UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Título del Proyecto de Investigación

“CALIDAD DE AGUA PARA LA PRODUCCIÓN PISCICOLA EN EL PROCESO DE CAPTACIÓN EN LA COMUNIDAD DE PAJARITO DEL CANTÓN MOCACHE”

AUTOR

ERIKA PAOLA LOOR CASTILLO

AUSPICIO ACADÉMICO

ING. ROQUE LUIS VIVAS MOREIRA M.Sc

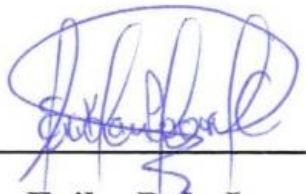
Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2016 - 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Erika Paola Loor Castillo, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

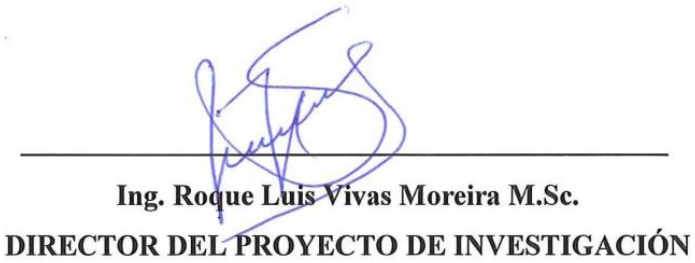
La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Erika Pola Loor Castillo
C.C. 1206815365
AUTOR

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, **Ing. Roque Luis Vivas Moreira M.Sc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Erika Paola Loor Castillo**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, **"CALIDAD DE AGUA PARA LA PRODUCCIÓN PISCICOLA EN EL PROCESO DE CAPTACIÓN EN LA COMUNIDAD DE PAJARITO DEL CANTÓN MOCACHE"**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario**,** bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Ing. Roque Luis Vivas Moreira M.Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito, **Ing. Roque Luis Vivas M.Sc.** en calidad de director del Proyecto de Investigación de Grado **"CALIDAD DE AGUA PARA LA PRODUCCIÓN PISCICOLA EN EL PROCESO DE CAPTACIÓN EN LA COMUNIDAD DE PAJARITO DEL CANTÓN MOCACHE",** de autoría del estudiante **Erika Paola Loor Castillo**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 4%, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS ERIKA LOOR.docx (D28168179)
Submitted: 2017-05-13 17:42:00
Submitted By: rvivas@uteq.edu.ec
Significance: 4 %

Sources included in the report:

TESIS ERIKA LOOR.docx (D27599221)
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/44470/Tesis_Fin_de_master%20jose.pdf?sequence=1

Instances where selected sources appear:

5

Ing. Roque Luis Vivas Moreira M.Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

"CALIDAD DE AGUA PARA LA PRODUCCIÓN PISCICOLA EN EL PROCESO DE CAPTACIÓN EN LA COMUNIDAD DE PAJARITO DEL CANTÓN MOCACHE"

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Dr. Ítalo Espinoza Guerra

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Gustavo Quintana Zamora.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Carlos Mazón Paredes.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2017 - 2018

AGRADECIMIENTO

Este triunfo se lo agradezco a Dios, por haberme dado las fuerzas y las capacidades necesarias de seguir adelante para lograr este anhelado sueño, por haberle brindado una oportunidad más de vida a mi padre en aquella situación en la cual se encontró. Gracias a ti Padre Celestial he logrado esta gran meta la cual se convirtió en un reto para mí, con tu ayuda espiritual estoy ahora convirtiéndome en una profesional.

A mis amados padres como lo son Héctor Eduardo Loor Rivas y Clara Elena Castillo Peralta, por ser mis dos pilares fundamentales en mi vida, por todo su apoyo incondicional que siempre me han brindado, por ser unos luchadores, a pesar en la situación en la que nos encontrábamos, siempre supieron apoyarme y nunca rendirse, a estos dos guerreros le agradezco un mundo sin ellos no sería lo que ahora soy.

A mi Tía Daysi Loor Rivas te agradezco por estar siempre conmigo cuando más lo necesito. A mis Tíos Alba Rivas, Oralia Loor, Humberto García, a ustedes también les agradezco por apoyarme siempre.

A mi tutor Ing. Roque Luis Vivas Moreira por dedicar su tiempo para culminar con éxito este prestigioso trabajo investigativo. Al ingeniero Edwin Jiménez y Juan Urdanigo por su asesoría como docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

A mi amigo de estudio Jairo Muñoz Montoya, por brindarme su amistad sincera y por ayudarme en su debido momento, a mis demás compañeros Marlon Mena, Gabriela Suarez, Viviana Armijos, Galud Meza, Johanna Bueno, Jonathan Pinargote, gracias colegas por haber estado siempre conmigo en aquellos momentos difíciles por los que pase, a pesar de ciertas discusiones que una vez tuvimos supieron supéralas y estuvieron a mi lado cuando más lo necesitaba. A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo “Facultad de Ciencias Pecuarias” y docentes de la carrera de Ingeniería Agropecuaria por brindarme sus conocimientos y sabidurías durante mi etapa de estudiante.

Erika Paola Loor Castillo

DEDICATORIA

Este meta logrado se lo dedico a Dios por ser la luz de mi vida, ser mi guía durante mi largo camino como estudiante, darme las fuerzas necesaria para hacer realidad este sueño, ya que con su ayuda puedo seguir adelante y llegar al éxito.

A mí guerrera madre Clara Elena Castillo Peralta dedico este triunfo, gracias a su apoyo he logrado esta gran meta, el cual será recompensado con mi esfuerzo profesional.

A mí querido padre Héctor Eduardo Loor Rivas, por apoyarme hasta donde más lo pudo hacer, a pesar en la situación en la que está siempre estará apoyándome y guiándome por el buen camino, darme consejos para ser una excelente persona en la vida.

A mis hermanos Karina, Maritza, Lilibeth, Armando, Marco, por estar siempre conmigo, a mi sobrino Alexander Carranza por estar apoyando con un grano de arena en lo más necesario.

A mis Familiares Daysi, Humberto, Oralia, Alba, por estar conmigo apoyarme siempre y brindarme su cariño sincero, tengan presente seres queridos que cuenta con mi apoyo, gracias a ustedes soy una profesional.

Erika Paola Loor Castillo

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVE

El presente proyecto de investigación se ejecutó en la Comunidad de Pajarito perteneciente al Cantón Mocache en los sectores Pajarito de Arriba, La Maracuyá, El cruce, persiguiendo los siguientes objetivos. Evaluar la calidad del agua de uso piscícola en la fase de captación de la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache. Identificar el impacto de la captación de agua de uso piscícola de la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache. Valorar las características físico-químicas del agua de uso piscícola en la fase de captación de la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache. Conocer la calidad de agua para uso piscícola en la comunidad de Pajarito del cantón Mocache, Para el desarrollo de esta investigación se realizó noventa encuestas sobre el uso del agua de pozo para la piscicultura, la medición de los parámetros físico-químicos se midieron in situ mediante el uso del multiparametrico HANNA 9829. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA).Los parámetros a medir fueron (temperatura, pH, conductividad, turbidez, solidos disueltos totales y oxígeno disuelto).El mayor promedio de temperatura y pH lo registro el sector de Pajarito de Arriba, mientras que los menores resultados fueron para el sector La Maracuyá y el Cruce, no obstante, en el análisis de conductividad eléctrica y solidos disueltos totales los valores más altos lo presento el sector La Maracuyá y El Cruce, para el oxígeno disuelto el sector la Maracuyá obtuvo el valor más bajo y en cuanto a la turbidez los mayores valores fueron para La Maracuyá y El Cruce, siendo el menor valor para el sector Pajarito de Arriba, presentando así diferencias estadísticas entre tratamientos (sectores) .

Palabras clave: Calidad del agua, Parámetros, Proceso de captación.

ABSTRACT AND KEYWORDS

This research project was carried out in the Community of Pajarito belonging to the Canton Mocache in the sectors Pajarito de Arriba, La Maracuyá, El cruce, pursuing the following objectives. To evaluate the quality of water used in the catchment phase of the community of Pajarito del Cantón Mocache. To identify the impact of the catchment of water of fish use of the community of Pajarito of Canton Mocache. To evaluate the physical-chemical characteristics of water used in the catchment phase of the community of Pajarito del Cantón Mocache. To know the quality of water for fish use in the community of Pajarito in the canton Mocache, For the development of this research was conducted ninety surveys on the use of well water for fish farming, measurement of physical and chemical parameters were measured in situ (DBCA). The parameters to be measured were: temperature, pH, conductivity, turbidity, total dissolved solids and dissolved oxygen). The highest average temperature and pH values were obtained by using the multiparametric HANNA 9829. It was recorded the Pajarito de Arriba sector, while the lowest results were for the Maracuyá and Cruce sector, however, in the analysis of electrical conductivity and total dissolved solids, the highest values were presented by the sector La Maracuyá and El Cruce , For the dissolved oxygen the sector Maracuyá obtained the lowest value and in terms of turbidity the highest values were for La Maracuyá and El Cruce, Being the lowest value for the sector Pajarito de Arriba, thus presenting statistical differences between treatments (sectors).

Key words: Water quality, Parameters, catchment process.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo **Página.**

PORTADA……...…… i

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS……..... ii

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN……...…… iii

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO……..... iv

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.. v

AGRADECIMIENTO……...…… vi

DEDICATORIA……...…….…..……. vii

RESUMEN……..……. viii

ABSTRACT……..……... ix

TABLA DE CONTENIDO……..…… x

ÍNDICE DE TABLAS……...……... xiv

ÍNDICE DE FIGURAS……..…….. xv

ÍNDICE DE ANEXOS……...……... xvi

CÓDIGO DUBLIN……...…… xvii

INTRODUCCIÓN……...……. 1

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN……..... 3

1.1. Problema de investigación……... 4

1.1.1. Planteamiento del problema……..... 4

1.1.2. Formulación del problema……..… 5

1.1.3. Sistematización del problema……..... 5

1.2. Objetivos……..…... 6

1.2.1. Objetivo general……..…… 6

1.2.2. Objetivos específicos…….……. 6

1.3. Justificación……...….. 6

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN…… 8

2.1. Marco conceptual……..….. 9

2.1.1. Agua ……..…….. 9

2.1.2. Calidad del agua ……..…….. 9

2.1.3. Calidad del agua en la produccion piscicola ……..... 9

2.1.4. Proceso de captacion ……..…… 10

2.1.5. Parametros fiscoquimicos del agua……..……... 10

2.1.6. Importancia del agua …….. 10

2.1.7. Ciclo del agua ……..... 10

2.1.8 Uso del agua ……..…… 11

2.1.9. Fuentes de agua ……..……. 11

2.1.10. Aguas subterraneas ……..…….. 11

2.1.11. Aguas superficiales…….…..... 11

2.1.12. Contaminacion del agua ……..… 12

2.1.13. Altearcion de la composicion quimica del agua……..…. 12

2.1.14. Principales contaminantes del agua……..... 12

2.1.15. Desechos organicos…….…….... 12

2.1.16. Sustancias quimicas ……..... 13

2.1.17. Nutrientes vegetales inorganicos..……... 13

2.1.18. Sendimentos y materiales suspendidos…….…….. 13

2.1.19. Calidad del agua ……..... 13

2.1.20. Los peces como indicadores de la calidad del agua…… 14

2.1.21. Normas de calidad de nueva generacion……..….. 14

2.1.22. Indice de calidad del agua ……. 15

2.1.23. Indices fisicoquimicos …… 15

2.1.24. Indice global determinista para la calidad del agua piscicola ……..…... 16

2.1.25. Los indices mas comunes ……..….. 16

2.1.26. Uso de los indices ……..…. 16

2.1.27. Caracteristicas Fisicoquimicas del agua ……..…… 17

2.1.27.1 Turbidez ……..... 17

2.1.27.2 Temperatura …….. 18

2.1.27.3 Conductividad ……..……. 18

2.1.27.4 Oxigeno disuelto …….….. 18
2.1.27.5 pH……..... 19
2.1.27.6 Solidos disueltos totales…….…. 19
2.2. Marco referencial ……...…… 20

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN……... 28
3.1. Localización…….... 29
3.2. Tipo de investigación…….…. 29
3.3. Métodos de investigación……... 30
3.4. Fuentes de recopilación de información…….… 30
3.5. Diseño de la investigación…….…. 30
3.6. Instrumentos de investigación……..... 31
3.7. Procedimiento experimental……... 31
3.8. Tratamiento de los datos…….… 32
3.9. Recursos humanos y materiales…….…. 32

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN……... 34
4.1. Encuestas a los moradores en la comunidad de Pajarito …… 35
4.2. Analisis de los Párametros Fisicoquimicos ……..…….. 39
4.2.1. Temperatura……..…….…. 40
4.2.2. pH……..…….. 40
4.2.3. Conductividad electrica. ……. 40
4.2.4. Solidos disueltos totales ……. 41
4.2.5. Oxigeno disuelto…… ……..... 41
4.2.6. Turbidez ……..... 41

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…….….. 42
5.1. Conclusiones……..……. 43
5.2. Recomendaciones…….….. 43

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA……..……. 44

6.1. Literatura citada..... 45

CAPÍTULO VII

ANEXOS..... 51

7.1. Anexos……..…... 52

7.1.1. Anova de los parametros Fisicoquimicos …….…….. 52

7.1.2. Imágenes de la investigacion…….. 55

ÍNDICE DE TABLAS

Página.

Tabla 1. Rangos de valores fisicoquímicos del agua subterránea…… 16

Tabla 2. Características climáticas de la zona de Pajarito del cantón Mocache…… 29

Tabla 3. Análisis de Varianza ADEVA del diseño experimental…….……... 31

Tabla 4. Analisis Físico- químicos del agua para la producción piscícola en la comunidad de Pajarito del Canto Mocache…….…….…. 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Problemas del abastecimiento del agua en la comunidad de Pajarito…….	35
Figura 2.	Uso del agua de pozo para la producción piscícola……	35
Figura 3.	Calidad del agua de pozo de la comunidad ……..	36
Figura 4.	Análisis del agua de pozo……...…..……	36
Figura 5.	El buen uso de agua al cultivar peces……...	37
Figura 6.	Conflictos del abastecimiento del agua al ser usado para la piscicultura...	37
Figura 7.	Aptitud del agua para la vida de los peces……	38
Figura 8.	Afecciones al agua al practicar la piscicultura rural……	38
Figura 9.	Experiencia en piscicultura utilizando agua de pozo…….	38
Figura 10.	Disponibilidad a incursionar en piscicultura rural…….	39

ÍNDICE DE ANEXOS

		Página.
Anexo 1.	Fuente de variación, cuadrados y medias para la Temperatura**…**…….....	52
Anexo 2.	Fuente de variación, cuadrados y medias para el pH……..…….	52
Anexo 3.	Fuente de variación, cuadrados y medias para el EC……	53
Anexo 4.	Fuente de variación, cuadrados y medias para el TDS……...	53
Anexo5.	Fuente de variación, cuadrados y medias para el DO……	53
Anexo 6.	Fuente de variación, cuadrados y medias para el TURB……..	54
Anexo 7	Encuesta realizada a los moradores de la comunidad de pajarito……..	55
Anexo 8.	Iniciativa y dialogo de la investigación a realizarse……..	55
Anexo 9.	Recogida muestra del agua……...	56
Anexo 10.	Análisis de la muestra y toma de datos……..	56

CÓDIGO DUBLÍN

Titulo:	"Calidad de agua para la producción piscícola en el proceso de captación en la comunidad de Pajarito del cantón Mocache"				
Autor:	Erika Paola Loor Castillo				
Palabras clave:	Calidad del agua	Parámetro	Proceso de Captación		
Fecha de Publicación:					
Editorial:					
Resumen	**Resumen. -** El presente proyecto de investigación se ejecutó en la Comunidad de Pajarito perteneciente al Cantón Mocache en los sectores Pajarito de Arriba, La Maracuyá, El cruce, persiguiendo los siguientes objetivos. Evaluar la calidad del agua de uso piscícola en la fase de captación de la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache. Identificar el impacto de la captación de agua de uso piscícola de la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache. Valorar las características físico-químicas del agua de uso piscícola en la fase de captación de la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache. Conocer la calidad de agua para uso piscícola en la comunidad de Pajarito del cantón Mocache, Para el desarrollo de esta investigación se realizó noventa encuestas sobre el uso del agua de pozo para la piscicultura, la medición de los parámetros físico-químicos se midieron in situ mediante el uso del multiparametrico HANNA 9829. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA).Los parámetros a medir fueron (temperatura, pH, conductividad, turbidez, solidos disueltos totales y oxígeno disuelto).El mayor promedio de temperatura y pH lo registro el sector de Pajarito de Arriba, mientras que los menores resultados fueron para el sector La Maracuyá y el Cruce, no obstante, en el análisis de conductividad eléctrica y solidos disueltos totales los valores más altos lo presento el sector La Maracuyá y El Cruce, para el oxígeno disuelto el sector la Maracuyá obtuvo el valor más bajo y en cuanto a la turbidez los mayores valores fueron para La Maracuyá y El Cruce, siendo el menor valor para el sector Pajarito de Arriba, presentando así diferencias estadísticas entre tratamientos (sectores). **Abstract. –** This research project was carried out in the Community of				

	Pajarito belonging to the Canton Mocache in the sectors Pajarito de Arriba, La Maracuyá, El cruce, pursuing the following objectives. To evaluate the quality of water used in the catchment phase of the community of Pajarito del Cantón Mocache. To identify the impact of the catchment of water of fish use of the community of Pajarito of Canton Mocache. To evaluate the physical-chemical characteristics of water used in the catchment phase of the community of Pajarito del Cantón Mocache. To know the quality of water for fish use in the community of Pajarito in the canton Mocache, For the development of this research was conducted ninety surveys on the use of well water for fish farming, measurement of physical and chemical parameters were measured in situ (DBCA). The parameters to be measured were: temperature, pH, conductivity, turbidity, total dissolved solids and dissolved oxygen). The highest average temperature and pH values were obtained by using the multiparametric HANNA 9829. It was recorded the Pajarito de Arriba sector, while the lowest results were for the Maracuyá and Cruce sector, however, in the analysis of electrical conductivity and total dissolved solids, the highest values were presented by the sector La Maracuyá and El Cruce , For the dissolved oxygen the sector Maracuyá obtained the lowest value and in terms of turbidity the highest values were for La Maracuyá and El Cruce, Being the lowest value for the sector Pajarito de Arriba, thus presenting statistical differences between treatments (sectors).
Descripción	72 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URI:	

INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso natural renovable, importante para los seres vivos, hombre, animales y plantas. Es una fuente de vida y todos los seres vivos dependen de ella, además, es utilizada para las diversas actividades productivas, alimentos, crecimientos de plantas, cría de animales y el buen vivir de la humanidad (1).

Debido a la importancia del agua es necesario conocer la manera de preservarla. Diferentes autores han estudiado cuestiones vinculadas a la calidad de agua para la producción. En los últimos años, el incremento en la demanda del recurso agua, la escasez y deterioro de su calidad han puesto de manifiesto la necesidad de evaluar la calidad y disponibilidad del recurso a fin de garantizar el desarrollo productivo (2).

La calidad de agua es un factor determinante de la producción, debido a su relación con los seres vivos. Los criterios que habitualmente se consideran para la determinación de la calidad del agua son sus propiedades físico-químicas, la presencia de compuestos tóxicos y de bacterias patógenas, y el exceso de minerales (3). En lo referente a la evaluación de la calidad de agua, se convierte en una alternativa altamente efectiva en la búsqueda de un mayor control y buen uso de la misma (4).

La calidad de agua es determinante en producciones no tradicionales, de importante desarrollo en los últimos años, como las de especies acuáticas donde es el eje central de su desarrollo; los cambios en los parámetros físico-químicos (pH, alcalinidad, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, entre otros) puede provocar una disminución en la producción e inclusive una pérdida total; además están asociados en el incremento de la concentración en los tejidos de los peces, pudiendo perjudicar la calidad del producto con consecuencias en la salud humana por consumo (2).

Las medidas legislativas que se han adoptado progresivamente para evitar la contaminación del agua y los riesgos que se derivan de ella han contribuido a atenuar parcialmente esta situación. Sin embargo, la creciente demanda de agua y el descubrimiento continuo de nuevos contaminantes potencialmente peligrosos dejan clara la

necesidad de seguir investigando en todas aquellas áreas que puedan contribuir a proteger la salud humana y la del medio ambiente, conseguir un uso sostenible del agua y disminuir los efectos que alteren su calidad (5).

La investigación calidad del agua para la producción de peces en el proceso de captación pretende evaluar de forma ordenada, y siguiendo un rigor metodológico característico. El agua, siendo la misma apta o no para producir a futuro la piscicultura, mediante la determinación de los parámetros físico-químicos de calidad del agua presentes en muestras de agua de pozo, que utiliza la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache, provincia de Los Ríos.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El abastecimiento de agua en áreas rurales de mayor población es insuficiente lo que limita su uso en producción piscícola, generando conflictos entre el productor y la comunidad. Muchas comunidades cuentan con agua proveniente de pozos y parte de ella es utilizada para la producción de peces, pero desconocen si el agua que ellos utilizan es apta o cuentan con las condiciones óptimas para la piscicultura.

Factores como la contaminación, la mala práctica agrícola causan alteración de la calidad del agua. Por tal razón el agua debe ser analizada mediante el estudio de los parámetros físico-químicos (pH, temperatura, oxigeno, turbidez, conductividad, solidos disueltos totales.) aunque parezca que todos los cuerpos de agua son útiles para la acuicultura, en ciertos casos no reúne los requisitos necesarios para la vida acuática.

El estudio de la calidad del agua es muy importante dentro de un cultivo piscícola, de ella depende el grado de supervivencia de los organismos acuáticos y éxito de la explotación.

Diagnóstico.

Actualmente el recurso agua es afectada debido a la aglomeración de la población, el mal manejo en agricultura, la industria, desechos orgánicos, etc. Estos factores dañinos alteran la calidad del agua convirtiéndola en una amenaza para la vida acuática y la población humana. La comunidad de Pajarito perteneciente al cantón Mocache se abastece de agua de pozos, proveniente de fuentes subterráneas, lo que facilitaría su uso para producción Acuícola.

Pronóstico.

La determinación de los parámetros fisicoquímicos de los pozos de agua de la comunidad de Pajarito, mediante los análisis a realizar contribuirá a conocer la calidad del agua para la piscicultura.

1.1.2. Formulación del problema

Se caracterizará el agua en la comunidad de Pajarito perteneciente al Cantón Mocache con la finalidad de conocer si la calidad del agua proveniente de sus pozos es la apta para que se desarrolle la producción de peces. Para la cual se parte de la siguiente interrogante.

¿Las aguas de los pozos en la comunidad de Pajarito alcanzan los niveles de calidad requeridos para la producción piscícola?

1.1.3. Sistematización del problema

Para la realización de la investigación se parte de las siguientes interrogantes.

¿Cuál sería el impacto de la captación del agua de uso piscícola en la comunidad de Pajarito del cantón Mocache?

¿Cuáles son las características físico-químicas del agua de uso piscícola en la fase de captación en la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache?

¿Cuál es la calidad del agua de uso piscícola en la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la calidad del agua de uso piscícola en la fase de captación de la comunidad de Pajarito del cantón Mocache.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Identificar el impacto de la captación del agua de uso piscícola de la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache.

- ✓ Valorar las características físico-químicas del agua de uso piscícola en la fase de captación de la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache.

- ✓ Conocer la calidad de agua para uso piscícola en la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache.

1.3. Justificación

El agua es un recurso importante y el estudio de su calidad es un tema de carácter interdisciplinario en el ámbito, ecológico, social, económico y productivo de gran repercusión en la vida cotidiana.

Ecológico: La degradación de los ecosistemas acuáticos ha llevado a definir normas de calidad del agua incluyendo componentes biológicos entre los cuales están los peces que son considerados como herramientas para monitorear, caracterizar y definir la calidad del agua para uso en la piscicultura. Desde el punto ecológico, el agua es indispensable para la vida acuática, por el cual los recursos naturales como los ecosistemas y la biodiversidad, representan un capital natural de preservación para las generaciones futuras.

Productivo: Actualmente el agua es un factor de producción para la actividad agropecuaria, es fuente de sustentabilidad para la humanidad, motiva a los productores agrícolas a practicar la acuicultura como una alternativa de producción y desarrollo socioeconómico para su territorio.

Social y Económico: En muchas comunidades el uso del agua en la actividad piscícola es factible genera grandes oportunidades, fuente de empleo, alimentación, productividad económica y social para el productor campesino.

El presente proyecto de investigación tuvo como propósito, caracterizar la calidad del agua de los pozos de la comunidad de Pajarito, mediante el estudio de los parámetros físico-químicos del agua, conociendo la mejor calidad de agua y su uso en la producción piscícola.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

Agua

El agua, soporte fundamental de la vida humana y los ecosistemas (6). El agua es el medio en el que se producen la mayoría de las reacciones físicas-químicas y bioquímicas que son fundamentales para la vida (7).

Es el factor abiótico más importante de la tierra y uno de los principales constituyentes en el mundo en que vivimos y de la materia viva (8).

Calidad del agua

La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Estas características afectan la capacidad del agua para sustentar tanto a las comunidades humanas como la vida vegetal y animal (9).

La calidad de un cuerpo de agua puede estar definida no sólo en términos de las características y requerimientos del sistema hídrico que suministra el agua, sino también de acuerdo con los requisitos exigidos a los efluentes que se descargan en el cuerpo receptor (10).

Calidad del agua en la producción piscícola

La acuicultura está relacionada con la disponibilidad y calidad del agua utilizada para la producción de peces. En cada una de ellas las fuentes de suministro de agua, su calidad, disponibilidad y los requerimientos de las especies son diferentes el cual deben ser considerados para un manejo adecuado de estos sistemas. En la Cuenca Geográfica de producción Acuícola las producciones están asociadas a los recursos hídricos superficiales (2).

Proceso de captación

Es un proceso que se lleva a cabo en fuentes superficiales y subterráneas, para el caso de las subterránea se la lleva a cabo en pozos por medio de perforaciones y bombeo. En este procedimiento se utilizan diversos sistemas de bombeo, con el propósito de mantener el control en relación a la proporción de agua requerida para el suministro dentro de las instalaciones de tratamiento. En el proceso de captación también es considerada la instalación de un sistema de desbaste, el cual permite evitar el paso de residuos hasta el sistema de potabilización (11).

Parámetros físico-químicos del agua

Los parámetros físico-químicos (pH, temperatura, conductividad, solidos disueltos totales, etc.) están relacionados con las bacterias, en los que la temperatura se presenta como uno de los factores ambientales más importantes que influyen en la proliferación y supervivencia de los microorganismos presentes en el agua. La mayoría de los procesos que afectan la calidad del agua en la acuicultura de estanques se duplica cuando hay un incremento de temperatura de 10°C. (12).

Importancia del agua

El agua es uno de los recursos más importantes de la naturaleza, se obtiene fundamentalmente por su caída a la tierra en forma de lluvia, fluye por la superficie terrestre creando arroyos, ríos, lagunas, está en constante movimiento de acuerdo a la topografía por donde se desliza; de esta manera, el agua viaja siguiendo la trayectoria que le marcan los suelos, los declives, las quebradas y hondonadas, formando lo que llamamos una cuenca (1).

Ciclo del agua

El ciclo hidrológico del agua se define como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la fase de vapor, a la atmósfera y regresa en sus fases líquida y sólida. El traspaso del agua desde la superficie de la Tierra hacia la atmósfera, en forma de vapor de agua, se debe a la evaporación directa, a la transpiración

por las plantas y animales y por sublimación (paso directo del agua sólida a vapor de agua) (13).

Uso del agua

Desde un aspecto más conceptual, se puede considerar que el uso del agua es el hecho material de aplicar una o varias de sus funciones para obtener un determinado efecto. El uso del agua, en un sentido amplio, puede ser analizado desde las perspectivas siguientes. La perspectiva puramente económica, consiste en utilizar el agua para satisfacer unas necesidades, por lo que constituye un medio de alcanzar beneficios productivos o de consumo establecidos por un agente económico (14).

Fuentes de agua

Aguas subterráneas

El agua subterránea es utilizada para el abastecimiento de agua potable, tanto en viviendas individuales, como en aglomeraciones urbanas, en proyectos agropecuarios para riego y para uso animal; igualmente, muchas industrias consumidoras de grandes cantidades de agua hacen uso de este recurso (15).

Es aquélla situada bajo el nivel freático y que está saturando completamente los poros y fisuras del terreno, se desplaza muy lentamente por los acuíferos (16).

Las aguas subterráneas, que representan el 0,47 % de los recursos totales, juegan un papel muy importante como reguladoras de las variaciones pluviométricas de un lugar. Los acuíferos de aguas subterráneas aportan el 30% del caudal de los ríos, mientras que los embalses sólo regulan el 15% de los caudales (17).

Aguas superficiales

El agua superficial es aquella que se encuentra circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra (18). En general, éstas proceden directamente de las precipitaciones que caen desde las nubes o de los depósitos que estas forman (19).

El agua superficial, se infiltran en el terreno por los poros y las grietas del suelo, hasta llegar a una cierta profundidad en donde todos los huecos están llenos de agua, pasando a formar parte del agua subterránea. En muchas ocasiones, los ríos superficiales sirven de desague natural a las corrientes subterráneas, por cuya causa aquéllos siguen llevando agua, aunque transcurran largos períodos de tiempo (20).

Contaminación del agua

Por contaminación de agua entendemos la adición de sustancias a un cuerpo de agua que deteriora su calidad, de forma tal que deja de ser apto para el uso que fue designado. En su sentido amplio, podemos definir contaminación de agua como: hacer que las aguas no sean aptas para algún uso particular (21).

Las causas más comunes de contaminación del agua provienen de desagües urbanos (cloacas y pluviales); desagües industriales; desagües originados por la explotación del petróleo; desagües originados por las explotaciones agropecuarias; desagües de temperatura elevada proveniente de la actividad industrial y de usinas eléctricas y, por último, descarga de sólidos (22).

Alteración de la composición química del agua

La composición química natural de las aguas puede verse alterada por actividades humanas: agrícolas, ganaderas e industriales, etc., incorporando sustancias de diferente naturaleza a través de vertidos de aguas residuales o debido al paso de las aguas por terrenos tratados con productos agroquímicos o contaminados (23).

Principales contaminantes del agua

Desechos orgánicos

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran

en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno (24).

Sustancias químicas

Los pesticidas son sustancias o mezclas de sustancias destinadas a prevenir, destruir, repeler o mitigar las plagas. Debido a la regulación de la cual han sido objeto, se han estudiado durante décadas y, en consecuencia, se tiene un razonable conocimiento sobre su presencia y destino en el medio acuático (25).

Nutrientes vegetales inorgánicos

Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable (24).

Sedimentos y materiales suspendidos

Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos acuáticos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, rías y puertos (24).

Calidad del agua

El criterio de la calidad del agua es considerado como la relación cuantificable de exposición-efecto basada en evidencias científicas entre el nivel de un indicador de calidad del agua y los riesgos potenciales asociados con su uso esta calidad es determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua a que se refiera. Las

características hidrológicas son importantes ya que indican el origen, cantidad del agua y el tiempo de permanencia (26).

Los peces como indicadores de la calidad del agua

Los peces son considerados como un vector de comunicación sobre la necesidad de preservar la calidad de agua ríos y lagos (27). Por ello su caracterización resulta muy importante porque éstas son reconocidas como una buena herramienta de ayuda para la toma de decisiones en materia ambiental (28 y 29), y como índices de la calidad del medio acuático en el mundo (30, 31, 32 y 33), capaces de indicar diversos niveles de degradación (34, 35 y 36), definir el éxito de restauración de los ecosistemas acuáticos (28).

Un conjunto de peces es definido como un grupo de especies en un sector específico independientemente de las interacciones ecológicas que existen entre ellas (29) . En el momento que se manifiesta que hay interacciones ecológicas, se puede hablar entonces de una comunidad. De hecho, (30) demuestra que la integridad biológica se examina mejor a nivel de comunidad o de conjuntos de especies. Estas entidades ecológicas expresan no solamente los efectos directos e indirectos de los problemas ambientales crónicos, sino también los impactos de las perturbaciones episódicas (31). Por ejemplo, el restablecimiento de los conjuntos de peces después de perturbaciones catastróficas a corto plazo (inundaciones, crecidas, contaminación puntual) es relativamente rápido (32). En cambio, una presión constante sobre el ecosistema, como la agricultura intensa o la contaminación difusa, puede cambiar las comunidades bióticas en el largo plazo (34 y 40).

Normas de calidad del agua de nueva generación

El uso intensivo y poco planificado en las cuencas hidrológicas han disminuido la calidad ambiental, una situación que es contraria al desarrollo sustentable. Una de las maneras para evitar este deterioro ha sido la aplicación de normas de calidad del agua. Estas normas inicialmente se concentraron en las características físico-químicas del agua, pero recientemente, en algunos países industrializados se han aplicado las normas dichas de "nueva generación" (33) que se refieren a la protección de los ecosistemas acuáticos. Ejemplos de este proceso de cambios en legislación y medidas de control han sido detallados por Davis (34), para los Estados Unidos y por Kallis y Butler para Europa (35).

Índice de calidad del agua

Los índices de calidad son herramientas que permiten asignar un valor de calidad al medio a partir del análisis de diferentes parámetros. Su combinación da una visión más precisa del estado ecológico y el estado del medio biológico (36).

Según Cude (37) , las revisiones de los índices de calidad de agua han constituido una continua preocupación, como lo demuestran diferentes estudios, las cuales han revelado nuevos enfoques, al tiempo que han proporcionado nuevas herramientas para el desarrollo de otros índices (38,39 y 40).

Entre las primeras comparaciones son destacables las de Landwehr y Deininger (41), seguidas por Ott (42), quien realizó una revisión de los índices usados en Estados Unidos, además de una discusión detallada sobre la teoría y práctica de los índices ambientales. En Europa los aportes han provenido de estudios como los de Helmond y Breukel (43) , quienes demostraron que por lo menos 30 índices de calidad de agua son de uso común alrededor del mundo, y consideran un número de variables entre 3 y 72, con la inclusión frecuente de por lo menos 3 de los siguientes parámetros: O_2, DBO o DQO, NH_4^-N, PO_4^- P, NO_3^-N, pH y sólidos totales; igualmente, Otros estudios en Sudáfrica y Australia, se han ocupado de hacer revisiones con el fin de generar sus respectivos índices para (44 y 45).

Índices fisicoquímicos

Los índices fisicoquímicos están basados en la se basan en la combinación de diferentes parámetros fisicoquímicos para facilitar un enfoque global de la calidad del agua. Los valores de oxígeno, conductividad, pH, Turbidez, sólidos totales y temperatura se utilizan para conseguir un nivel global de la calidad fisicoquímica del agua (36).

Tabla 1: Rango de valores fisicoquímicos del agua subterránea

Parámetros	Rango
pH	6.5- 8.6
Oxígeno Disuelto	5-7
Conductividad Eléctrica	406- 494
Temperatura	22 - 36
Sólidos Disueltos Totales	500mg/l
Turbidez	1 - 4

Fuente: (36)

Índice global determinista para la calidad del agua piscícola

El criterio administrativo para valorar la calidad de un agua piscícola es muy simple, en cuanto que responde a la determinación dicotómica de aptitud o no aptitud. Sin embargo, es posible establecer una gradación dentro de las situaciones de no aptitud, al definir el número de parámetros que no satisfacen los límites de calidad exigidos como medida de la calidad del agua (46).

Los índices más comunes

Para que los peces puedan ser empleados como medida de la sustentabilidad fuerte del uso del agua, se deben emplear índices que muestren el nivel de calidad ambiental. Uno de los primeros fue el índice de Shannon-Wiener para medir la diversidad de los peces sometidos a la contaminación del agua durante la década de 1960.Sin embargo, éste ha sido criticado debido a que no considera aspectos importantes como la periodicidad y el tipo de muestreo, el nivel de la resolución taxonómica y porque responde de manera irregular a los cambios naturales del medio acuático (47 y 48).

Usos de los Índices

Los índices pueden ser usados para mejorar o aumentar y difundir la información sobre la calidad del agua:

- ✓ Manejo del recurso: Provee información a personas que toman decisiones sobre las prioridades del recurso.

- ✓ Clasificación de áreas: Compara el estado del recurso en diferentes áreas geográficas.

- ✓ Aplicación de normatividad: determina si se está sobrepasando la normatividad ambiental y las políticas existentes.

- ✓ Análisis de la tendencia: El análisis de los índices en un periodo de tiempo, pueden mostrar si la calidad ambiental está empeorando o mejorando.
- ✓ Información pública: Los índices pueden tener utilidad en acciones de concientización y educación ambiental.

- ✓ Investigación científica: Simplifica una gran cantidad de datos de manera que se pueda analizar fácilmente y proporcionar una visión de los fenómenos medio ambientales (49).

Características fisicoquímicas del agua

Turbidez

La turbidez es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos, que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar, y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso, etc. Además, interfiere con la mayoría de los procesos a que se pueda destinar el agua (45).

La turbidez tiene una gran importancia sanitaria, ya que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas, por lo que puede ser indicio de contaminación. Elevados niveles de turbidez pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y aumentar la demanda de cloro (50).

La turbiedad en el agua es causada por materia suspendida y coloidal tal como arcilla, sedimento, materia orgánica e inorgánica dividida finamente, plancton y otros microorganismos microscópicos (51).

Temperatura

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La temperatura se determina mediante termometría realizada "in situ" (36).

La temperatura mide cuan caliente o frío está un objeto o sustancia, como el agua, la temperatura se mide con un termómetro, este indicador es importante porque afecta el oxígeno disuelto (OD), la fotosíntesis y la fuente de comida en medios acuáticos (45).

Este parámetro es muy importante dentro de la calidad de agua, ya que de la misma dependen un sinnúmero de propiedades tales como la velocidad de las reacciones químicas, solubilidad (53).

Conductividad

La conductividad es una medida indirecta de la cantidad de sales o sólidos disueltos que tiene un agua natural, los iones en solución tienen cargas positivas y negativas; esta propiedad hace que la resistencia del agua al flujo de corriente eléctrica tenga ciertos valores; el agua tiene un número grande de iones disueltos su conductividad va a ser mayor; cuanto mayor sea la conductividad del agua, mayor es la cantidad de sólidos o sales disueltas en ella (54).

Oxígeno disuelto

El Oxígeno Disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua. Es un indicador de cómo de contaminada está el agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal (45).

En un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno, la producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas, si es consumido más oxígeno que el que se produce y capta en el sistema, el tenor de O2 caerá, pudiendo alcanzar niveles por debajo de los necesarios para la vida de muchos organismos (55).

Es un parámetro indicativo de la calidad de un agua. Se determina "in situ" mediante electrodo de membrana (UNE-EN 25814:1994) o por yodometría fijando el oxígeno con sulfato de magnesio (UNE-EN 25813:1994), expresándolo como mg/L de oxígeno disuelto en la muestra de agua. El valor máximo de OD es un parámetro muy relacionado con la temperatura del agua y disminuye con ella. La concentración máxima de OD en el intervalo normal de temperaturas es de aproximadamente 9 mg/L, considerándose que cuando la concentración baja de 4 mg/L, el agua no es apta para desarrollar vida en su seno (56).

pH

El término pH es una forma de expresar la concentración de ión hidrógeno o, más exactamente, la actividad del ión hidrógeno. En general se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total (57).

El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno, y se define como pH=log (1/ [H+]). Es una medida de la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua (54).

Solidos disueltos totales

Es una medida de la materia en una muestra de agua, más pequeñas de 2 micrones (2 millonésimas de un metro) y no pueden ser removidos por un filtro tradicional. TDS es básicamente la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua (58).

Los sólidos disueltos totales (SDT) comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeña agua de consumo proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales (59).

2.1. Marco referencial

Abila *et al*, (60) realizaron una investigación sobre *Evaluación de la calidad físico-química y bacteriológica de pozos poco profundos en la ciuda Kitui, Kenia*. Los resultados de los parámetros analizados fueron que las aguas de ese sector son pobres y no cumplen con los límites y/o directrices de la OMS y que esto provoca un fuerte problema para la salud y por ende no cumple con las condiciones adecuadas para la producción piscícola.

Alvario y Gordillo, (61) en su investigación *Evaluación fisicoquímica y microbiológica de la calidad del agua de los pozos, ubicados en el sector de la ciudadela 5 de junio de San Juan de Puebloviejo - Los Ríos.* Para llevar a cabo la investigación se muestreó cuatro pozos localizados dentro de dicha área para su análisis en el laboratorio, realizando un total de tres monitoreos para cada pozo. En cada punto de muestreo (4 puntos), se midió in situ los parámetros físicosquímicos del agua tales como: la temperatura, pH y el oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, turbidez, conductividad, expresados –la mayoría- en ppm.

Para el parámetro pH todos los cuatro pozos analizados durante los 3 monitoreos presentaron un promedio general de 7.09 U pH, lo que se considera ligeramente alcalino el mismo que se encuentra dentro del rango aceptable para la producción piscícola que es de 6,5 a 8,5.

En la temperatura se obtuvo un promedio general de 25.87 °C, considerado como parámetro normal parámetro que se encuentran entre el rango óptimo para la vida acuática que es 22 a 36 °C.

Los sólidos disueltos totales presentaron un promedio general para los cuatro pozos de 1001.5 ppm, esto indica un alto contenido de materia suspendida o disuelta en el medio

acuoso aumento así la turbidez del agua y disminuyendo el oxígeno disuelto que para la mayoría de las vidas acuáticas puede ser perjudicial.

La conductividad tuvo un promedio general de 1675.25 uS/cm en todos los monitores para los 4 pozos, indicando que hay una mayor cantidad de sólidos y que podrían provocar efectos adversos para la vida acuática. Los rangos convenientes para los peces de (406 y 494 μmhos/cm).

La turbidez presento un promedio general de 5.67 siendo la turbidez más alta lo que indica una alta concentración de sales disueltas, considerando que la alta turbidez perjudica la visibilidad de los peces.

El resultado de oxígeno disuelto presentó un promedio general de 5.4 mg/L para los cuatro pozos, valor aceptable para supervivencia delos peces, ya que los rangos más convenientes para los peces deben ser valores mayores de 2 ó 3 mg/l

Martínez *et al*, (62) realizaron una investigación *Diagnóstico de la calidad de agua de los pozos de Puerto Ángel, San Pedro Pochutla, Oaxaca* en la época de lluvia y época seca, muestrearon cinco pozos donde se determinó los parámetros fisicoquímicos, Para el caso del Oxígeno disuelto, se observó un incremento significativo ($p<0.05$) en la época secas con respecto a la época de lluvias, pero no se observó diferencia entre los diferentes puntos de muestreo en una misma época. Los valores de pH se mantuvieron semejantes entre los diferentes puntos de muestreo para la época de secas, sin embargo, en la época de lluvias los pozos 1 y 2 presentaron valores significativamente mayores ($p<0.05$) que los pozos 3,4 y 5.
Los valores de pH estuvieron entre 6.75 y 9.12, correspondiendo los valores más altos a los pozos 1 y 2. A su vez, la salinidad presento valores entre 0.43 y 0.86 UPS, el valor más bajo se registró para el pozo 3 con 0.47 y 0.43, la temperatura se registró en un rango de 27.41 a 30.33, correspondiendo a el rango aceptable para la vida acuática.

Ramírez *et al*, (63) realizaron la investigación *Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México.* Para ello se realizaron muestreos mensuales durante un año en trece pozos del acuífero; se midieron en el lugar los siguientes parámetros fisicoquímicos: pH, oxígeno disuelto y temperatura. Los parámetros fisicoquímicos

tuvieron muy poca variación temporal: el pH se mantuvo cercano a la neutralidad en un intervalo promedio de 6.7 a 7.3 considerados como actos para la supervivencia acuática, la temperatura fue de 25.1 a 28.0 °C rango normal indispensable para los peces y el oxígeno disuelto de 2.9 rango que se considera no deseable para cultivar peces.

Heredia *et al*, (64) en su estudio *Caracterización físico química de las aguas superficial y subterránea de Pergamino,* Se efectuaron muestreos en el mes de setiembre 2013, en zona urbana y rural, en aguas superficiales y subterráneas (freática, acuífero Pampeano y Puelche). Se realizó a campo y en laboratorio la caracterización físico-química de las muestras y la evaluación de su calidad. La temperatura se consideró no apta para la vida piscícola ya que presento rango entre 14.5 - 20ºC, los valores de pH de las aguas subterráneas presentaron valores normales y acto para la piscicultura siendo en promedio 7,6. Las salinidades mostraron valores de 900 a1500µS/cm.

Landa, (65) en su investigación *Determinación de la calidad fisicoquímica de las aguas subterráneas según ica en diferentes pozos de San Salvador y zonas extendidas.* Fueron analizados 20 pozos en base a cuatro parámetros: pH, Oxígeno Disuelto y Sólidos Disueltos Totales presentando la clasificación según el Índice de Calidad del Agua. Mediante el uso del equipo de alta tecnología, la multisonda hidroquímica que proporciona in-situ las concentraciones de diversos parámetros instantáneamente. El valor de pH más bajo lo presenta el pozo de Manantiales en La Libertad con un valor de 6.1 sim embargo es considerado como valor permitido para cultivar peces, el pozo de entre Ríos II con un valor de Oxígeno disuelto de 2.74 cuyo valor que se encuentra bajo los rangos óptimos para producción de peces que es de 5 ppm y el pozo ubicado en la Universidad de El Salvador de 2.12. Los Sólidos Totales Disueltos el valor más bajo se obtuvo en el Valle de Zapotitán 0,02006 agua con poco contenido de sales en suspension.

El pozo Ubicado en la colonia Flor Blanca obtuvo según el ICA un valor de 80.05 % clasificando al agua de este pozo de Buena Calidad Clasificando los demás pozos de la misma forma. Los resultados revelan que ninguno de las aguas de los pozos es de Excelente calidad, cuatro pozos son de Buena calidad, catorce de Regular calidad y dos pozos de mala calidad.

Arceaga, (66), en su estudio *Caracterización hidrogeoquimica del acuífero del valle de villa Hidalgo, San Luis Potosi, Mexico.* Se determinó la calidad del agua del valle de Villa Hidalgo de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994 que establece las características químicas del agua a través de la medición de temperatura, pH, oxígeno disuelto, solidos disueltos totales.

Para esta investigación se efectuó un muestreo que consto de la recolección de 34 muestras de agua en tres zonas denominadas, para efectos prácticos de análisis de información, Cuenca de Villa Hidalgo, Cuenca de Villa Arista y Cuenca de Joaya de Luna. Las muestras de agua provenientes de pozos fueron tomadas directamente de la tubería de descarga después de cinco minutos de haber prendido el pozo. En el campo se midieron temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, solidos disueltos totales utilizando un equipo portátil Hanna Instruments.

Las muestras obtenidas presentaron temperaturas entre 17 y 38ºC con la mayoría de ellas entre 20 y 25º consideradas aptas para un cultivo de peces. La temperatura más alta 38ºC corresponden a la muestra 10 de Paso Blaco, muy probablemente debido a una anomalía termal en la zona y su cercanía con rocas volcánicas.

El pH varía entre 6.6 y 8.1, siendo el pH más alto para la muestra 19 de pozo del Carmen agua que cuenta con las condiciones de pH óptimas para la vida de especies acuáticas. Los valores de oxígeno disuelto están entre 4 y 84 %, la mayoría de las muestras contienen entre 36 y 75%, el valor más alto del oxígeno disuelto corresponde a la muestra 2 de Peotillos con un valor de 85% considerando pozos con agua de buena calidad indispensable para la producción de especies nativas.Los sólidos disueltos totales varían entre 305 y 1391 mg\L aguas con presencia de sales disueltas, con valores promedios de 5005,95, 923.80 y 388.80 mg\`L para las muestras de Villa Hidalgo, Villa Artista y Joya de Luna.

Cuevas *et al,* (67) en su trabajo de investigación *Calidad química y bacteriológica del agua subterránea en el principal campo de pozos para el abastecimiento de Mérida, Yucatán, México,* Este estudio evaluó la calidad química y bacteriológica del agua subterránea en un área al sur de la ciudad de Mérida, en la que se encuentra el principal campo de pozos. Se tomaron muestras en 41 pozos durante las temporadas de estiaje y

lluvia. Los resultados mostraron que la calidad química del agua en la región de estudio, es de buena calidad. Los resultados mostraron que, con respecto a la temperatura, potencial de hidrógeno y oxígeno disuelto, existió una marcada tendencia a mantener sus valores con poca variabilidad, oscilando éstos alrededor de 27ºC, 7 unidades de pH, respectivamente; sin embargo, la conductividad eléctrica mostró un rango amplio de valores, de 1000 a 1760 micromhos por cm que no está en el rango óptimo para el cultivo de peces.

Rubio *et al.* (68) en su trabajo de investigación *Índice de calidad de agua (ica) en la presa la Boquilla en Chihuahua, México.* Seis puntos de muestreo fueron seleccionados aleatoriamente y muestras de agua se colectaron mensualmente, a cuatro profundidades: 0.30 m, 5.0 m, 10.0 m y 15.0 m. Se cuantificó el potencial hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (SDT), temperatura (T), y turbidez. El análisis estadístico consideró un arreglo de tratamientos factorial 12 × 4 donde el factor A fue el tiempo de muestreo (12 meses) y el factor B la profundidad (cuatro profundidades). El ICA fue calculado para 0.30 m y 15.0 m de profundidad aplicando una ecuación universal. Los rangos de las variables evaluadas fueron como sigue: pH de 7.6 a 9.1; OD de 4.9 a 12.1 mg L−1; T de 11.6 a 25.5◦C; CE de 173 a 219 µS cm−1; SDT de 152.9 a 187.08 mg L−1;, turbidez de 1.66 UTN a 4.75 UTN. El ICA promedio para la profundidad de 0.30 m fue de 2.7 que cataloga al agua como buena y el ICA calculado para la profundidad de 15.0 m fue de 2.45 que describe el agua de regular a buena. Se concluye que el agua de la presa La Boquilla se puede considerar adecuada para la producción agrícola, uso pecuario y producción piscícola.

Llanes *et al*, (69) en su estudio *Agua subterránea como alternativa acuícola en el Noroeste de México.* Se aplicó magnetometría para calcular el campo magnético total (CMT) y localizar sitios con posible presencia de agua salobre. A 5 sitios, se les aplicó Sondeos Eléctricos Verticales (SEV´s) para conocer la salinidad y profundidad del agua subterránea. Perforando los 5 pozos, se muestreó agua para validar la información de los SEV´s mediante la concentración media de indicadores fisicoquímicos. El SEV 4 presentó la mínima resistividad (2.8-7.42 Ohm m-1) y un agua de muy salina a salina (6780 mg L-1) y el SEV 5 tuvo la mayor magnitud (7.97-16.46 Ohm m-1) con un agua de salina a escasamente salina (5570 mg L-1). Es innegable la factibilidad del desarrollo de sistemas de cultivo de peces como la tilapia (del Nilo, Mossambica, Aurea y Roja), así como también la realización de alevinajes, o criaderos marinos, que posteriormente se podrían

engordar en el Pacífico mexicano, debido a que estas especies pueden crecer en aguas con características salobres y algunas se adaptan al agua de mar (Tilapia Mossambica) soportando hasta 36 mg L-1, dependiendo del cambio gradual o brusco en el cambio de salinidades del agua.

Bautista y Ruiz, (70) en un estudio Calidad *de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana*, en base a la OMS considera que las características fisicoquímicas del agua son de gran importancia, considerando que el exceso de la turbidez del agua es causado por partículas en suspensión y por ende reducen la transparencia del agua. El oxígeno disuelto para los peces no debe ser menor a 5 ppm. Dentro de la calidad del agua el pH interviene determinando si un cuerpo de agua es dura o blanda, es decir, evalúa los niveles de carbonatos presentes para el desarrollo del cultivo de una especie acuícola. Para cultivar tilapia es importante que las propiedades fisicoquímicas del agua se mantengan dentro de los parámetros óptimos para garantizar el desarrollo de los peces.

Rodríguez, (71) en su proyecto *Desarrollo e Implementación de un Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola en Tilapias del Proyecto Piscícola Jacalurco, en la Provincia de Pastaza.* En las instalaciones del Proyecto de Desarrollo Piscícola Jacalurco del Consejo Provincial de Pastaza, localizado en la Comunidad Putuime, Parroquia Madre Tierra, Cantón Pastaza, se desarrolló e implemento un Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola en Tilapias, mediante el Check list aplicado antes y después de evaluar los parámetros técnicos que comprendieron el análisis físico químico y microbiológico del agua y del para las tilapias, lo cual permitió determinar un incremento en la producción de alevines, debido al proceso de capacitación desarrollado. Los sólidos en suspensión descendieron de 149.10mg/l a 116.80 mg/l, El desarrollo y aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícolas, mejoraron la productividad de la piscifactoría Jacalurco, debido al manejo y el control físico químico y microbiológico del agua para las tilapias.

Alamilla,H, (72) en su estudio *Cultivo de tilapia* denomina a los peces como animales poiquilotermos su temperatura corporal depende de la temperatura del medio, su rango optimo fluctúa entra 25 y 32 aunque este puede variar hasta 5 por debajo de este rango óptimo. Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica por ende mayor consumo de oxígeno,

también el pH el rango optimo esta entre los 6.5 a 9.0. Valores por encima de estos causan cambios en el comportamiento de los peces como retraso en el crecimiento y reproducción.

Pillay, (73) *Principios y Prácticas Acuicultura* menciona que el pH considerado más idóneo para las granjas piscícolas es de 6.7 a 8.6, valores superiores o inferiores inhiben el desarrollo y reproducción de los organismos, aunque la magnitud del efecto dependerá de la especie y las condiciones ambientales.

Saavedra y Martínez, (74) en el estudio *Manejo de Cultivo de Tilapia*. Menciona que la escala de temperatura óptima para los peces de 28 a 32 °C, cuando disminuye a los 15 °C el pez deja de comer y cuando desciende a menos de 12 °C no sobreviven mucho tiempo.

Mena y Sumano, (75) en su estudio *Efecto de la salinidad en el crecimiento de tilapia híbrida Oreochromis mossambicus (Peters) × Oreochromis niloticus (Linnaeus), cultivadas bajo condiciones de laboratorio.* Se les adaptó a salinidades de 15‰, 25‰ y 35‰ y se formó un grupo testigo en agua dulce donde presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, de agua dulce y salinidad 25‰ y 35‰ ($P < 0.05$), no se registró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre agua dulce y salinidad de 15‰. El peso promedio final para agua dulce fue de 575.07 g en salinidad de 15‰ de 486.86, en salinidad de 25‰ fue de 367.35 y en salinidad de 35‰ se registró 358.58 g. Se concluye que existen procesos de adaptación de la tilapia correspondientes al incremento de la salinidad del medio. Así si se desean crecimientos óptimos, se debe considerar que estos híbridos se deben cultivar en salinidad no mayor al 15‰.

Cruz y Busso, (76) en su estudio *Relación entre las resistividades eléctricas y conductividades eléctricas del agua subterránea en el acuífero de los sedimentos pampeanos (Formación Buenos Aires y Ensenada) en la región pampeana húmeda de la República Argentina.*considera que para valores de resistividades superiores a 12 ohm.m hay una manifiesta tendencia de presentar conductividades de agua relativamente bajas (del orden de 600 a 800 μS/cm).Resistividades entre 10 y 12 ohm.m se correlacionan con valores de conductividad del agua de órdenes de magnitud de 600 a 1800 μS/cm.Valores de resistividad inferiores a 10 ohm.m presen tan una amplia dispersión de los valores de conductividad del agua (entre 2000 y 8000 μS/cm) y un mayor alejamiento de la curva teórica.

Carrillo *et al,* (77) en su investigación *Estudio preliminar de la calidad y abastecimiento de agua en la comunidad San Pedro de las Anonas perteneciente al Municipio de Aquismón, s.l.p., México.* Puede observarse cierta diferencia en los resultados del agua obtenida de toma domiciliaria (que procede del Río Coy) contra los que arrojó el agua de pozo. Al efectuar el análisis estadístico, la mayoría de los parámetros arrojó diferencias significativas entre los dos tipos de agua (temperatura, $p = 0.0474$; conductividad, $p < 0.0001$; alcalinidad, $p < 0.0001$; dureza total, $p < 0.0001$; dureza por calcio, $p < 0.0001$; sólidos totales, $p < 0.0001$; sólidos totales disueltos, $p < 0.0001$ y sulfatos, $p = 0.0276$). Esto se explica ya que el agua de pozo, al provenir del subsuelo, muestra temperaturas ligeramente superiores a la que proviene del agua superficial. La conductividad, muy relacionada con la alcalinidad, dureza y sólidos, en el agua de pozo es mayor debido a la mayor cantidad de sales minerales provenientes del suelo.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se realizó en el recinto Pajarito perteneciente al cantón Mocache provincia de Los Ríos; específicamente en los sectores de La Maracuyá, el Cruce y Parajito de Arriba situada geográficamente entre las coordenadas 1^{o} 8' 03.92" de latitud sur, 79^{o} 29' 07.8" longitud oeste se mencionan a continuación.

Tabla 2: Características climáticas de la zona de Pajarito del cantón Mocache provincia de Los Ríos.

PARÁMETROS	PROMEDIO
Temperatura promedio anual:	24 -26 ºC
Precipitación:	1500-2500 mm
Clima:	Tropical semi- húmedo

FUENTE: Departamento Municipal de Mocache, 2015

3.2. Tipo de investigación

La investigación que se realizó es de Tipo Formativo, Documental y de Campo que tributa a la línea de investigación Ambiental: *Evaluación de la calidad del agua, aire y suelo, incluyendo las alternativas de mitigación a los impactos ambientales.*

La investigación que se realizo es de tipo campo.

De campo.

La investigación de campo se la realizo en la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache, el cual se procedió a la toma de muestras de agua de los pozos, mediante el uso del multiparametrico HANNA-9829, datos que fueron recolectados para su respectiva presentación.

3.3. Métodos de investigación

El método que se utilizo es de tipo de observación y medición:

Método de observación; Disposion en incursionar en piscicultura rural, el cual se utilizó encuestas para obtener resultados sobre la piscicultura utilizando agua de pozo.

Método de medición; Medir los parámetros fisicoquímicos del agua utilizando el equipo multiparametrico modelo HANN-9829.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Las fuentes de información para esta investigación se detallan a continuación:

- Fuentes primarias: Revistas, folletos, artículos.
- Fuentes secundarias: Resúmenes, editoriales.

3.5. Diseño de la investigación

Para el presente estudio se empleó encuestas para conocer el criterio de los moradores de los tres sitios en estudio. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). El criterio de bloqueo es la diferencia entre los parámetros físico-químicos del agua de los pozos en la comunidad de Pajarito. El modelo lineal del diseño experimental es:

$$\boldsymbol{Y_{ij}} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$\boldsymbol{Y_{ij}}$: Valor de la variable de respuesta

$\boldsymbol{\mu}$: Media general

$\boldsymbol{\alpha_i}$: Efecto del tratamiento

$\boldsymbol{\varepsilon_{ij}}$: Error experimental

Fuente de Variación	Grados de libertad	
Tratamientos	*t-1*	2
Bloques	*b-1*	7
Error experimental	*(t-1)(b-1)*	14
Total	*t.b -1*	23

Tabla 3. Análisis de Varianza ADEVA del diseño experimental.

3.6. Instrumentos de investigación

La determinación de los parámetros físico-químicos del agua (pH, temperatura, turbiedad, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, conductividad,) y encuestas.

3.7. Procedimiento experimental

El proceso experimental se lo realizó de la siguiente manera:

Primero se procedió al planteamiento de encuestas hacia los moradores de la comunidad de Pajarito, entre los sectores Pajarito de Arriba, La Maracuyá y El Cruce, el cual se basó en la utilización del agua de pozo para la producción piscícola. Los análisis de evaluación de los parámetros físico-químicos en cada pozo de cada sector.

La medición de los parámetros físico-químicos se los realizo in situ, para lo cual se procedió a la calibración del equipo multiparametrico, donde la misma correspondía en llenar un vaso de precipitación con solución de HI9828-25.

Una vez calibrado el equipo multiparametrico se lo llevo al campo en donde fue medido cada parámetro del agua en cada pozo. Primeramente se encendió la bomba del pozo, luego se dejó correr agua por 10 segundos, se tomó muestras de agua en un balde,antes de introducir la sonda del equipo al agua se utilizó 500ml de agua destilada para lavar las

mechas de la sonda, el proceso de lavado se repitió cada vez que se introducía la sonda en cada una de las muestras de agua, una vez realizado todo este procedimiento se procedió a la medición de la temperatura, pH, oxígeno disuelto, solidos disueltos, conductividad y turbidez, el procedimiento realizado consistía en insertar directamente la sonda del equipo en la muestra de agua, donde se obtenía resultado inmediato, este mismo proceso se repitió en cada punto de muestreo, durante la investigación.

3.8. Tratamiento de los datos

Los datos recolectados fueron sometidos al diseño experimental antes mencionado, en el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), teniendo como repuesta el valor de temperatura, pH, conductividad eléctrica, solidos disueltos totales, oxígeno disuelto, turbidez. Para las encuestas los datos fueron analizados mediante el programa Microsoft EXCEL, donde se graficaron las respuestas en cuanto al criterio de los moradores en cada localidad de la comunidad de Pajarito.

3.9. Recursos humanos y materiales

Para la ejecución de la investigación se utilizó lo siguiente:

Conocimiento y experiencia de los docentes que contribuyeron en la formulación y realización del presente proyecto de investigación:

Director del proyecto de investigación: Ing. Roque Vivas Moreira.

Estudiante: Erika Paola Loor Castillo.

Materiales

- ✓ Libros
- ✓ Libreta de apuntes
- ✓ Lapiceros
- ✓ Tacho
- ✓ Agua destilada
- ✓ Vaso de precipitación

Equipos

- ✓ Cámara
- ✓ Computadora
- ✓ Medidor multíparamétrico de agua
- ✓ Sonda multimetrica modelo HANNA HI 9829

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Gráficos de los criterios obtenidos de las encuestas de la comunidad de Pajarito.

Figura 1. Problema con el abastecimiento de agua en la comunidad de Pajarito.

Los resultados obtenidos en cuanto a la problemática del abastecimiento de agua, para el sitio del Cruce se observa una mayor cantidad de desacuerdos, para Pajarito de Arriba y la Maracuyá se observa un 14 % de desacuerdos. El 16 % de acuerdos coinciden con los sitios de Pajarito de Arriba y la Maracuyá, mientras tanto el 11% de acuerdo fue para el sitio El Cruce.

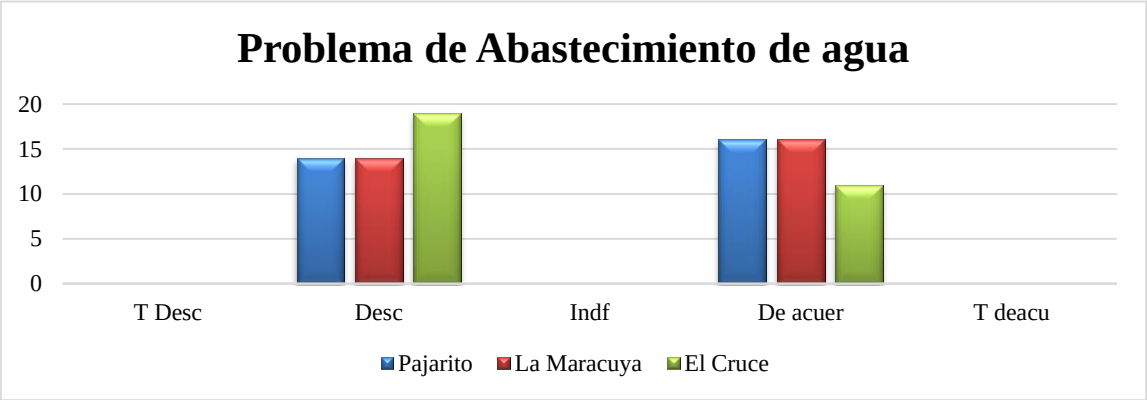


Figura 2. Uso del agua de pozo de la comunidad para la producción de peces.

En el grafico se puede observar que la mayor cantidad de indiferencia en base a utilizar el agua de pozo para la producción piscícola la obtuvo el sector Pajarito de Arriba y El Cruce La menor cantidad de indiferencia la tuvo la localidad de la Maracuyá, en cambio la mayor cantidad de acuerdos la obtuvo el sitio de La Maracuyá, seguida por el sitio Pajarito de Arriba, siendo la menor cantidad para el sitio El cruce.

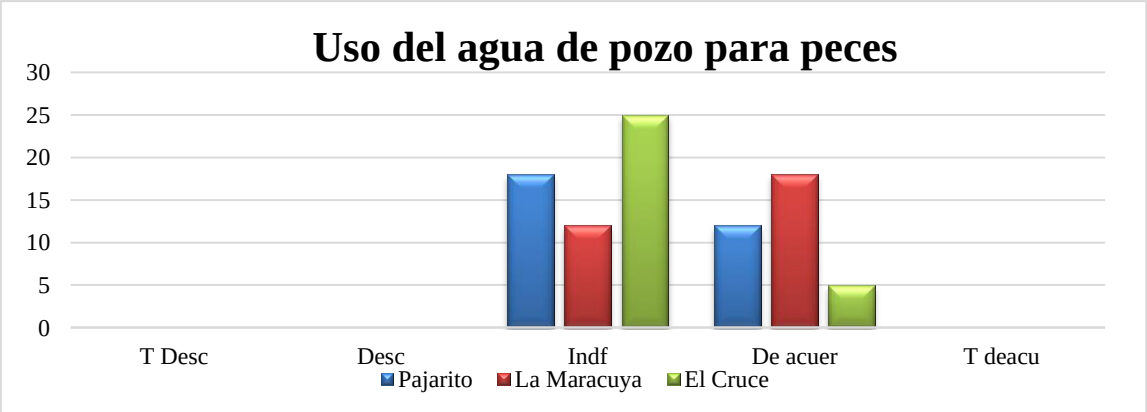


Figura 3. Calidad del agua de pozo de la comunidad.

En cuanto a la calidad de agua de los pozos se observa que la mayor indiferencia la tuvo Pajarito de Arriba, la menor cantidad la tuvieron la localidad de la Maracuyá y El Cruce, no obstante, la mayor cantidad de acuerdos la obtuvieron los sitios de La Maracuyá y El Cruce, en cambio la menor cantidad de totalmente de acuerdo fue para Pajarito de Arriba y La Maracuyá.

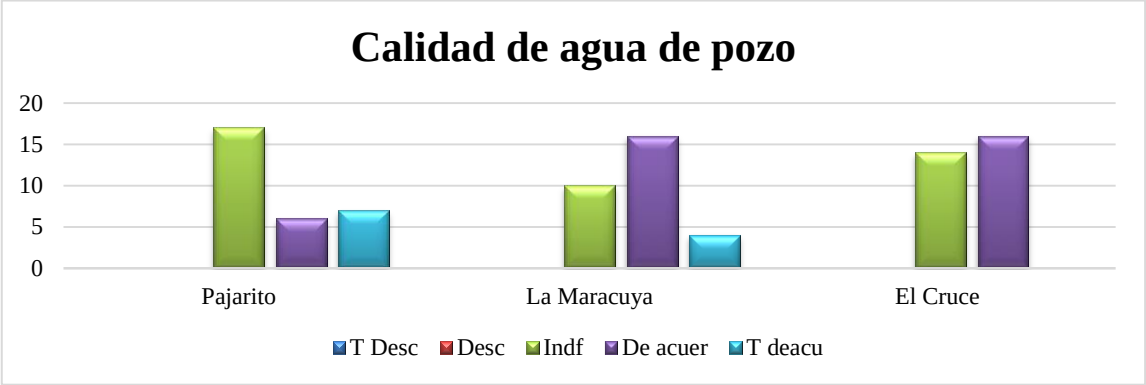


Figura 4. Análisis del agua de pozo.

En lo referente al análisis del agua se observa que la mayor cantidad de acuerdos la obtuvo el sitio de Pajarito de Arriba, seguido por el sitio El Cruce y La Maracuyá, mientras tanto el totalmente de acuerdo no fue tan mayor para los tres sitios encuestados.

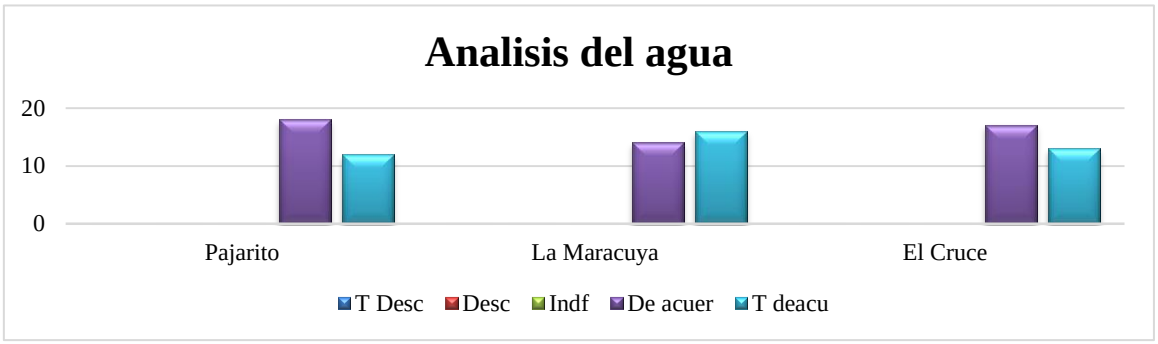


Figura 5. El buen uso de agua para cultivar peces.

El cuanto al buen uso del agua para la piscicultura la mayor cantidad de indiferencia la obtuvo el sitio de Pajarito de Arriba, en cuanto la cantidad de acuerdo la obtuvo el sitio de La Maracuyá.

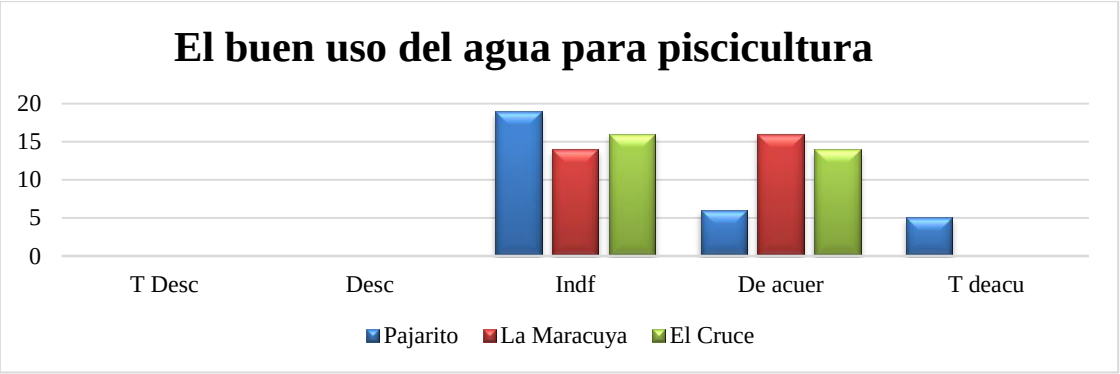


Figura 6. Conflictos del abastecimiento del agua al ser usado para la piscicultura.

Al encuestar a los moradores en las tres localidades acerca de los conflictos en usar el agua para la piscicultura se puede observar que el Cruce obtuvo la mayor cantidad de acuerdo, mientras que la cantidad de indiferencia se destacó en la localidad de la Maracuyá, en cuanto a la menor cantidad de totalmente de acuerdo la obtuvo Pajarito de Arriba.

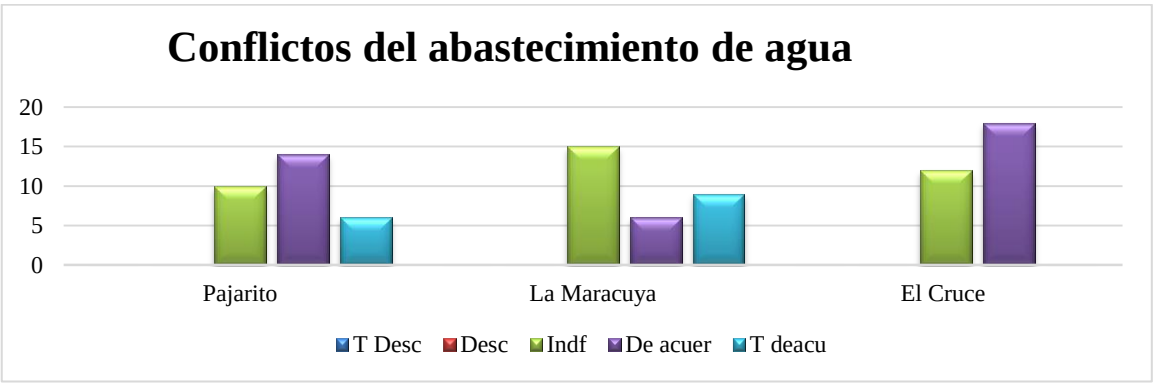


Figura 7. Aptitud del agua para la vida de los peces.

En base a la aptitud del agua para los peces se puede señalar en el grafico que la Localidad de La Maracuyá y El Cruce se enfoca la mayor cantidad de indiferencia, siendo para Pajarito de Arriba la menor Cantidad, el total de acuerdo fue más selecto por la localidad de Pajarito de Arriba, aunque también se pudo empatar la cantidad de acuerdos con la cantidad de indiferencia en la localidad de La Maracuyá, dándose un acercamiento por el sito El Cruce.

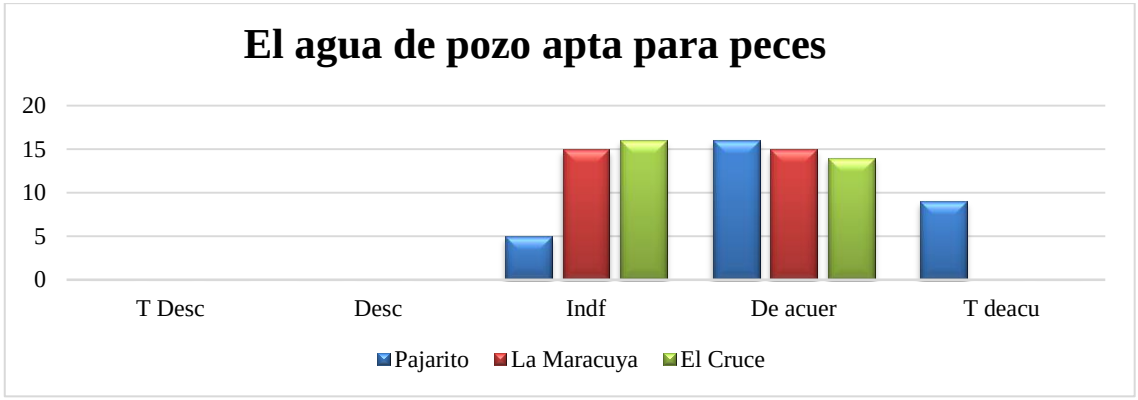


Figura 8. Afecciones al agua al practicar la piscicultura rural.

Se destaca que para los tres sitios la cantidad de indiferencia fue semejante en cuanto a las afecciones que podría tener el agua al practicar la piscicultura rural.

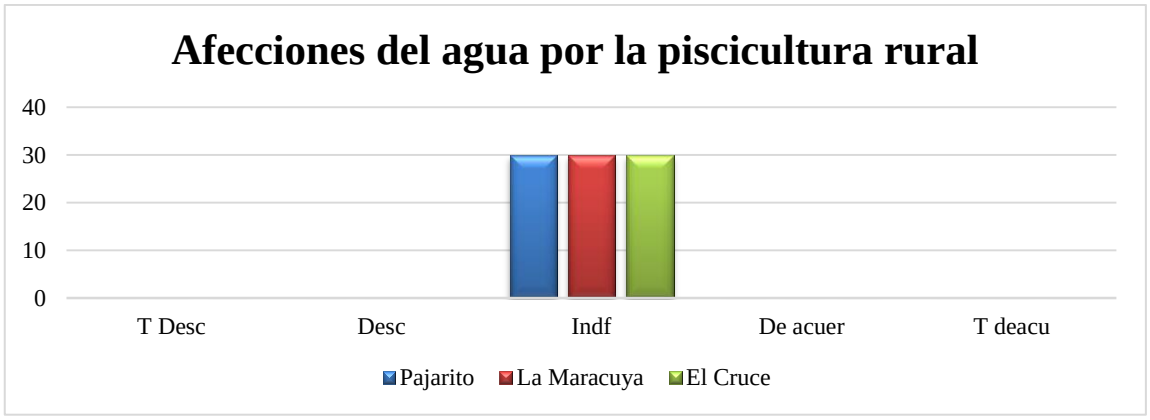


Figura 9. Experiencia en piscicultura utilizando agua de pozo.

La cantidad de indiferencia fue más semejante para la localidad de La Maracuyá que para la localidad Pajarito de Arriba y El Cruce, mientras la menor cantidad de acuerdos se obtuvo en la Maracuyá.

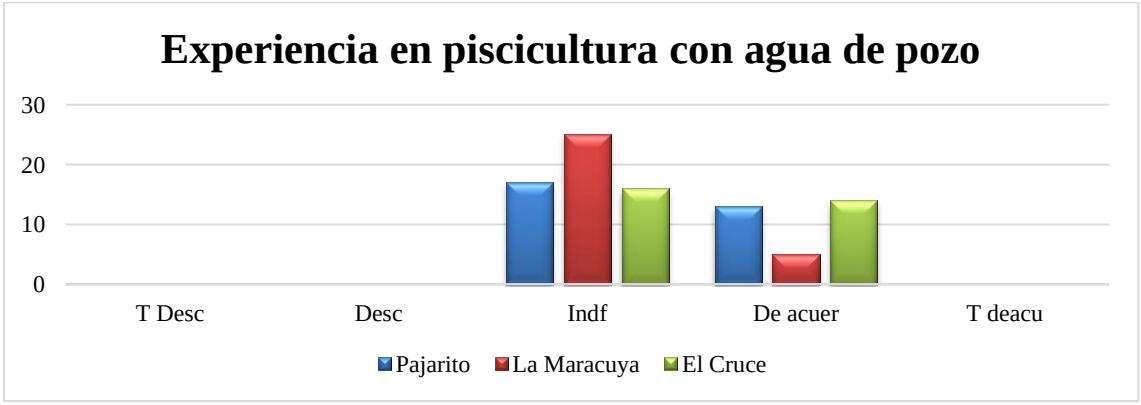
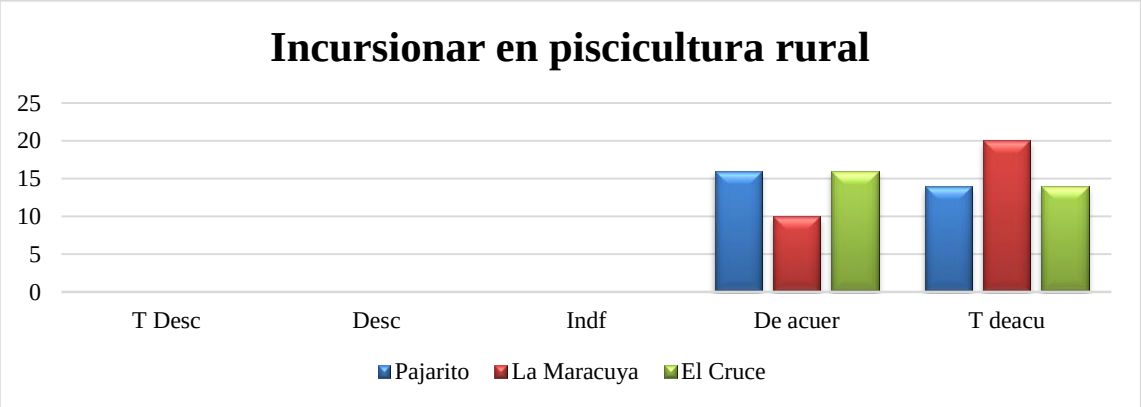


Figura 10. Disponibilidad a incursionar en piscicultura rural.

En las encuestas realizadas en lo referente a incursionar la piscicultura rural la mayor cantidad de Totalmente de acuerdos se obtuvo en la localidad La Maracuyá, mientras la mayor cantidad de acuerdos se presentaron en las localidades Pajarito de Arriba y El Cruce.



4.2. Análisis de los parámetros Físico-químicos del agua

Tabla 4. Análisis Físico-Químicos del agua para la producción piscícola en la comunidad de Pajarito del Cantón Mocache.

	Comunidades			
Componentes	**Pajarito de Arriba**	**La Maracuyá**	**El cruce**	**P<**
Temp	26.21 [a]	26.07 [b]	26.05 [b]	<.0001
pH	7.18 [a]	7.08 [b]	7.07 [b]	<.0001
EC	252.62 [b]	272.25 [a]	271.75 [a]	<.0001
TDS	128.75 [b]	136.0 [a]	135.75 [a]	<.0001
DO	2.28 [a]	2.01 [b]	2.08 [b]	0.0048
TURB	0.38 [b]	6.56 [a]	6.27 [a]	<.0001

TEMP=temperatura; **pH**=potencial de hidrogeno; **EC**=conductividad electrica;**TDS**=solidos disueltos totales; **DO**=oxígeno disuelto;**TURB**=turbidez =Promedios con letras iguales no difieren según la prueba de Tukey ($p< 0.05$).

4.3.1. Temperatura. [°C]

El resultado obtenido en cuanto a la temperatura del agua se puede observar que la localidad de Pajarito de Arriba obtuvo el promedio un poco más alto, mientras tanto en la Localidades de La Maracuyá y el Cruce los promedios de temperatura fueron muy similares (ver tabla 4), esto no quiere decir que las aguas en las tres comunidades no se encuentren en los rangos de temperatura óptima para los peces. Saavedra y Martínez, (74) en el estudio, *Manejo de Cultivo de Tilapia* mmenciona que la escala de temperatura óptima para los peces es de 28 a 32 °C. A los encontrados por Alvario y Gordillo, (61) quien obtuvo en su investigación un promedio general de 25.87 °C, considerado como parámetro normal, que se encuentran entre el rango óptimo para la vida acuática que es 22 a 36 °C.

4.3.2. pH

Los valores de pH de las aguas subterráneas de los pozos en las tres localidades se presentaron ligeramente alcalino, para la localidad de Pajarito de Arriba el pH presento un promedio de 7.18, mientras para las otras dos localidades los promedios presentaron una gran similitud, Para El Maracuyá 7.08 y para el Cruce 7.07 (ver tabla 4). Los promedios obtenidos de las aguas se encuentran en el rango idóneo para la producción acuícola Pillay, (73) en la teoría de los Principios y Prácticas de Acuicultura menciona que el pH más idóneo para las granjas piscícolas es de 6.7 a 8.6. Alvario y Gordillo, (61) en su investigación evaluación de los parámetros físico químicos de agua realizo un total de tres monitoreos en cuatro pozos todos los cuatro pozos analizados durante los 3 monitoreos presentaron un valor general de 7.09 pH, lo que se considera ligeramente alcalino el mismo que se encontró dentro del rango establecido para el cultivo de peces y que concuerda con los valores obtenidos en el sitio El Cruce y La Maracuyá.

4.3.3. Conductividad eléctrica

En la tabla se puede observar que el mayor promedio lo obtuvieron los sitio de La Maracuya y El cruce, el menor valor lo presento el sito de Pajarito de Arriba (ver tabla 4). Cuevas *et al.* (67) en su trabajo investigativo obtuvo u rango amplio de valores, de 1000 a 1760 micromhos por cm de conductividad eléctrica. Alvario y Gordillo, (61) en su investigación

obtuvo un promedio general de 1675.25 uS/cm en todos los monitoreos para los 4 pozos. Los rangos convenientes para los peces de (406 y 494 μmhos/cm).

4.3.4. Solidos disueltos totales

Los sólidos disueltos el promedio más alto lo obtuvieron el sitio La Maracuyá y El Cruce (ver tabla 4). Arceaga, (66) los valores obtenidos en su investigación variaron entre 305 y 1391 mg\L, Luna, el valor más alto de solidos totales disueltos corresponde a la muestra 20 de la estación, los valores obtenidos muestran que las aguas contienen cantidades de sustancia en suspensión y por esta razón no es factible para cultivar peces. Rubio *et al.* (68) en su estudio Índice de calidad de agua (ICA) en la presa la Boquilla en Chihuahua, México analizo seis puntos de muestreo donde reporto el valor de 152.9 a 187.08 solidos disueltos, el limite más idóneo para los peces debe ser 500mg\lr.

4.3.5. Oxígeno disuelto

El promedio más alto de oxígeno disuelto lo obtuvo el sitio de El Cruce (ver tabla 4). Bautista y Ruiz, (70) menciona que el el oxígeno disuelto para los peces no debe ser menor a 5 ppm. en el caso de Rubio *et al.* (68) quienes en su trabajo de investigación muestrearon seis pozos seleccionados aleatoriamente y recolectando muestras de agua mensualmente adquirieron un resultado de 4.9 OD, mientras que Ramírez *et al.* (63) evaluó la calidad del agua del acuífero de Zacatepec cuyos parámetros fisicoquímicos tuvieron muy poca variación temporal como el oxígeno disuelto que vario entre 2.9 a 4.8 mg/L.

4.3.6. Turbidez

En la tabla se puede observar que el mayor promedio de turbidez lo obtuvo la localidad El Cruce con 6.27, mientras que para la localidad de Pajarito de Arriba y La Maracuyá el promedio de turbidez fue menor con 0.38 y 2.08 (ver tabla 4). Alvario y Gordillo, (61) quienes midieron in situ los parámetros fisicoquímicos los parámetros del agua obtuvieron un valor general 5.67 de turbidez, lo que indica una alta concentración de sales disueltas, se considera que la alta turbidez perjudica la visibilidad de los peces. En cambio, Rubio *et al.* (78) quien reporto un valor de turbidez muy inferior 1.66 a los resultados mencionados por el trabajo en estudio.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los objetivos empleados en esta investigación se plantean las siguientes conclusiones.

- ✓ En la presente investigación se obtuvieron valores de pH 7.18, temperatura 26.21, turbidez 0.38, solidos disueltos 128.75, conductividad 252.62 nos indica que las aguas se encuentran dentro de los valores normales de calidad de agua subterránea.

- ✓ Los niveles de oxígeno disuelto del agua captada de las tres comunidades no se encuentran dentro del rango óptimo de calidad de agua para uso piscícola.

- ✓ La temperatura 26.21, pH 7.18, turbidez 0.38, solidos disueltos 128.75 y conductividad 252.62 nos indica valores óptimos de agua para uso piscícola.

5.2. Recomendaciones

En bases a los objetivos efectuados en la presente investigación se plantean las siguientes recomendaciones.

- ✓ Realizar otros tipos de análisis dureza, metales pesados, fosfatos, etc. para determinar la calidad del agua y su uso en la piscicultura.

- ✓ Se recomienda realizar los respectivos análisis microbiológicos para conocer sobre aquellas patologías que afectan la calidad del recurso agua.

- ✓ Es recomendable la evaluación económica para futuras productores piscicolas.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

Literatura citada

1. Contreras K, Contreras J, Sousa , Duran M, Escalante M. El Agua un Recurso Preservar Social DdMPy, editor. Merida: Universidad de los Andes,Facult Medicina ,Escuela de medicina; 2008.

2. Fernandez Cireli A, Schenonel N, Perez Carrera A, Volpedo A. Calidad del Agua Para la Producion de Especies Tradicionales y no Tradicionales. 2010 julio; 1.

3. National Reasearch Council. Las Necesidades de Nutrientes de Ganado Lechero. Septima ed. Press NA, editor. Washington; 2001.

4. Jaramillo. Cuantificacion de los Grupos de Microinvertebrados Presentes en el Licor Mixto y Determinacion de su Relacion con la Eficiencia en la Planta de tratamiento Aguas Residuales de Retiro. Scielo. 1995; 13(2).

5. Lopez de Alda MJ, Barcelo DL. Contaminacion y Calidad Quimica del Agua el Problema de los Contaminantes emergentes Aguas PCTdSdlPd, editor. Barcelona: Instituto de Investigaciones Quimicas y Ambientales; 2003.

6. Garcia NG. Agua y Sostenibilidad Ambiente AdM, editor. España; 2008.

7. APHA A. Metodos Normalizados para el Analisis de Aguas Potable y Residuales Madrid; 2001.

8. Edgardo HA. Importancia del Agua para los Seres Vivos. Elementalwatson. 2000;(1).

9. Ces.org. Problemas Ambientales mas relevantes Silvestre FNdV, editor.; 2007.

10. Chang G, J. Calidad del Agua Ecuador - Guayaquil : Escuela Superior Politecnica del Litoral ; 2010.

11. Target Asesores, S.L. Experto en gestión medioambiental S.L. IyC, editor. Sevilla-España: IC Editorial ; 2014.

12. Roldan. Fundamento de la Limnologia Neotropical. Coleccion Ciencia y Tecnologia.

1992; 1: p. 128 p.

13. Barba LE. Conceptos Basicos de la Contaminacion del Agua y Parametros de Medicion Valle Ud, editor. Santiago de Cali; 2002.

14. Saneamiento PNdAy. LA Situacion Actual del Agua Social PddEy, editor. España; 1967.

15. Victoria VM. Hidraulica de Aguas Subterraneas. 2nd ed. Colombia UNd, editor. Madellin; 1999.

16. Lopez Gueta JA, Fornes Azcoiti M, Ramos Gonzales G, Villarroya Gril F. Las Aguas Subterraneas Un Recurso de Subsuelo. 4th ed. España IGyMd, editor. España; 2009.

17. J R. Analisis de las Aguas residuales,Naturales Barcelona; 1993.

18. EPA. U. La Ciencia del Agua y Aguas Superficiales; 2004.

19. Sergio HMH. Aguas Superficiales y Subterranes Mexico UNAd, editor. Mexico; 2009.

20. Luis FYJ. Aguas Superficiales. Rivadeneyra s.a ed. Agrario INdRyD, editor. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentacion; 1993.

21. Rico ELAdP. Contaminacion del Agua Ambiental JdC, editor. Puerto Rico: Oficina de la Gobernadora; 2003.

22. Orden EAdl. Contaminacion del Agua Catamarca UNd, editor. Catamarca: Area Cientifica Universitaria; 2005.

23. Jenhins. Quimica del agua. Limusa ed. Mexico ; 1999.

24. Sanchon MV, Garcia G. Contaminacio del Agua ; 2002.

25. Geerdink R.B , Niessen W.M.A , Brinkaman U.A.T. Analisis de Trazas de Pesticidas en el Agua por Medio de Cromatografia de Liquidos y Gases: Journal of Chromatography; 2002.

26. Ashbolt , Grabow W, Snozzi M. Calidad del agua. IWA Publishing ed. Londres; 2001.

27. Cowx , Collares , Pereira. Conservacion de los Peces de Agua Dulce. Ciencia Blackwell Oxford. 2002;: p. 443-452 p.

28. Paller MH, Reichert M JM, Dean JM, Seigle JC. El Uso de los Datos de la Comunidad de Peces para Evaluar el Exito de Restauracion de una Corriente de Ribera. Ecological Engineering. 2000;(15): p. 171-187 p.

29. Wootton RJ. Ecologia de los Peces Teleosteos. Chapman Hall. 1991.

30. Hughes RM, Herlihy AT, Kincaid TM, Reynolds L, Larsen DP. Un Proceso para el Desarrollo y la Evaluacion de los Indices de Integridad Ensamble de Peces. Revista Canadience de Pesca y Ciencias Acuaticas. 1998;(55): p. 1618-1631 p.

31. Soto Galera E, Dias Pardo E, Lopez Lopez E, Lyons J. Los Peces como Indicadores de la Calidad Ambiental de la Cuenca del Rio Lerma. Salud y Ordenacion del Ecosistema Acuatico. 1998; 1: p. 267-276 p.

32. Scott MC, Hall LW. Los Ensambles de Peces Como Indicadores de la Degradacion del Medio Ambiente en las Corrientes Costeras Llanas Maryland. Transacciones de la Sociedad Americana de Pesqueria. 1997;(126): p. 349-360 p.

33. Hart BT, Maher L, Lawrence I. Nuevas Directrices de Calidad del Agua Para la Generacion de los Ecosistemas. Biologia de Agua Dulce. 1999;(41): p. 347-359 p.

34. Davis W. Criterios de evaluacion Biologica. Herramienta para la Planificacion de los Recursos Hidricos y la Toma de Decisiones ,Boca Raton. 1995;: p. 15-29 p.

35. Kallis G; Butler D. La politica del Agua. Medidas del recurso Agua. 2001; 3: p. 125-142 p.

36. Reolon L. Calidad de Agua. 2010 Octubre; 2.

37. Oregon C. Indice de Calidad del Agua y Herramienta para la Evaluacion de Gestion de la Calidad del Agua. Asociacion Americana de Recursos. 2001; 1: p. 125-138 p.

38. Dinius. Diseño de un Indice de Calidad de Agua. 1987.

39. Dojilo J, Raniszewski J, Woyciechowka J. Indices de Calidad de agua Aplicada al Rioen el Vistula. Oyton. ;: p. 33-42 p.

40. Landwehr JM DR. Comparaciones de Varios Indices de Calidad del Agua. 1992;: p. 525-533.

41. Landwehr JM, Deininger RA. Comparacion de Varios Indices de Calidad del Agua. 1976; 5: p. 957-958 p.

42. Ott. Indices Ambientales:Teoria y Practica. Ann Arbor Michigan. 1978.

43. Van Helmond , Breukel. Los indices de calidad del agua Fisico-quimicas Estados Unidos: Aguas Proceedings; 1996.

44. Richardson. Desarrollo de un Indice de Calidad de Agua del Estuario de Nueva Ballenas del Sur. 1997.

45. Cooper. El Indice de Salud del Estuario para la Transferencia de Informacion Cientifica Costera. 1987.

46. Beamonte E, Bermudez A, Casino E, Veres E. Un Indicador Global para la Calidad del agua. Aplicacion a las Aguas Superficiales. 2004; 156: p. 357-384 p.

47. Davis W. Criterios de la Evaluacion Biologica y Herramienta para la Planificacion Cientifica de los Recursos Hidricos. Boca Raton. 1995;: p. 347-359.

48. Springer V. Biologia y Uso de los Rios para la Gestion del Paisaje. 1998;: p. 55-69.

49. Ott W. Los Indices Ambientales y Teoria Practica,Ciencia. ;: p. 371 p.

50. Garcia , Fernandez C. Calidad de Agua para Consumo Publico:Caracteristicas Fisico-Quimicas Lopez ESdAP, editor.: Universidad de Granada ; 1999.

51. Carpio Galvan TM. Turbiedad por Nefelometria en el eauipo Turbiquant 300 t. IDEAN. 2007 julio;: p. 1-9-p.

52. González R. Química general para las ciencias ambientales. Primera ed. Valencia-España: Universitat de Valencia; 2011.

53. Contreras A, Molero M. Ciencia y tecnología del Medioambiente. Primera ed. Madrid-España: Universidad Nacional de Educación a Distancia; 2011.

54. Agua MdlPd. Paramentros y Caracteristicas de Aguas Naturales; 1986.

55. Guillermo G. Monitoreo Ambiental de Sistemas Acuaticos. RED MAPSA. 2007 Junio; 1: p. 4 p.

56. Jimenez A. Determinacion de los parametros Fisicos-Quimicos del Agua de la Calidad de las Aguas Materiales ITdQy, editor. Madrid: Universidad Carlos; 2000.

57. Garay J, Panizzo L, Lesmes L, Ramirez G, Sanchez J. Manual de Técnicas Analíticas de Parámetros Físico-Químicos y Contaminantes Marinos. 3rd ed. Cartagena: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas.; 2005.

58. Sigler , Bauder. Alcalinidad, pH, y Sólidos Disueltos Totales. 2010;: p. 1.

59. OMS. Total de sólidos disueltos en el agua de consumo. 2003 Abril 3.

60. Abila R, Muthangya M, Mutuku E, Mutati K, Munguti M, Musyoka C. Evaluacion de Calidad Fisicoqumica y Bacteriologica de Pozos Poco Profundos en la CIudad de Kitui, Kenia. 2012; 1(3): p. 10- 20.

61. Alvario H, Gordillo M. Evaluacion Fisicoquimica de las Aguas Subteraneas en San Juan Guayaquil: Universidad de Guayaquil ; 2015.

62. Martinez S. Manejo de Cultivo de Tilapia. 2006.

63. Ramirez E, Robles E, Sainz MG, Ayala R, Campoy E. Calidad Microbiologica del Acuifero de Zacatepec Morelos, Mexico. Int. Contam Ambient. 2009; 25: p. 247 - 255.

64. Heredia OS, Comese V R, Zubillaga S M, Chirckes JD, Graciano A, Pagano E. Caracterizacion Fisicoquimica de las Aguas Superficial y Subterranea de Pergaminov Aires UdB, editor. Buenos Aires; 2013.

65. Landa Valverde LR, Romero Huezo LP. La Calidad Fisicoquimica de las Aguas Subterraneas Segun ICA en Diferentes Pozos de San Salvador y zonas Extendidas Salvador Ude, editor. San Salvador; 2008.

66. Arceaga S I. Caracterizacion Hidrogeoquimica del Acuifero del Valle de Villa Hidalgo San Luis Potosi Mexico Tecnologica IPdICy, editor. Mexico; 2010.

67. Cuevas E, Pacheco J, Cabrera A, Coronado V, Vazquez J, Comas M. Calidad Quimica y Bacteriologica del Agua Subterranea en el Principal Campo de pozos para el Abastecimiento de Meridad Ycatan, Mexico Yucatan UAd, editor. Merida ; 2008.

68. Rubio Arias HO, Ortiz Delgado RC, Quintana Martinez RM, Saucedo Teran RA, Ochoa Rivero JM, Rey Burciaga NI. Indice de Calidad de Agua ICA en la Presa la Boquilla en Chihuahua Mexico Chihuahua UAd, editor. Mexico; 2014.

69. Llanes Cardenas O, Norzagaray Campos M, Muñoz Sevilla P, Ruiz Guerrero. Agua Subterranea como Alternativa Acuicola. AquaTIC. 2013; 10(38): p. 10 - 20.

70. Bautista J, Ruiz J. Calidad de Agua para Cultivo de Tilapia Mexico: Universidad Autonoma de Mexico; 2011.

71. Roriguez C. Desarrollo e Implementacion de un Manual de Buenas Practicas de Prodcuccion Acuicola en Tilapias Ecuador: Escuela Superior del Chimborazo ; 2010.

72. Alamilla H. Cultivo de Tilapia Limusa .Mexico, 2002.

73. Pillay R. Principios y Practicas en Acuicultura Limusa , 2004.

74. Savedra M. Manejo de Cultivo de Tilapia Nicaragua; 2006.

75. Mena A, Lopez H, Macias R. Efecto de la Slinidad en el Crecimiento de Tilapia Hibrida Cultivadas bajo Condiciones de Laboratorio Mexico: Universidad Autonoma de Mexico; 2002.

76. Cruz S, Silva A. Relacion entre la Resistividad y Conductividad Electrica del Agua subterranea en el Acuifero de los Sistemas Pampeanos Argentina: Instituto Nacional del Agua y del Ambiente; 2003.

77. Carrillo Inungaray ML, Barra Zmudio JF, Barra Zamudio FJ, Martinez Ibarra Y. Estuduio Preliminar de la Calidad y Abastecimiento de Agua en la Comunidad San Pedro de la Anonas Perteneciente al Municipio de Adquismon Mexico Universidad Autonoma de San Luis de Potosi , editor. Mexico; 2010.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

7.1. Anexos

7.1.1. ANOVA de los Parámetros Físico-químicos

Anexo 1. Fuente de variación, cuadrados y medias para la Temperatura

Fuente de variación	D F	Variable dependiente: TEMP			
		Cuadrados	Media	F-valor	Pr > F
modelo	9	0.12189583	0.01354398	8.94	0.0002
Error Exp	14	5.8841667	0.00151429		
Total	23	0.14309583			

Anexo 2. Fuente de variación, cuadrados y medias para el pH

Fuente de variación	D F	Variable dependiente: pH			
		Cuadrados	Media	F-valor	Pr > F
Modelo	9	0.06291667	0.00699074	209.72	<.0001
Error Exp	14	0.00046667	0.00003333		
Total	23	0.06338333			

Anexo 3. Fuente de variación, cuadrados y medias para el EC

Fuente de variación	D F	Variable dependiente: EC			
		Cuadrados	Media	F-valor	Pr > F
Modelo	9	1111.041667	123.449074	115.86	<.0001
Error Exp	14	14.916667	1.065476		
Total	23	1125.958333			

Anexo 4. Fuente de variación, cuadrados y medias para el TDS

Fuente de variación	D F	Variable dependiente: TDS			
		Cuadrados	Media	F-valor	Pr > F
Modelo	9	272.3333333	30.2592593	115.54	<.0001
Error Exp	14	3.6666667	0.2619048		
Total	23	276.0000000			

Anexo 5. Fuente de variación, cuadrados y medias para el DO

Fuente de variación	D F	Variable dependiente: DO			
		Cuadrados	Media	F-valor	Pr > F
Modelo	9	0.52400417	0.05822269	2.98	0.0330
Error Exp	14	0.27365833	0.01954702		
Total	23	0.79766250			

Anexo 6. Fuente de variación, cuadrados y medias para el TURB

Fuente de variación	D F	Variable dependiente: TURB			
		Cuadrados	Media	F-valor	Pr > F
Modelo	9	202.1341667	22.4593519	53.44	<.0001
Error Exp	14	5.8841667	0.4202976		
Total	23	208.0183333			

7.1.2. Imágenes de la investigación

Anexo 7. Iniciativa y dialogo de la investigación a realizarse.

Anexo 8. Encuesta realizada a los moradores de la comunidad de pajarito

Anexo 9. Recogida muestra del agua

Anexo 10. Análisis de la muestra y toma de datos.