos?**

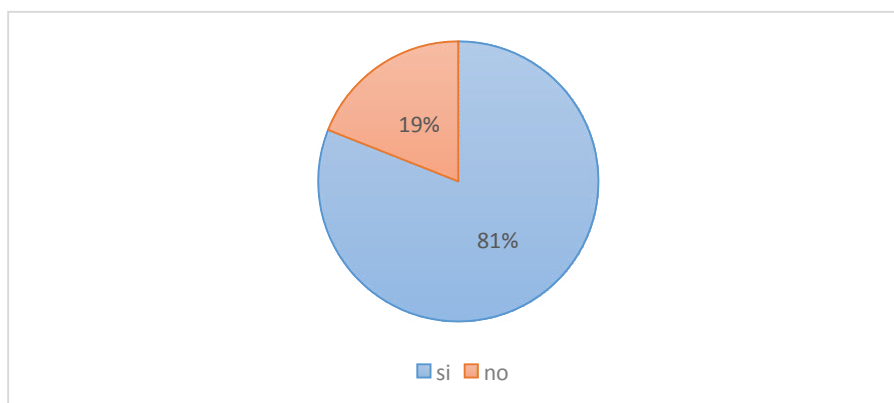
**Figura 45. Capacitaciones sobre el uso de productos químicos.**

**Leyenda:**

El 95% de las personas encuestadas afirmaron que no han recibido ningún tipo de capacitación sobre el uso de los productos químicos mientras 5% certificaron que si han recibido capacitaciones sobre el uso de los productos químicos.

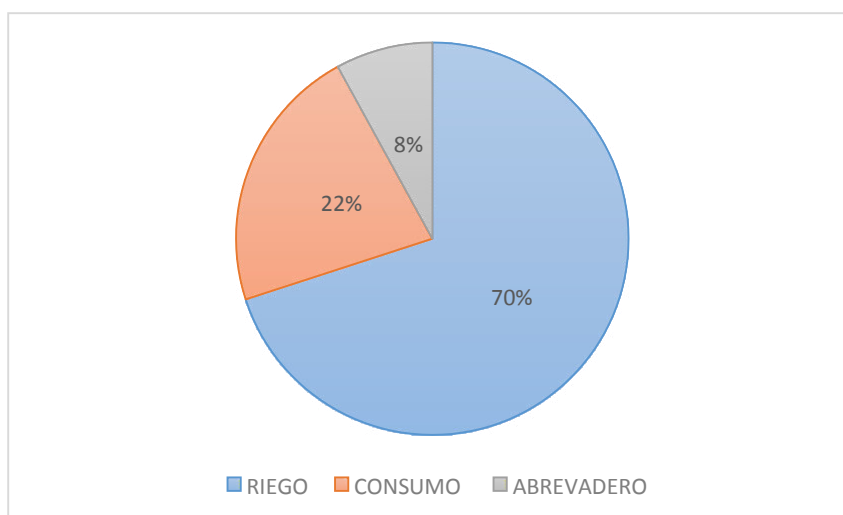
**16. ¿Las aguas residuales son depositadas mediante?****Figura 46. Cómo son depositadas las aguas residuales****Leyenda:**

El 98% de los encuestados afirmaron que las aguas residuales son arrojadas al suelo, el 2% afirma que las aguas residuales son arrojadas cerca de las quebradas mientras que nadie las deposita en recipientes para su posterior tratamiento.

**17. ¿Utiliza usted insecticidas y fertilizantes respectivamente en sus cultivos****Figura 47. Utilización de químicos en los cultivos**

**Leyenda:**

El 81 % de los encuestados respondieron que utilizan insecticidas y fertilizantes en sus cultivos, mientras que el 19 % dicen no utilizar estos químicos en los cultivos.

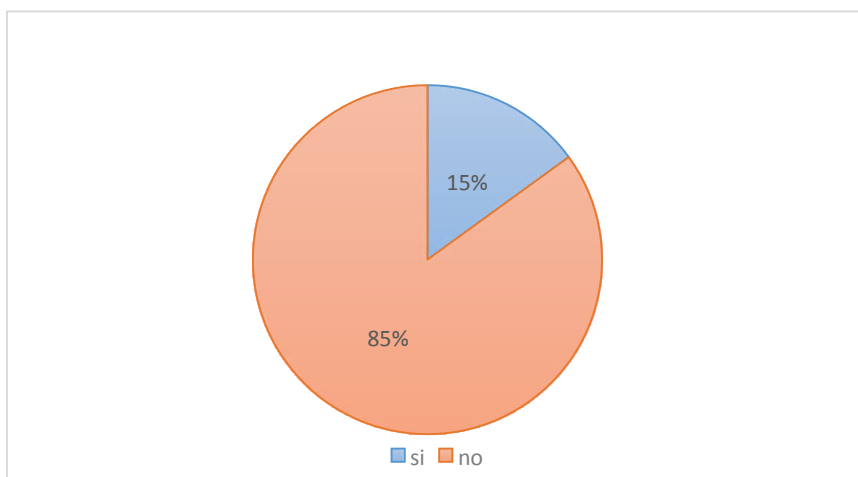
**Condiciones Ambientales****1. ¿Qué usos le da al agua del efluente que alimenta al embalse?**

**Figura 48. Usos del agua**

**Leyenda:**

En el gráfico se puede apreciar que un 70 % de los habitantes utilizan el agua para riego, un 22% que para consumo humano en sus necesidades diarias, un 8 % correspondiente a 5 le dan como principal uso a esta agua de abrevadero.

**2. ¿Se ha percatado de muertes de animales en los alrededores del embalse?**



**Figura 49. Muerte de animales en los alrededores del embalse**

**Leyenda:**

El gráfico muestra que de las personas encuestadas en su mayoría que corresponden a un 85 %, dicen que no se han percatado de muerte de animales en los alrededores mientras que un 15 % que si lo han observado.

## Aspectos Domésticos

### 1. ¿Qué hacen con los residuos sólidos?

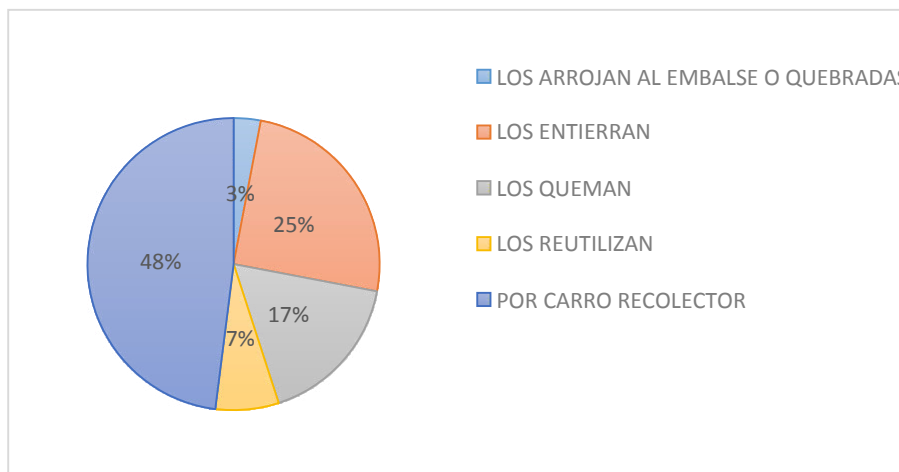


Figura 50. Residuos Sólidos

#### Leyenda:

En el gráfico se aprecia que la mayoría de las personas eliminan sus desechos por carro recolector lo cual está representado por un 48%, el 25 % de personas encuestadas dicen enterrarla, un 17% que responde que man los residuos un 7% personas reutilizan algunos de sus residuos y un 3% , la arrojan al embalse o quebradas, siendo un número de personas no tan significativo las que arrojan desechos al embalse



## 5.2. Guía de buenas prácticas agrícolas.

A continuación presentamos la propuesta de una guía sobre plan de gestión para el desarrollo de buenas prácticas agropecuaria, la que se realizó en concordancia con las encuestas realizadas.

### **Plan de gestión para el desarrollo sostenible de buenas prácticas agrícolas en el embalse La Esperanza cantón Bolívar- Ecuador**



Ing. Verónica Dayana Espinel Pino, Mg.

2018

## PRESENTACIÓN



La presente guía ha sido elaborada con el objetivo de difundir los conceptos de las Buenas

Prácticas

Agrícolas (BPA), con el propósito de orientar los sistemas de producción hacia una agricultura sostenible y ecológicamente segura, obtener productos de mayor calidad,

contribuir con la seguridad alimentaria de las comunidades aledañas al embalse La Esperanza.

El manual está dirigido a las comunidades circundantes al embalse La Esperanza y a las autoridades competentes del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Bolívar. El documento incluye los aspectos generales relacionados con la reducción de riesgos de deterioro de los recursos naturales y la higiene y seguridad de los trabajadores.

### **¿Qué son las Buenas Prácticas Agropecuarias?**

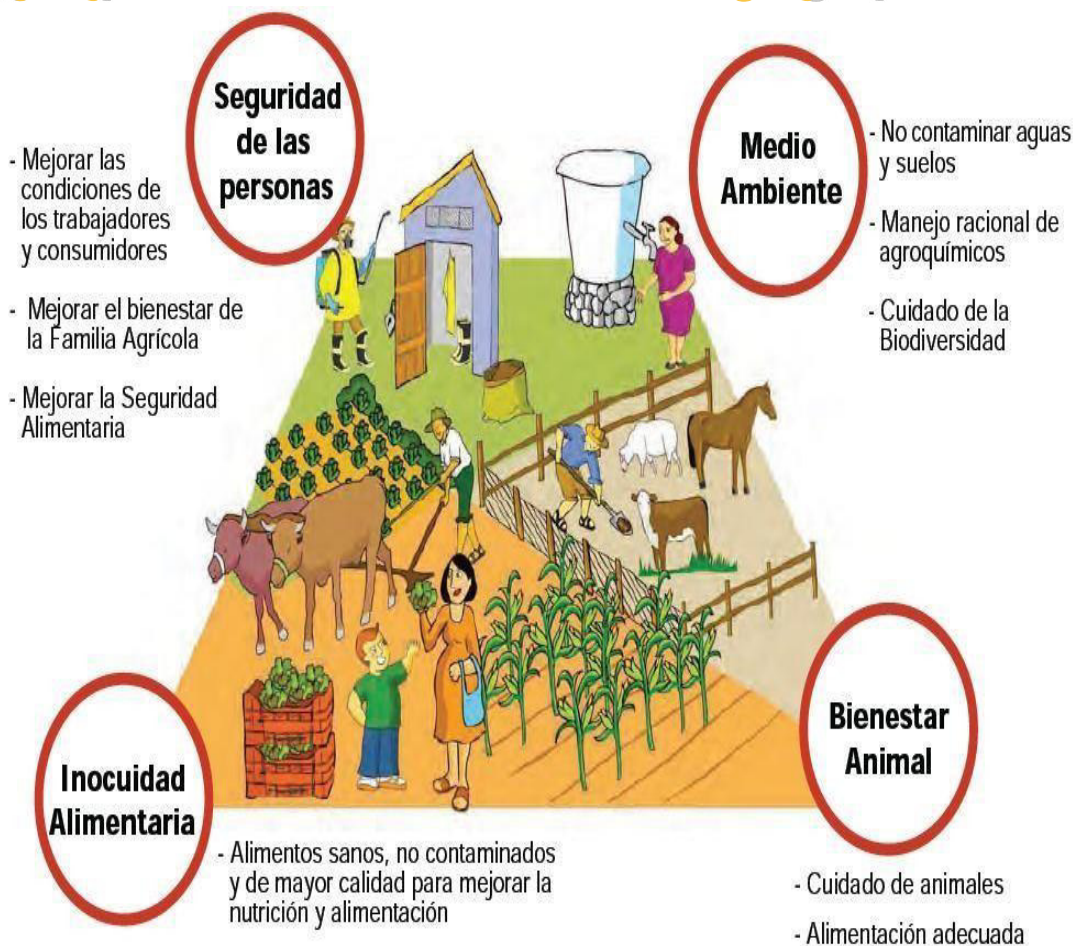
#### **Concepto**

Son todas las prácticas aplicadas en la producción agropecuaria para evitar o reducir daños ambientales, procurar la adecuada productividad de las actividades agropecuarias y obtener productos inocuos para las personas que los consumen. Se aplican desde la finca hasta la planta de proceso, incluyendo las fases de preproducción, producción, cosecha, transporte, acopio, clasificación, lavado, empaque, almacenamiento y entrega en el centro de distribución al consumidor.

## ¿Quiénes se benefician con la aplicación de las Buenas Prácticas Agropecuarias?

- Los agricultores y sus familias que obtendrán alimentos sanos y de calidad para asegurar su nutrición y alimentación y generarán un valor agregado en sus productos para acceder de mejor forma a los mercados.
- Los consumidores, que gozarán de alimentos de mejor calidad e inocuos, producidos en forma sostenible.
- La población en general, que disfrutará de un mejor medio ambiente.

## ¿Qué promueven las Buenas Prácticas Agropecuarias?





## ¿Por qué debería aplicar las BPA?

### CON BPA



Productos sanos y de calidad para mejorar la nutrición y alimentación de su familia



Trabajadores saludables



Niños que van a la escuela



Sostenibilidad y acceso a nuevos mercados  
Alta calidad (producto diferenciado)

### SIN BPA

Productos en mal estado y/o contaminados que afectan la salud de su familia



Trabajadores enfermos



Los niños no priorizan ir a la escuela y gastan energías en el trabajo agrícola



Pérdida de mercados y productos rechazados  
Baja calidad del producto



### CON BPA



Bienestar animal  
Predio limpio  
Baños y depósitos



Control de la producción



Más ingresos  
Mejores precios por calidad  
Menores costos (\$) (- agroquímicos)  
Mayores rendimientos (Productividad)

### SIN BPA



Animales fatigados  
Predio contaminado  
Letrinas e infraestructura en mal estado



Confusión y desconocimiento



Menos ingreso  
Menores precios  
Mayores costos (\$) (+ agroquímicos)  
Menores rendimientos

## Buenas Prácticas Agrícolas

Los principales temas concernientes a la aplicación de buenas prácticas agropecuarias (BPA) que se consideran de manera general en este documento son:

- Uso, manejo y conservación del suelo
- Uso y protección del agua
- Fertilizantes orgánicos
- Control de animales silvestres y domésticos
- Manejo integrado y control de plagas
- Uso y manejo adecuado de agroquímicos sintéticos y bioinsumos

### Uso, manejo y conservación del suelo



El suelo es un recurso fundamental en la producción agrícola. Está expuesto a diversos elementos naturales y antrópicos que pueden causar su degradación o ser vectores de contaminación de la producción (Solórzano, 2008).

El Ecuador al igual que la mayoría de los países en desarrollo no ha escapado al problema de la degradación de los suelos, estimándose que este constituye el mayor problema ambiental que el país soporta, pues se ha calculado que **alrededor el 48 % de la superficie nacional tiene serios problemas de erosión.**

Después de alrededor de cinco décadas de la aplicación de los principios de la revolución verde en la agricultura ecuatoriana buena parte de los suelos del país se han visto seriamente deteriorados por el uso de tecnologías inadecuadas a nuestra realidad, ecológica, económica y socio cultural. Propiciando bajas sensibles en la productividad de la mayoría de cultivos,

severos desbalances en los agroecosistemas y contaminación ambiental, con impactos negativos en la salud de los agricultores y consumidores finales.

El uso indebido de la mecanización agrícola, y de los agroquímicos, entre ellos plaguicidas y los fertilizantes sintéticos, ocasionan impactos negativos en el suelo, donde el mayor problema es la erosión. Con el consiguiente desgaste físico, pérdida de la base nutrimental y húmica, como de la actividad microbiana, comprometiendo su fertilidad y productividad, en detrimento de la seguridad y soberanía agroalimentaria (Universidad Central del Ecuador, 2008).

### **Buenas Prácticas para reducir los riesgos de degradación del suelo**

Las Buenas Prácticas fundamentales para reducir los riesgos de degradación del suelo son:

- ✓ Instalar basureros en zonas estratégicas del predio y arrojar la basura en éstos una vez terminado el día de trabajo.
- ✓ Practicar la rotación y asociación de cultivos.
- ✓ Realizar obras de conservación de suelos y prácticas agro conservacionistas que permitan potencializar su capacidad de uso, tales como siembra a contorno, barreras vivas, uso de coberturas, mínima labranza y siembra directa.
- ✓ Conocer y documentar el uso previo del suelo para identificar riesgos potenciales.
- ✓ Aquellos terrenos que cuenten con antecedentes de contaminación, podrán ser utilizados hasta que el grado de contaminación desaparezca y se demuestre mediante análisis.
- ✓ Realizar análisis periódicos al agua destinada al riego de los cultivos, con el objetivo de evitar la acumulación de sales en el suelo (salinidad).
- ✓ Conocer el uso de las áreas aledañas al sitio de producción, para identificar riesgos de contaminación de los productos.

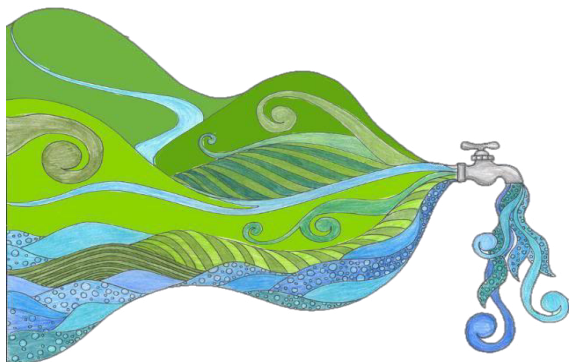
- ✓ Realizar análisis de suelo y establecer un programa de fertilización de acuerdo al requerimiento de nutrientes en el suelo y la demanda de la producción deseada.
- ✓ En caso de que los terrenos de producción hayan sido afectados por eventualidades naturales como inundaciones y deslaves, se requiere realizar análisis del suelo para determinar la existencia de contaminantes.
- ✓ Los desechos orgánicos generados en el sitio de cultivo, deben ser tratados adecuadamente antes de ser incorporados en el suelo o retirados del campo y ser llevados a sitios acondicionados para hacer compost. Los desechos inorgánicos serán recolectados y enviados a los vertederos cercanos al campo de cultivo.
- ✓ Los sistemas de drenaje se mantendrán limpios evitando estancamiento de agua y cumulo de desechos orgánicos.
- ✓ En caso de sembrar en los márgenes de cuerpos de agua no eliminar su vegetación riberaña natural, para así evitar la erosión del suelo.
- ✓ Nunca usar aguas residuales para regar cultivos.





## Uso y protección del agua

Siendo el agua uno de los principales recursos para la producción



agropecuaria, la salud humana y la biodiversidad, su protección y conservación constituye un verdadero reto para todos. Es un recurso natural agotable si no se maneja adecuadamente. Para evitar el agotamiento del recurso

hídrico, se requiere poner en práctica medidas agronómicas que permitan que la mayor cantidad de agua de lluvia logre infiltrarse en el perfil del suelo y aumentar su disponibilidad en las cuencas hidrográficas (Solórzano, 2008).

Cada vez que el agua entra en contacto directo con los agroquímicos, existe la posibilidad de que estos se contaminen. El riesgo de contaminación de los productos es mayor cuando el contacto con el agua contaminada tiene lugar en un momento cercano a la cosecha o durante el manejo después de la cosecha.

Galarraga (2001), menciona que en el Ecuador los estudios sobre calidad de agua son escasos, lo que provoca un desconocimiento de la situación actual de los recursos hídricos. Además, los pocos estudios que se han realizado coinciden en que existe una fuerte contaminación del agua.

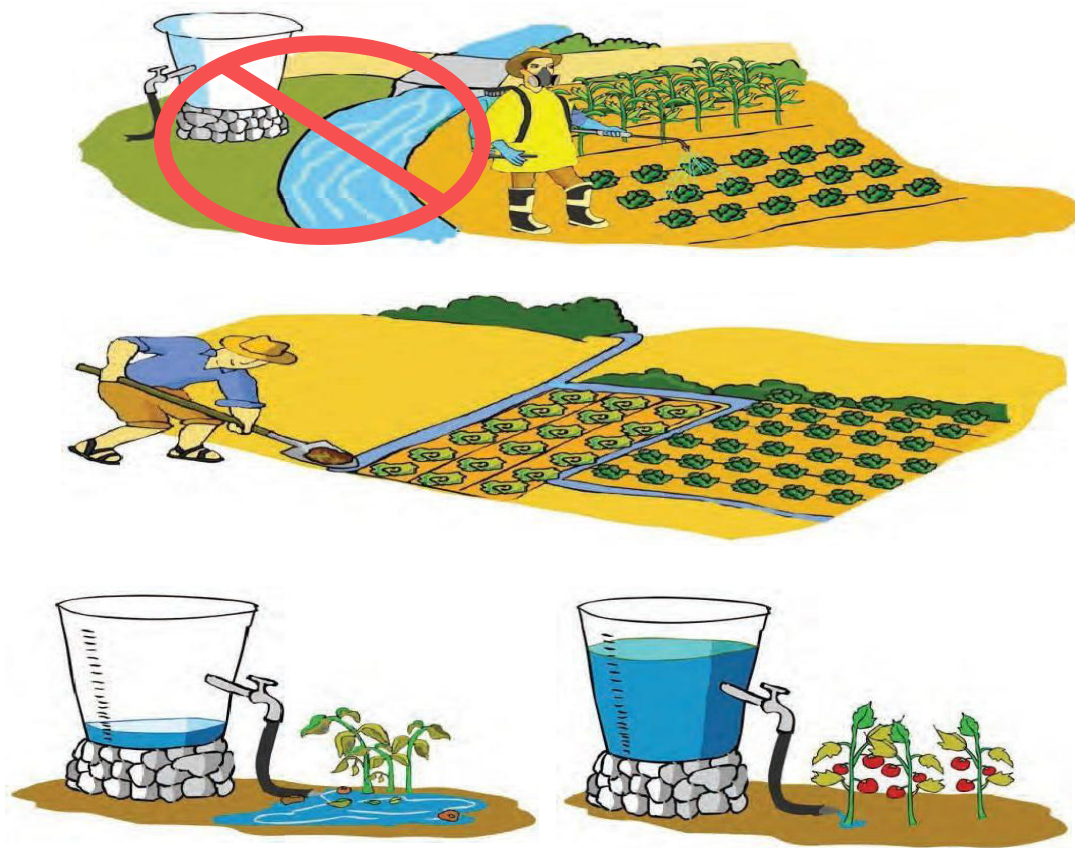
Las aguas residuales agrícolas en gran parte del territorio nacional, se caracterizan por sus elevados contenidos de fosfatos y nitratos procedentes de fertilizantes, así como de una amplia gama de plaguicidas, pesticidas y agentes biocidas en general. La deforestación y las inadecuadas prácticas de uso del terreno han acelerado la erosión de la tierra, incrementando las cargas de sedimentos en los cuerpos de agua. Las altas cargas de sedimentos han disminuido considerablemente la capacidad de almacenamiento de muchas represas, como es el caso del embalse La Esperanza (Guzmán, 2011).



## **Buenas Prácticas para el uso y conservación del agua**

Las Buenas Prácticas fundamentales para reducir los riesgos de contaminación del agua y favorecer su disponibilidad permanente son:

- ✓ Evitar la entrada de animales a las fuentes de agua del predio.
- ✓ No realizar aplicaciones y preparaciones de agroquímicos cerca de las fuentes de agua.
- ✓ Utilizar técnicas de riego que minimicen las pérdidas de agua y de erosión.
- ✓ Mantener limpios los canales por donde circula el agua.
- ✓ Utilizar un sistema de riego adecuado complementado con tecnología para hacer el uso más eficiente del agua (no regar de más).
- ✓ En caso de sembrar en los márgenes de cuerpos de agua, que sea a una distancia lejana al cauce.
- ✓ Realizar prácticas que favorezcan la cohesión de los agregados del suelo, tales como labranza mínima y aplicación de materia orgánica, para aumentar infiltración del agua y evitar la erosión.
- ✓ Ubicar los abrevaderos para animales en lugares seguros, donde no haya riesgo para los animales o posibilidad de contaminación de las fuentes de agua.
- ✓ Evitar el amontonamiento de estiércol u otras fuentes de materia orgánica cerca de los campos cultivados para evitar que por lixiviación se vayan a contaminar las fuentes de agua o los campos cultivados.
- ✓ Lavar con mínima cantidad de agua los equipos utilizados para aplicaciones de plaguicidas y bioinsumos y descartar las aguas de lavado en un sitio seguro.
- ✓ Utilizar barreras vegetales o de otra clase como zonas de protección para ayudar a limitar el contacto entre los productos químicos y las fuentes de agua.
- ✓ Realizar análisis de la calidad del agua periódicamente y documentar los resultados.



### **Fertilizantes orgánicos**

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos (Mosquera, 2010).

Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico.



Las fuentes más comúnmente utilizadas en la elaboración de abonos orgánicos, aunque no las únicas, son los desechos orgánicos generados en el procesamiento de café y caña de azúcar,

residuos vegetales y estiércoles originados en sistemas de producción pecuaria estabulada o semiestabulada (Solórzano, 2008).

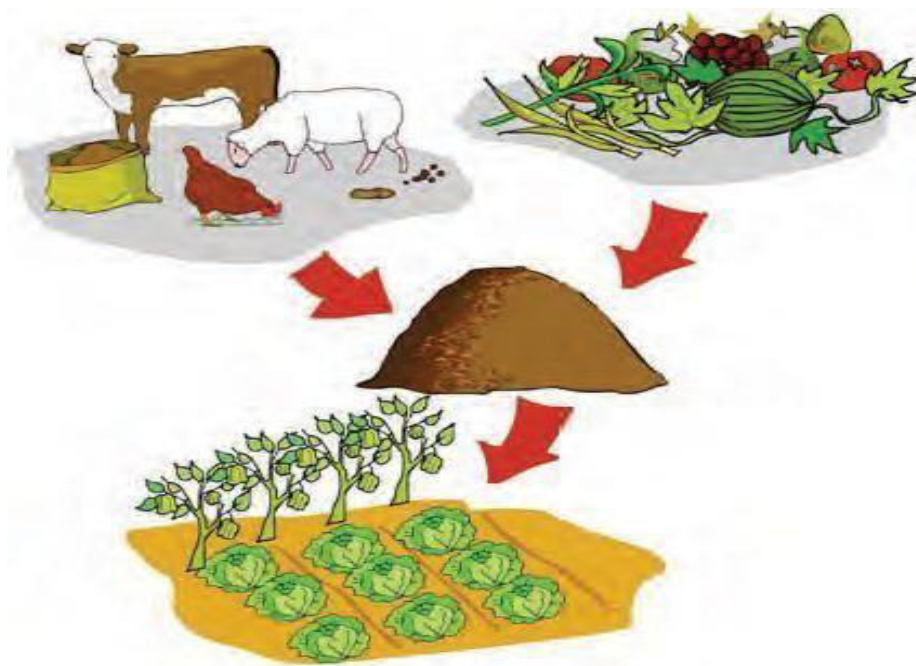
Sin embargo, la utilización de los desechos orgánicos representa una serie de riesgos de contaminación de la producción y aumento de especies animales perjudiciales para las actividades agropecuarias. Por lo tanto, en su transformación para obtener abono, se requiere que el tratamiento sea realizado de manera que se disminuyan o eliminen los riesgos, especialmente en el caso que se utiliza estiércol animal, el cual es portador de microorganismos patógenos que pueden causar en los seres humanos enfermedades gastrointestinales y de otra índole.

### **Buenas Prácticas para la utilización de abonos orgánicos**

Las buenas prácticas fundamentales para la elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos para evitar el daño ambiental y la contaminación de los productos agropecuarios son:

- ✓ Para la aplicación de fertilizantes orgánicos se deben considerar aspectos como las condiciones climáticas previas y posteriores a la aplicación del mismo, para evitar pérdidas y la posibilidad de contaminar las aguas y suelos.

- ✓ Se debe aplicar la dosis de fertilizante necesaria para evitar el desarrollo de enfermedades infecciosas y fisiológicas.
- ✓ Se recomienda la construcción de un lugar especial en el predio para guardar fertilizantes.
- ✓ Es recomendable usar abono orgánico seco de origen animal o vegetal, sometido a algún tratamiento en forma natural en el lugar de acopio (compostaje), para reducir el riesgo de contaminación microbiológica en las aplicaciones superficiales
- ✓ . No se recomienda la aplicación directa de estiércol sin pasar por un tratamiento previo en cultivos alimenticios.
- ✓ Se recomienda registrar la aplicación de Abonos Orgánicos.
- ✓ El abono debe prepararse en áreas retiradas de los campos de producción agropecuaria.
- ✓ El abono debe prepararse en lugares lejanos a fuentes de agua y de terrenos inundables.
- ✓ Los desechos deben mantenerse cubiertos o bajo techo para evitar que la lluvia traslade contaminantes hasta los mantos acuíferos o los terrenos utilizados en la producción, preferentemente mencionadas áreas deben contar con piso de cemento y sistemas adecuados de drenaje para la recolección de los lixiviados generados.
- ✓ El abono orgánico debe someterse a análisis microbiológicos, para determinar la presencia de microorganismos contaminantes, por lo que si el resultado es positivo no debe ser utilizado a menos que sea expuesto a tratamientos de desinfección apropiados.
- ✓ Evitar que el personal manipule los desechos orgánicos sin antes haber realizados las labores apropiadas de higiene personal
- ✓ . La aplicación del abono orgánico debidamente tratado se debe hacer antes de la siembra o en los primeros momentos del crecimiento de la planta. No se debe aplicar cerca del momento de la cosecha, especialmente cuando se trata de productos de consumo fresco. Tampoco se debe aplicar en campos adyacentes al área de cosecha en el período que esta se realiza.



### **Control de animales domésticos y silvestres**

Todos los animales domésticos y silvestres, incluidos los mamíferos, las aves, los reptiles y los insectos, están considerados como vehículos para la contaminación. Sus patas, piel, pelo o plumas, su sistema respiratorio y gastrointestinal contienen un gran número de microorganismos perjudiciales para la salud de los consumidores de los productos agropecuarios.

Al estar en contacto con el suelo, el agua, los desechos orgánicos y los productos agropecuarios, pueden transmitir organismos patógenos. El riesgo de contaminación se incrementa enormemente cuando existe un gran número de animales cerca del campo de producción (Solórzano, 2008).



## **Buenas Prácticas para evitar la contaminación ambiental y el contacto de los animales silvestres y domésticos con los productos agropecuarios**



Las buenas prácticas básicas para evitar la contaminación ambiental y de los productos agropecuarios debido al contacto con animales silvestres y domésticos son:

- ✓ Promover el bienestar del animal de producción: espacio adecuado, animales sanos, alimentación adecuada, agua fresca.
- ✓ Los animales domésticos (perros, gatos) deben estar lejos del área de cultivo y de los lugares donde se guardan agroquímicos y fertilizantes.
- ✓ Colocar cercas u otro tipo de barrera física para evitar y controlar la entrada o presencia de animales domésticos y silvestres al terreno, sobre todo durante la fase de cultivo en caso de productos de consumo fresco.
- ✓ Evitar el acceso de animales domésticos y silvestres al lugar y a las fuentes de agua utilizadas en la producción primaria a fin de prevenir la posible contaminación fecal de los suelos y las aguas.

- ✓ Inspeccionar periódicamente todas las instalaciones para ver si hay señales de presencia de plagas y roedores o contaminación por los mismos. También, retirar rápidamente los insectos, roedores y aves, muertos o atrapados.

### **Manejo integrado y control de plagas**

La producción agropecuaria es afectada por una gran cantidad de plagas, tanto en las fases de crecimiento, como durante la cosecha y el almacenamiento. La acción de hongos, bacterias, virus, insectos, roedores, aves, murciélagos, y otros organismos, requiere ser controlada para evitar pérdidas económicas y riesgos de contaminación para los consumidores (Solórzano, 2008).



El movimiento MIP surgió a principios de los años 70 como respuesta a las preocupaciones acerca de los impactos de los plaguicidas en el medio ambiente.

Al proporcionar una alternativa a la estrategia de intervención unilateral con productos químicos, el MIP cambió la filosofía de la protección de los cultivos a una que desencadenó un entendimiento más profundo de la ecología de los insectos y cultivos, basada en el uso de diversas tácticas complementarias.



En el MIP, los agricultores evalúan si habrá plagas suficientes para justificar el control, si la plaga puede durar un tiempo considerable o si las poblaciones de ésta serán tan altas como para bajar el rendimiento, y si habrá intervenciones de los controles naturales. Las acciones adoptadas pueden ser métodos culturales, controles biológicos, el uso de productos químicos tóxicos o una combinación de ambos.

Los métodos culturales incluyen la manipulación de la densidad y la diversidad de la vegetación, el laboreo, la sanitización, la variación de los períodos de siembra y cosecha y de las variedades sembradas, la alteración de los niveles de riego y fertilización. El control biológico depende del uso de depredadores, parásitos, agentes patógenos y nemátodos y puede suponer la exploración en el extranjero, para encontrar enemigos naturales, la liberación masiva de insectos benéficos y la conservación de estos enemigos naturales mediante manejo del hábitat (Altieri, 1999).

### **Buenas Prácticas para el control de plagas**

Las buenas prácticas fundamentales para realizar efectivamente el control de plagas en la producción agropecuaria, sin causar daño ambiental son:

- ✓ Conocer el ciclo de vida de las plagas existentes en el sitio de producción y programar los controles en las etapas de mayor vulnerabilidad.
- ✓ Inspeccionar periódicamente las áreas de producción, a fin de identificar los brotes de plagas y aplicar las medidas de control requeridas.
- ✓ Tener conocimiento de los mecanismos y modos de acción de los plaguicidas para evitar incompatibilidades y resistencias de las plagas a las moléculas utilizadas.
- ✓ Realizar labores de higiene y saneamiento de las áreas de producción agropecuaria para evitar que se generen condiciones favorables para el establecimiento de plagas.



- ✓ Aplicaciones de acciones supresivas como control biológico, insecticidas botánicos, prácticas culturales, uso de trampas de feromonas, etc.
- ✓ Los residuos de cosecha y desechos orgánicos, deben ser tratados mediante tecnologías que permitan eliminar o reducir el riesgo de proliferación de plagas en los sitios de producción o las instalaciones para el acopio y procesamiento de los productos.
- ✓ Aplicar acciones preventivas tales como romper el monocultivo, uso de variedades resistentes, manipulación de fechas y densidades de siembra, rotación de cultivos, uso de cultivos trampas, monitoreo de poblaciones, diversificación de cultivos, etc.

## **Uso y manejo adecuado de agroquímicos sintéticos bioinsumos v bioinsumos**

Los agroquímicos sintéticos y bioinsumos son muy importantes para la producción agropecuaria en Ecuador. Son utilizados directamente en el manejo del suelo y los cultivos, con fines de nutrición, protección, y desarrollo de estos, así como para mantenimiento y limpieza de infraestructuras, herramientas y equipos (Solórzano, 2008).

Es una sustancia que tiene como objetivo controlar, prevenir o destruir cualquier plaga, incluyendo aquellos transmisores de enfermedades humanas (Torres & Capote, 2004).

Debido a los peligros potenciales, su uso y manejo debe ser muy cuidadoso y basado en los usos permitidos y sobre todo en el uso racional de los mismos, entendido como uso racional, el ajuste de la frecuencia y cantidad de aplicación, a las necesidades que se requiera según el estado y magnitud de la plaga a combatir.



### **Buenas prácticas para el uso de agroquímicos sintéticos y bioinsumos**

Las buenas prácticas fundamentales en cuanto al uso y manejo de los agroquímicos sintéticos y bioinsumos para evitar la contaminación ambiental, los efectos residuales en los productos agropecuarios y el daño a la salud de los trabajadores y consumidores son:

- ✓ No compre plaguicidas prohibidos, los que utilice deben estar permitidos, es decir, registrados en su país.
- ✓ No permita que manipulen plaguicidas mujeres embarazadas o en periodo de lactancia, adolescentes y niños.
- ✓ Conocer el tipo de malezas, plagas y enfermedades que afectan a su cultivo.
- ✓ Consultar a un técnico para saber qué agroquímicos se recomienda usar de acuerdo a su cultivo y al tipo de malezas y enfermedades que lo afectan.
- ✓ No se deben usar agroquímicos vencidos o en mal estado (Verificar fecha de vencimiento).
- ✓ Antes de la aplicación se debe verificar el buen funcionamiento de los equipos; que las boquillas o picos pulverizadores tengan una distribución uniforme del producto, que no se escurra líquido por la

máquina para prevenir riesgos de contaminación a las personas y el ambiente.

- ✓ Una vez terminada la aplicación, el trabajador debe ducharse y lavar el traje y elementos de protección.
- ✓ Aplicar la dosis de agroquímicos necesaria según la recomendación del técnico.
- ✓ Instale una bodega para el almacenamiento de plaguicidas. La bodega debe cerrada con llave, aislada de fuentes de agua y viviendas, y tener medidas para evitar la contaminación en caso de derrames.
- ✓ No permita que se boten envases de plaguicidas en el campo o que se los aproveche para almacenar agua u otros usos.
- ✓ Asegúrese que las personas que manipulan y aplican plaguicidas usan equipo de protección personal que los protege de inhalación y contacto directo con la piel.
- ✓ Lea detenidamente la etiqueta de cada plaguicida, fíjese en los cuidados necesarios para evitar contaminación ambiental y las medidas a aplicar en caso de intoxicación.
- ✓ Almacene los envases descontaminados en la bodega de plaguicidas, dentro de un recipiente de desechos peligrosos. Entréguelos a los distribuidores de agroquímicos o Gestores de Desechos Peligrosos.
- ✓ Evitar la sobredosificación y hacer la aplicación de manera adecuada y sin repasar áreas ya aplicadas.
- ✓ Seleccionar el uso de plaguicidas menos dañinos para el ambiente y poblaciones de organismos benéficos y enemigos naturales.
- ✓ Rotar los grupos de plaguicidas para retardar el desarrollo de poblaciones resistentes.
- ✓ Colocar en los terrenos donde se ha aplicado plaguicidas, un letrero de advertencia con la leyenda "PEL IGRO" y retirar hasta que se cumpla el período para reingreso.
- ✓ Las instalaciones deben ser cerradas con llave, bien ventiladas, con iluminación suficiente para que las personas autorizadas puedan identificar los productos con facilidad, con piso de cemento para facilitar la limpieza en caso de derrames.

## **CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- El índice de estado trófico de los diferentes parámetros indicadores ha sido constante durante los meses de muestreo, con una variabilidad no tan significativa, sin embargo los resultados indican altas concentraciones de fósforo, poca transparencia, altos contenidos de clorofila a, por lo tanto según la clasificación de Toledo et al., 1985, el embalse La Esperanza presenta un estado eutrófico durante los meses de muestreo lo cual está indicado como un síntoma negativo para la productividad y hábitat de las especies que allí se desarrollan.
- Las aguas del embalse La Esperanza para consumo humano según la clasificación del ICA, se requieren de mayor necesidad de tratamiento, mientras que para la actividad agropecuaria no requiere de ningún tratamiento. El grado de contaminante de las aguas no está influenciado por el sitio de muestreo si no por las actividades antropogénicas que presentan cada una de estos; según nos muestra la tabla del rango de clasificación del ICA para criterio general, es de; poco contaminadas (media), en todos los puntos.
- Existe falta de conocimiento por parte de las personas que habitan en las zonas aledañas al embalse La Esperanza, sobre el uso de productos químicos y sus componentes, así como de actividades para mejorar la calidad del proceso agropecuario y prácticas domésticas,

para mejorar la calidad de agua del embalse, que ayuden a tener una mejor calidad de vida.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se deben realizar evaluaciones periódicas del estado trófico del embalse, para obtener datos del comportamiento trófico del mismo, considerando que no se han realizado investigaciones antecesoras de este tipo en el lugar.
- A las autoridades competente encargadas del manejo del agua realizar monitoreo constante de las cuencas aportantes al embalse.
- Capacitación ambiental, sobre el manejo de cuencas, a los habitantes de las comunidades, y crear en ellos cultura de conservación y recuperación del agua.
- Poner en práctica la Guía de Buenas Prácticas Agrícolas propuesta en esta investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abella, J y Martínez, M. (2012). Contribución de un afluente tributario a la eutrofización del lago de tota. *Revista Colombiana de Química*, vol. 41, núm. 2, pp. 243-261. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309028756006>
- AGUAMARKET. (2002). Composición de las aguas residuales. Consultado, agosto 20 del 2016. Recuperado de [www.aguamarket.com/temas\\_interes/027.asp](http://www.aguamarket.com/temas_interes/027.asp)
- AGUAMARKET. (2002). Composición de las aguas residuales. Consultado agosto 20, 2016, Recuperado de [www.aguamarket.com/temas\\_inte](http://www.aguamarket.com/temas_inte)
- Aucancela, P y Chiluisa, P. (2011). *Estudio de la microcuenca del río Chichicahua en función de la cantidad, calidad y aprovechamiento hídrico de sus afluentes*. Tesis. Ing. en Biotecnología Ambiental. ESPOCH. Riobamba-Chimborazo, EC.
- Albán, G. (2012). *Plan de Manejo de la planta de tratamiento del agua potable del barrio las Américas, para cumplir con la normativa para agua de consumo humano*. Tesis. Ingeniería Ambiental. UEA. Pastaza. EC.
- Albarca, F. (2006). Técnicas para evaluación y monitoreo del estado de los humedales y otros ecosistemas acuáticos. Consultado 14 de Octubre 2015. Formato PDF. Recuperado de: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/533/tecnicas.pdf>
- Alessandri, M. 2012. *Caracterización y tratamiento de agua residual proveniente de las plantas producción*. Tesis. Ing. Química. Universidad Simón Bolívar. Sartenejas. VEN.

- Altieri, M. (1999). Agroecología. Chile: CETAL.
- Allaby, M. (1984); Diccionario del medio ambiente. 2da. ed. Madrid, España: Ed.Pirámide, S.A.
- APHA. (American Public Health Association) (1999). Water quality analysis .Environmental Protection Agency. Whashington, DC.
- Ayers, R. S, Westcott, D. W. (1985). Water quality for agriculture. Irrigation and Dreinage paper 29. FAO, Roma, Italia.
- Aznar, R. (2007). El fosforo como elemento limitante. Consultado 20 de Octubre 2015. Formato PDF. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/47608515/El-fosforo-como-elemento-limitante-2007>
- Barahona, M y Tapia, R. (2010). *Calidad y tratabilidad de aguas provenientes de ríos de llanuras y embalses eutrofizados, caso de estudio: Carrizal - Chone "Sixto Durán Ballén"*. Tesis. Ing. Civil. ESPE. Sangolquí - Pichincha, EC.
- Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinehold A, Stevens M. (2009). Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo. Organización Mundial de la Salud. Ginebra.
- Bedoya J. (2002). El hombre y su ambiente: la problemática de contaminación y aportes para su solución. 3 ed. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Bolstad, P. (2005). G/S Fundamentals: A first tesx on Geographic Information Systems, Second Edition. White Bear Lake. Minnesota, US.
- Brooks, K.; Ffolliott, P.; Gregersen, H.; Thames, J. (1991). Hydrology and the management of watersheds. Primera edición. Iowa, USA. Iowa State University Press/Ames. USA.
- Bravo, J. (1992). Métodos normalizados para el análisis de agua potable y residual. Madrid (APHA-AWWA-WPCF)
- Bruijnzeel, L. (1991). Hidrological impacts of tropical forest conversion.

Nature And Resources, USA.

Billings. W. (1997). Las plantas y el ecosistema. México: Hermanos Sucesores.

BioManabí. (2012). "Sixto Durán Ballén". EC. Consultado 2 oct. 2015. Formato HTML. Recuperado de: <https://romoced.wordpress.com>

Bueno, J., Sastre, H., Lavin, G. (1997). Contaminación e Ingeniería Ambiental: Contaminación de aguas. Ed. FICYT, Oviedo.

Bunge M. (1972). La investigación científica 2da edición. Editorial Ariel. Barcelona.

Cabrera, J; Ponce, D; Cervantes, R; Vargas; Domínguez, D. (2015) Distribución espacial de la calidad de las aguas subterráneas utilizadas para el riego. La Habana-CU. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias vol.24 no.3.p1.

Calderón, C y Orellana V. (2015). *Control de la calidad de agua que se distribuye en los campos: Central, Hospitalidad, Balzay, Paraizo, Yanuncay, y las granjas de Irquis y Romeral pertenecientes a la Universidad de Cuenca*. Tesis. Bioquímica Farmacéutica. Universidad de Cuenca. Cuenca. EC.

Camacho, A; Giles, M; Ortegón, A; Palao, M; Serrano, B; Velazquez, O. (2009). Métodos para determinar las bacterias coliformes, coliformes fecales y echerichia coli por la técnica de diluciones de tubo múltiple. MX. Recuperado de <http://depa.fquim.unam.mx>

Canter L. W. (1996). "Environmental Impact Assessment," 2nd Edition, McGraw-Hill Inc., New York, USA.

Carrillo, P. (2012). Comportamiento del oxígeno disuelto en dos estaciones costeras la libertad y manta, como aporte al conocimiento del fenómeno "el niño". EC. Recuperado de [http://www.inocar.mil.ec/docs/actas/oce17/oce1701\\_2.pdf](http://www.inocar.mil.ec/docs/actas/oce17/oce1701_2.pdf)

Constitución del Ecuador (2008). Decreto Legislativo R.O. 449, 20 de octubre. Montecristi, EC. p 5.

DIGENSA (Dirección General de Salud Ambiental) (2007) Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos



superficiales, Dirección de Ecología y Protección Ambiental, Área de Protección de Recursos Hídricos, Ministerio de Salud

Dimberg, P; Bryhn, A; Hytteborn J. (2013). Probabilities of monthly median chlorophyll-a concentrations in subarctic, temperate and subtropical lakes. *ELSEVIER. Environmental Modelling and Software* 41 p.199-209.

Dodds, W. (2007). Trophic state, eutrophication and nutrient criteria in streams.USA. Recuperado de [http://www.owrb.ok.gov/quality/standards/pdf\\_standards/scenicrivers/Dodds%202007.pdf](http://www.owrb.ok.gov/quality/standards/pdf_standards/scenicrivers/Dodds%202007.pdf)

ECUADOR AMBIENTAL. (2008). Eutrofización. Formato html. Consultado 13 de diciembre de 2015. Recuperado de <http://www.ecuadorambiental.com/consultores-ecuador.php?p=17>

EPA (Environmental Protection Agency) (1986). Water pollution and treatment. Whashington, DC.p 40.

EPA (Environmental Protection Agency). (2012). USA. En Línea. Consultado 21 de Julio de 2016. Formato html. Recuperado: <http://epa.gov/greatlakes/glindicators/water/trophic.html>

Espinel, E.; y Espinel, V.; (2013). Calidad del Agua de la Microcuenca de Membrillo. (Tesis de maestría) ESPAM MFL, Calceta Manabí Ecuador.

Evandro, A. (2000). Filosofía de la Naturaleza. Ciencia y cosmología.Forum Engelberg. Fondo de cultura económica. Mexico. D.F.

Fajardo, J.; Bauder, J.; Cash, S. (2001). Managing nitrate and bacteria in runoff from livestock confinement areas with vegetative filter strips. *Journal of Soil and Water Conservation*, Texas, US. p. 53 – 55.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2000). Situación forestal en la región – 2000. Comisión Forestal para América Latina y el Caribe. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. p. 40 Sitio web:<http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/reccnat/pdf/sfor15.pdf>

- FAO (Food and Agriculture Organization of de United Nations), (1997). Lucha contra la contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. p11 y 12.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2013). Capacitación y almacenamiento de agua lluvia, 2013. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. p12.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 1989-1994. Calidad de agua en la Agricultura, Rev. 29,
- FAPD (Federación Andaluza de Pesca Deportiva). (2010). El medio acuático. Consultado 4 ago. 2015. Formato PDF. Recuperado de: <http://www.fapd.net/>
- FEM (Fundamentals of environmental measurements). (2015). Water Temperature. Consultado el 23 de Diciembre 2015. Formato html. Recuperado de: <http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/water-temperature/>
- Fernández N.; Ramírez A. y Solano F. (2003). Índices Físicoquímicos de Calidad del Agua, un Estudio Comparativo. Conferencia Internacional Usos múltiples del agua: Para la Vida y el Desarrollo Sostenible. Memorias del evento Agua. Universidad del Valle y CINARA, IWA. Cartagena, CO. p. 23 – 26.
- F. A. Skinner y J.M. Shewan. (1977). Aquatic Microbiology, Academic Press, New York.
- Foster P.W. (1975). Introducción a las Ciencia Ambiental. Serie de enseñanza programada El ateneo. SEPA. Editorial El Ateneo. Buenos Aires. Argentina.
- Jewell, P. Gildesgame, M., V an Dusen, M., Hilmlan, E. (1998) “the Massachusetts water shed Initiative: Opportunities and Challenges in Reshaping Government”, (Manuscript presented at the 1998 Water Environment Federation)
- Jiménez, F. (2005). Gestión integral de cuencas hidrográficas. Enfoques

y estrategias actuales. CATIE Recursos, Ciencia y decisión. No.2.

Jiménez, O., Farias, H, & Rodríguez, C. (2005). Procesos de sedimentación en embalses en ambientes tropicales. CR y RD. Ingeniería del agua, 12(3).

Kuhn T. (1971). La estructura de las revoluciones científicas Fondo de cultura económica. México. D.F.

Garrido, J.L. (2000). Evaluación de riesgos en impacto ambiental. Escuela de postgrado. Facultad de ciencias naturales. Salta. Argentina (Inédito)

Garay, J.; Panizzo, L.; Lesmes, L.; Ramírez, G.; Sánchez, J. (1993). Manual de Técnicas Analíticas de Parámetros Físicos – Químicos y Contaminantes Marinos. Tercera edición. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, CO. p. 11 – 15.

Government of Alberta. (2015). Lake Water Trophic Status. CA. En Línea. Consultado 21 de Julio de 2015. Formato html. Recuperado de: <http://aep.alberta.ca/focus/state-of-the-environment/water/surface-water/condition-indicators/lake-water-trophic-status.aspx>

Gómez, S. (2002). Estudio Vulnerabilidad en Sequía en la Sub – cuenca Aguas Calientes, Tesis Msc, Turrialba, CR. p 80 – 85, 140

González, C. (2006). Protección de la calidad del aire en compromiso con la calidad del agua. Carta Circular SEA, México DF. P. 110.

González, E., Ortaz, M., Peñaherrera, C., & Matos, M. L. (2004). Fitoplancton de un embalse tropical hipereutrófico (Pao-Cachinche, Venezuela): Abundancia, biomasa y producción primaria. VE. Interciencia, 29(10), 548-555.

Granizo, F. (2011). Estado trófico de la laguna de Limoncocha. Tesis. Ing. Ambiental. UIDE. Quito, EC. p 95.

Guzmán, V. (2011). Calidad del agua en el Ecuador. Ecuador: Secretaría Nacional del Agua.

Hernández, H y Zumbado, M. (2014). Impacto de las instalaciones ganaderas sobre la calidad del agua. Pamplona, ES. *Revista de*

*Toxicología*. Vol. 31. (Num1). 40-41.

Horton, R. (1965). Índice de Calidad del agua. vol. 37. p300-306.

Harper, D. (1992). Eutrophication of reshwaters. Principles, problems and restoration. Chapman&hall, Londres.327p.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) (2000) Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 226:2000

Ledesma, C; Bonansea, M; Rodríguez, C; Sánchez A. (2013). Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse Río Tercero, Córdoba. (Argentina). *Revista Ciencia Agronómica*. Formato PDF. Consultado 13 de Julio de 2016. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/rca/v44n3/a02v44n3.pdf>

Lenntech. (2006). Agua residual & purificación del aire. Holding B.V. Rotterdamseweg 402 M 2629 HH Delft, Holanda) Potablewater 2006. España. Recuperado de: <http://potablewater.iespana.es>

Mara, D. y Cairncross, S. (1990). Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

Marie, D.; Carpi, A. (2003). Temperatura, Visionlearnig. Consultado el 23 de enero de 2013. Recuperado de: [http://www.visionlearning.com/library/module\\_viewer.php?mid=48&l=s](http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=48&l=s)

Martins, P.; Cerri, C.; Volkoff, B.; Andreaux, F.; Chauvel, A. (1991). Consequences of clearing and tillage on the soil of a natural Amazonian ecosystem. *Forest Ecology and Management*,38:273-282

McDaniels, A. y Bordner, R. (1983). Effect of holding time and temperature on drinking water. *Water Works Assoc. Tennessee, US*. p. 458.

Maza, D. (2013). Validación de métodos analíticos para: DBO, DQO, nitritos, solidos, cloruros, dureza total, para análisis de agua naturales, aguas de consumo humano y aguas residuales en el laboratorio de Ingeniería Ambiental. Tesis. Ing. Química. UTPL. Loja. EC. p. 10.

- Medina, G. (2014). Medición de los factores incrementales que genera el riego tecnificado en los actores de la economía popular y solidaria de las comunidades el Beldaco, San Jacinto, Lodana - adentro y camino nuevo, pertenecientes a la provincia de Manabí. Tesis. Magister en Economía Agrícola y Desarrollo sustentable. UCE .Quito. EC .p 1-2.
- Mendoza, A. (1989). Análisis de la problemática de la calidad del agua y formulación de recomendaciones para su manejo en cuencas alta de Río Chirique viejo, Panamá. Tesis M.sc. Turrialba, CR, CATIE. p.242.
- Ministerio de Educación Política Social y Deporte del Ecuador. (2015). Área de Filosofía. Consultado, 18 de 11 de 2015, de Relación Hombre con la Naturaleza. Recuperado de: <http://www.recursos.cnice.mec.es/filosofia/pdf/medio.pdf>.
- Mitchell, M; Stapp, W; Bixby, K. (1993). Manual de campo de proyecto de río. Una guía para monitorear la calidad del agua en el río Bravo. Nuevo México. MX. 2000 p.
- Miyi. (2009). Contaminación del agua. Argentina.
- Mosquera, B. (2010). Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Ecuador: USAID.
- Moreno, D; Quintero, J; López A. (2010). Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. Formato PDF. Consultado 20. Septiembre 2016. Recuperado de: <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n78ne/eutrofia2.pdf>
- Moreno, D y Ramírez, J. (2010). Variación temporal de la condición trófica del lago del parque norte, Medellín (Antioquia). CO. Formato PDF. Consultado 20. Septiembre 2016. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/acbi/v32n92/v32n92a7.pdf>
- Moreta, J. (2008). La eutrofización de los lagos y sus consecuencias. Ibarra. Formato PDF. Consultado 13 de Julio de 2015. Recuperado de: [http://www.academia.edu/1439928/La\\_eutrofizaci%C3%B3n\\_de\\_los\\_lagos\\_y\\_sus\\_consecuencias.\\_Ibarra\\_2008](http://www.academia.edu/1439928/La_eutrofizaci%C3%B3n_de_los_lagos_y_sus_consecuencias._Ibarra_2008)

- Moraes, E; Resende, L; Barbosa, C; Araujo, C; Deleles, C. (2013). Proposal for a remote sensing trophic state index based upon Thematic Mapper/Landsat images. (En línea). Formato PDF. BR. Consultado 20. Julio 2015. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n3/v8n3a06.pdf>
- NALMS (Sociedad de Gestión del Lago de América del Norte). (2008). USA. Consultado 10 de Enero 2015 . Formato html. Recuperado de: [www.waterontheweb.org/under/waterquality/html](http://www.waterontheweb.org/under/waterquality/html)
- Niñerota, D; Pomares, J; Dolz, J. (2003). Alteración que presenta la temperatura del agua por la existencia de embalses. Consultado 30 de Enero 2016. Formato PDF. Recuperado de: [http://eias.entalca.cl/isi/coordinadores/rafael\\_val/alteracion\\_que\\_presenta\\_la\\_temperatura\\_del\\_agua\\_por\\_la\\_existencia\\_de\\_embalses.pdf](http://eias.entalca.cl/isi/coordinadores/rafael_val/alteracion_que_presenta_la_temperatura_del_agua_por_la_existencia_de_embalses.pdf)
- OCDE. (1982). Eutrophisation des eaux. Méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte. Paris. 164 pp.
- OMS. (2003). pH in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/12).
- OMS (2003). Total dissolved solids in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/16).
- OMS (2003). Nitrate and nitrite in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/56).
- OMS (2003) Hardness in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/6).
- OMS (2003) Total dissolved solids in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de

la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/16).

OMS (2006) (Organización Mundial de la Salud). Guías para la calidad del agua potable. Primer apéndice a la tercera edición VOL.1. P.157-351.

ONU-DAES (Departamento de asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas) (2014). Calidad de Agua. Formato html. Consultado 13 de Dic de 2015. Recuperado de: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>

Ordoñez, J. (2011). Limnología del embalse de Sau. Relaciones del zooplancton, la clorofila y los sólidos en suspensión con el clima lumínico del agua. ES. Formato PDF. Consultado 16 de noviembre de 2016. Recuperado de: <http://www.tdx.cat/handle/10803/1449>

Pena, L; Ferreira, C; Almeida, M. (2004). PR. Formato PDF. BR. Consultado 21. Octubre 2016. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/tocan.pdf>

Peñaherrera, D. (2010). Estudio sobre el estado trófico actual de la Laguna de Limoncocha. Quito EC. ( Tesis Doctoral dissertation, Universidad Internacional SEK). Consultado 9 de Octubre 2016. Formato PDF. Recuperado de: <http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/handle/123456789/417>

Peña, H., y Solanes, M.(2003). La gobernabilidad efectiva del agua en las América.

Pèrez, J (2011). Manual para determinar el agua de riego agrícola. Universidad Veracruzana Facultad de Ciencias Agrícolas, pag. 37

Quino, I y Quintanilla, J. (2013). Índice de calidad del agua en la cuenca del lago Poopó, aplicando herramientas del SIG. La Paz. BOL. Revista *Boliviana de Química*. Vol. 30. p 3.

Ramírez, J; García, N; Nodal, Y; Padilla, T. (2012). Portal Web “Portagua” para apoyar los conocimientos sobre la calidad del agua. CU. Revista *Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Vol. 21. P. 69.

Rau j. (1980). Concepts of environmental impacts analysis. Capitulo I. En Edit. Mac Graw-Hill. Book Company. USA.

- Rodríguez, P. (2007). Problema por la contaminación del agua EPSA-Mc Graw Hill- Nueva Edición 1999. Jissel Urbietta.
- Romero, J. (2002). Calidad de agua. Segunda ed. Colombia. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. p 65-160.
- Rondón, E. (2007). Normalización y georeferenciación de las localidades de colecta. Consultado el 1 feb 2016. Recuperado de: <http://worldwidescience.org/topicpages/p/para+variables+expresadas.html>
- Samboni, N. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos, indicadores de la calidad y contaminación del agua. *Revista Ingeniería e investigación*, diciembre vol. 27 (núm. 3). México, D.F. p 8.
- Sánchez, O. (2007). Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología.
- Sawyer, C; McCarty, P; Parkin, G. (2000). Química para ingeniería. 4ed. Ariza. Universidad de Huelva, ES. p 56, 57.
- SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1999) Calidad de aguas en México D.F. p 22, 23.
- Seoáñez, M. (1999). Ingeniería del medioambiente aplicada al medio natural continental. Segunda edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 702.
- Shuval, H. (1977). Health effects of nitrates in water. EPA-600/1-1-77-030.
- Siles, J.; Soares, D. (2003). La fuerza de la Corriente: Gestión de Cuencas Hidrográficas con Equidad de Género. San José, CR. Hivos/IUCN. 266p. N.F. Gray. 2000 ``Calidad del Agua potable``, editorial Acribia, S.A – Zaragoza (España).
- Solórzano, N. (2008). Buenas Prácticas Agropecuarias. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Tablados, Sf.
- Tobón, F. y López, L. (2011). Genotoxicidad del agua contaminada por plaguicidas en un área de Antioquia-COL. Rev. MVZ



*Cordoba* vol.16 (num.2), 2001, p 1.

Torres, P; Cruz, C; Patiño, P; Escobar, C; Perez, A. (2009). Aplicación de índices de calidad de agua - ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano. *Ingeniería e Investigación* VOL. 30 No. 3

Torres, D., & Capote, T. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 13(3), 2-6.

TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria) (2002). Sistema Unico de Manejo Ambiental (SUMA). Libro VI, Título I. Ministerio de Ambiente. Quito, EC. p100

UNESCO (Organización de las Naciones Unidad para la Educación la Ciencia y la Cultura). 2009. Día Mundial del Agua: los recursos hídricos transfronterizos. Consultado el 29 sep. 2012. [http://www.unesco.org/water/water\\_celebrations/index\\_es.shtml](http://www.unesco.org/water/water_celebrations/index_es.shtml)

Universidad Central del Ecuador. (2008). El deterioro de los suelos en el ecuador y la producción agrícola. Quito: UCE.

Universidad Nacional del Nordeste. (2011). Introducción a la Producción Animal. Argentina: UNNE.

USGS (U.S. Geological Survey). (2015). Consultado 21 de Julio de 2016. Formato html. Recuperado de: <http://water.usgs.gov/edu/dissolvedoxygen.html>

Vega R. O. y Arreguín C., F. I. (1987). Presas de Almacenamiento y Derivación. UNAM. México.

Velásquez, J; Jiménez, G; Sepúlveda, M. (2007). Determinación de la Calidad Ambiental de la Ciénaga Colombia. Caucasia Antioquia. CO. Consultado 27 de diciembre de 2016. Formato PDF. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/1694/169419796015.pdf>

Vidal, M.; López, A.; Santoalla, MC.; Valles, V. (2000). Factor analysis for the water resources contamination due to the use of livestock slurries as fertilizer. *Agricultural Water Management*, 45:1-15

- Villamizar C., A. (1989). Diseño de Presas de Tierra para Pequeños Almacenamientos. HIMAT.
- Viracucha, S. (2012). Tratamiento biológico de aguas generadas en un Ingenio Azucarero- con la tecnología de lodos activados. (Tesis. Ing. Química). UCE. Quito. EC. p 15.
- Zaixso, H. (2002). Manual de campo para el muestreo de la columna de agua. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Humanidad y Ciencia Sociales. Buenos Aires Argentina.
- Zapata, G; Orozco, L; Cantera, J; Castaño, A; Cardona, D; Sánchez, I. (2012). Metodología para determinar niveles de eutrofización en ecosistemas acuáticos. CO. Consultado 27 de mayo de 2015 .  
Formato PDF. Recuperado de:  
<http://www.asociacioncolombianadecienciasbiologicas.org/download/revistas/2012%282%29/Art%2011%20OK.pdf>

# **ANEXO 1**

## **CRONOLOGÍA FOTOGRAFÍA**

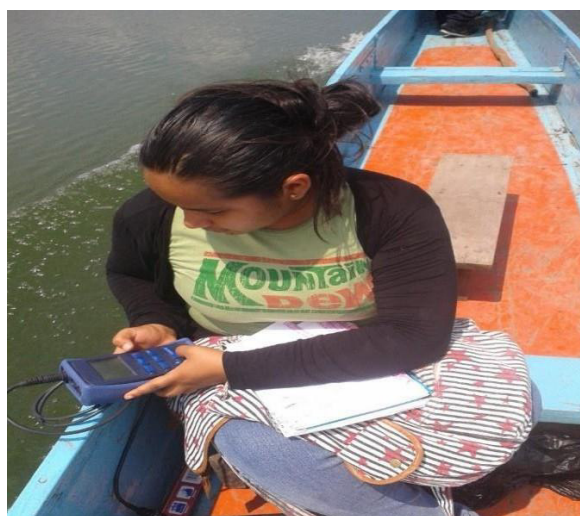
### VISITA A LA ZONA DE ESTUDIO



### ENCUESTAS REALIZADAS EN LAS COMUNIDADES ALEDAÑAS



### TOMA DE MUESTRAS Y ANALISIS IN SITU



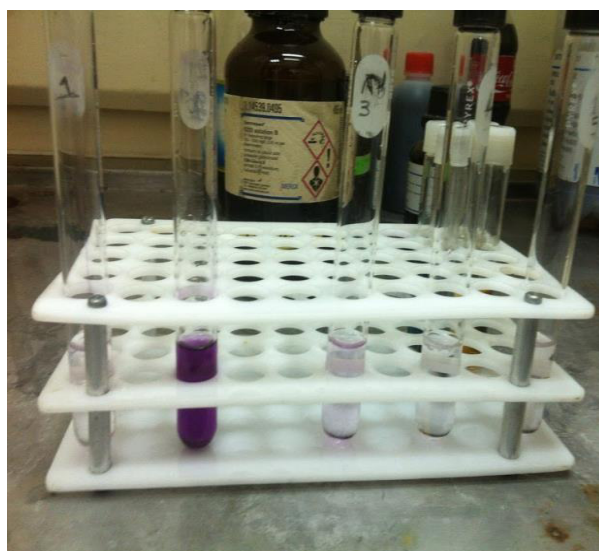


### TRASLADO DE LAS MUESTRAS

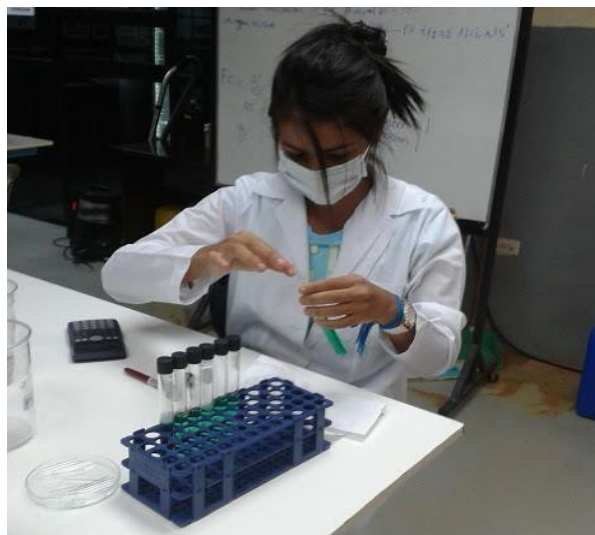


### ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL LABORATORIO





ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS



**ANEXO 2**  
**VALIDACIÓN DE ENCUESTA**

Calceta, 10 de septiembre de 2015

Señores:  
Miembros del Comité de Validación

La presente tiene por finalidad solicitar su colaboración para determinar la validez de contenido de los instrumentos de recolección de datos a ser aplicados en el estudio denominado **“INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL EMBALSE LA ESPERANZA, ECUADOR”**.

Su valiosa ayuda consistirá en la evaluación de la pertinencia de cada una de las preguntas con los objetivos, variables, dimensiones, indicadores, y la redacción de las mismas.

Agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, se despide de  
Ustedes,

Atentamente,

Mg. Verónica Dayana Espinel Pino  
**DOCTORANDA**



**INVESTIGADOR: ING. VERÓNICA DAYANA ESPINEL PINO, Mg.**  
**TEMA: INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL EMBALSE LA ESPERANZA, BOLÍVAR- MANABÍ-ECUADOR**

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Actividad Antropogénica y natural	El término antropogénico se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana. Normalmente se usa para describir contaminaciones ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas, tales como la producción de dióxido de carbono por consumo de combustibles fósiles.	Agropecuaria	Presencia de nitrógeno y fósforo	
		Doméstica	Presencia de microorganismos patógenos	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Calidad del agua	La calidad del agua se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. El concepto de calidad del agua ha sido asociado al uso del agua para consumo humano, entendiéndose que es el agua de calidad cuando puede ser usada sin causar daño. Sin embargo dependiendo de otros usos que se requieran para el agua, así se puede determinar la calidad del agua para dichos usos.	Físicos	Temperatura, pH, color, turbidez, sólidos totales, sólidos suspendidos, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, disco secchi, salinidad.	
		Químicos	DBO, cloruros, alcalinidad total, aceites y grasas, dureza total, dureza cálcica, sulfatos, nitritos, fosfatos, hierro, magnesio, sólidos disueltos, fósforo total y clorofila	
		Microbiológico	Coliformes totales	
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>		
¿En qué medida la actividad antropogénica influye en la calidad del agua del Embalse La Esperanza del Ecuador para su uso doméstico y agrícola según las normativas de la OMS y la FAO?	Evaluar la influencia de la actividad antropogénica en la calidad del agua del embalse La Esperanza, para su uso doméstico y agrícola según las normativas de la OMS y la FAO	Producto de la actividad antropogénica en sus diferentes aspectos es la causa de la contaminación del agua del embalse La Esperanza que hace que su calidad sea afectada para el uso doméstico y agropecuario.		
<b>Aspectos específicos</b>				
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Variables</b>	<b>Técnica de recolección de datos</b>
¿En qué medida el Índice de Calidad Ambiental (ICA) del embalse La Esperanza cumple con las exigencias de la OMS y la FAO para agua de abastecimiento público y agrícola?	• Evaluar la calidad del agua del embalse La Esperanza según el Índice de Calidad del Agua (ICA), para su uso doméstico y agropecuario en función de las normativas de la OMS y la FAO	b) Mediante indicadores físicos-químicos y microbiológicos e interrelacionándolos con el índice de Calidad de Agua (ICA) posibilitará determinar su grado de contaminación para establecer sus usos doméstico y agropecuario según lo establecido en la OMS y la FAO	Niveles de contaminantes en el agua	Medición por muestreo aleatorio
¿Cuál es el nivel de eutrofización que se encuentra en el embalse La Esperanza según los índices de estado trófico?	• Determinar el nivel de eutrofización del embalse La Esperanza mediante índices de estado trófico	a) Mediante el cálculo y análisis de índices de estado trófico se determinará el nivel de eutrofización del embalse La Esperanza.	Niveles de eutrofización (fósforo y nitrógeno)	Medición por muestreo aleatorio
Preparar un plan de buenas prácticas agropecuarias que permitan sociabilizar los resultados y garantizar el desarrollo sustentable	• Preparar un plan de buenas prácticas agropecuarias que permitan sociabilizar los resultados y garantizar el desarrollo sustentable	c) Realizando un plan de gestión para el desarrollo sostenible de buenas prácticas agropecuarias se disminuirá la contaminación del embalse La Esperanza.	habitantes de los diferentes afluentes.	Medición por muestreo aleatorio

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA**  
**UNIDAD DE POS-GRADO**

Buenos días. La presente encuesta la realizamos como instrumento de investigación para tesis de grado, para optar al Título de Dr. En Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Es de mucha utilidad que pueda contestar este breve cuestionario respecto a las actividades agropecuarias y domésticas que se realizan en la zona. Estas respuestas se mantendrán en el más absoluto anonimato, utilizándolo sólo para fines de la tesis.

Masculino

Femenino

**1.- ¿Cuál es su principal actividad económica?**

Agricultura  Ganadería  Pesca  otro \_\_\_\_\_

**2.- Que tipos de cultivos usted realiza**

Ciclo corto  Permanente  orgánicos

**3.- ¿Cuales son los cultivos que más se realizan?**

\_\_\_\_\_

**4.- ¿Tiene usted cultivos cercanos al Embalse o sus afluentes?**

SI  NO

**5.- ¿Cuál es la actividad pecuaria que más realizan?**

Avícola  ganadera  porcina

**6.- ¿Realiza usted la cría de animales en áreas que alimentan al embalse=**

SI  NO

**7.- ¿El agua residual que utiliza en la cría de estos animales desemboca al afluente que alimenta al embalse?**

SI  NO

**8.- ¿Considera usted que la actividad agropecuaria en los últimos 10 años ha?**

Disminuido  Aumentado

**9.- ¿Qué tipo de químicos se utilizan en los cultivos?**

Pesticidas  Abonos químicos  Abonos orgánicos

Herbicidas  Fungicidas

**10.- ¿Conoce usted las características de los químicos que aplica a cada cultivo?**

SI  NO

**11.- ¿Qué hace con los envases vacíos de los químicos utilizados?**

Los incinera  Los desecha por las vertientes

Los recicla  Los entierra

**12.- ¿Practica la ganadería asociada a la agricultura?**

SI  NO

**13.- ¿Crían cerdos cerca de las fuentes de agua?**

SI  NO

**14.- ¿Cómo eliminan las excretas?**

Pozo ciego  Cerca de las fuentes de agua

**15.- ¿Ha recibido alguna capacitación sobre el uso de los productos químicos?**

SI  NO

**16.- ¿Las aguas residuales son depositadas?**

Al suelo  cerca de la fuente de agua  En recipientes

**17.- ¿Utiliza usted insecticidas y fertilizantes respectivamente en sus cultivos?**

SI  NO

**18.- ¿Qué uso le da al agua del efluente que alimenta el Embalse?**

Riego  Consumo  Abrevadero

**19.- ¿Se ha percatado de muertes de animales en los alrededores del Embalse?**

SI  NO

**20.- ¿Qué hacen con los residuos sólidos?**

Los arrojan al embalse o quebrada  Los entierran  Los incineran

Calceta, 25 de septiembre de 2015

Señora:  
Mg. Verónica Dayana Espinel Pino  
Presente.-

La comisión del comité de validación, toda vez que hemos analizado el cuadro de operacionalización de las variables, validamos el contenido de los instrumentos de recolección de datos a ser aplicados en el estudio denominado **“INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL EMBALSE LA ESPERANZA, ECUADOR”**.

Satisfechos de haber podido colaborar en este trabajo, le deseamos éxitos

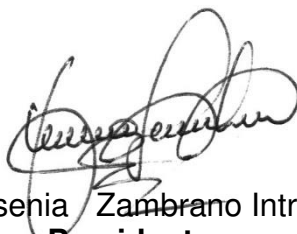
Atentamente,



Mg. Erika Espinel Pino.  
**Miembro**



Mg. Patricio Noles Aguilar.  
**Miembro**



Mg. Yesenia Zambrano Intriago.  
**Presidente**